ПИИТ - 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА»

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ
(САМАРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

САМАРСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
ПО ПРОБЛЕМАМ МЕТОДОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА РАН

Международная научно-техническая конференция

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Advanced Information Technologies and Scientific Computing

14 – 16 апреля 2018 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Электронное издание



САМАРА, 2018

УДК 004

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (34,4 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2018. – 1424 с. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2018) [Online]: Proceedings of the International Scientific Conference / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2018. – 34,4 Mb. – 1424 p.

ISBN 978-5-93424-817-9

В сборник научных трудов включены доклады Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2018», проходившей с 14 – 16 апреля 2018 г. в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева.

Рассмотрены актуальные проблемы создания автоматизированных систем научных исследований, интеллектуальных информационных систем, технологий информационной безопасности, информационных технологий в медицине, информационных технологий высоко-производительных вычислений, телекоммуникаций, информационных технологий на транспорте, методик обучения и компьютерных обучающих программ, моделирования и анализа сложных технических систем, философии искусственного интеллекта.

Печатается по решению издательского совета
Самарского научного центра Российской академии наук

Редакционная коллегия

Прохоров С.А. – главный редактор;
Иващенко А.В. – технический редактор;
Востокин С.В., Еленев Д.В., Заболотнов Ю.М., Куликовских И.М.,
Лёзин И.А., Михеева Т.И., Нестеров А.Ю.,
Новиков С.Я., Солдатова О.П., Столбова А.А.

ISBN 978-5-93424-817-9

© Оргкомитет конференции, 2018
© Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, 2018

К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Н.Е. КОНЮХОВА

К 80-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской федерации, доктора технических наук, профессора Конюхова Николая Евгеньевича

Николай Евгеньевич Конюхов родился 28 апреля 1938 г. в г. Прокопьевске Кемеровской области в шахтерской семье. По окончании средней школы поступил в Казанский авиационный институт им. Туполева А.Н., который окончил с отличием по специальности «Авиационное приборостроение».

По окончании Вуза по распределению был направлен на Куйбышевский моторостроительный завод им М.В.Фрунзе. Будучи молодым специалистом активно занимался созданием средств контроля профиля зубатых соединений. По результатам выполненных исследований им были опубликованы первые научные работы и получены авторские свидетельства на изобретения.

В 1962 г. поступил в аспирантуру по специальности «Электроизмерительная техника» Куйбышевского политехнического института имени В.В.Куйбышева. Руководил аспирантурой крупный ученый, основатель научной специальности «Информационно-измерительная техника» д.т.н., профессор Куликовский Лонгин Францевич. Начав свою научную карьеру под руководством профессора Л.Ф. Куликовского, Николай Евгеньевич за короткий срок прошел путь от аспиранта до доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электронные устройства». В 1966г. защитил кандидатскую, а в 1973г. – докторскую диссертацию.

В 1975г. по приглашению ректора КУАИ В.П. Лукачева перешел на работу в КуАИ. на должность заведующего кафедрой радиотехники. С 1982г по 2006г.- руководил кафедрой электротехники и ОНИЛ-5. В то время он был единственным доктором на факультете.

С приходом Николая Евгеньевича на радиотехнический факультет он открывает аспирантуру по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления». С этого момента началась интенсивная подготовка научно - педагогических кадров высшей квалификации, что за несколько лет позволило резко повысить процент остепенённости преподавательских кадров факультета с 30 до 80%.

В начале 80-х годов по инициативе Н.Е. Конюхова и поддержке В.П. Лукачева и В.А.Сойфера в КуАИ был впервые открыт диссертационный совет по специальности по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», что во многом способствовало повышению эффективности работы аспирантуры.

Работа аспирантуры была тесно связана с хоздоговорной тематикой. Ему удалость установить тесные контакты с ведущими предприятиями Минавиапрома (АО «УКБП, ММЗ им А.И.Микояна», МКБ, г Омск), Минобщемаша (АО НИИФИ, г. Пенза), Минсудпрома (НПО «ВОЛНА»), Миноборонпрома (НПО «ВОСТОК г. Ташкент) и рядом других. По заказам этих предприятий выполнен большой объем научных исследований в области анализа и синтеза электромагнитных и оптоэлектронных преобразователей, результаты которых нашли широкое практическое применение в промышленности. Результаты научно-исследовательской деятельности опубликованы в 350 научных трудах, в том числе 10 монографиях и 150 авторских свидетельствах и патентах на изобретения. По тематике хоздоговорных работ через аспирантуру им подготовлено более 30 кандидатов и 12 докторов технических наук, том числе, для промышленных предприятий. За большой вклад в науку и подготовку высококвалифицированных специалистов, развитие и совершенствование учебно-воспитательного процесса в 1990 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР», а в 1998г. – звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ»

Трудно подсчитать количество кандидатских и докторских диссертаций, по которым он выступал в качестве официального оппонента во многих высших учебных заведениях Советского Союза и России, давая путевку в большую науку молодому поколению исследователей.

Высочайший профессионализм, принципиальность и доброжелательность в общении с коллегами обеспечили ему высокий авторитет и уважение в научно-образовательном сообществе страны.

Созданная Николаем Евгеньевичем научная школа успешно развивается и после его ухода из жизни (29.06 2009), осуществляя научные исследования в рамках федеральных целевых программ и прямых договоров с научно-производственными предприятиями.

Светлая память о Николае Евгеньевиче навсегда сохранится в сердцах его учеников, коллег по работе и всех кому посчастливилось общаться с этим замечательным ученым и человеком.

Заведующий кафедрой электротехники Самарского университета,
доктор технических наук, профессор В.М. Гречишников

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

N. Semezhev

CARRIER LEAKAGE SUPPRESSION IN MULTIPORT BASED SDR SYSTEMS

(Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia,)

Introduction

For modulation, the six-port correlator can be used together with variable impedance loads (see Fig. 1) to generate the modulated RF signal, as discussed in [1]. The use of variable impedance loads is known to create problem with carrier leakage [2, 3].

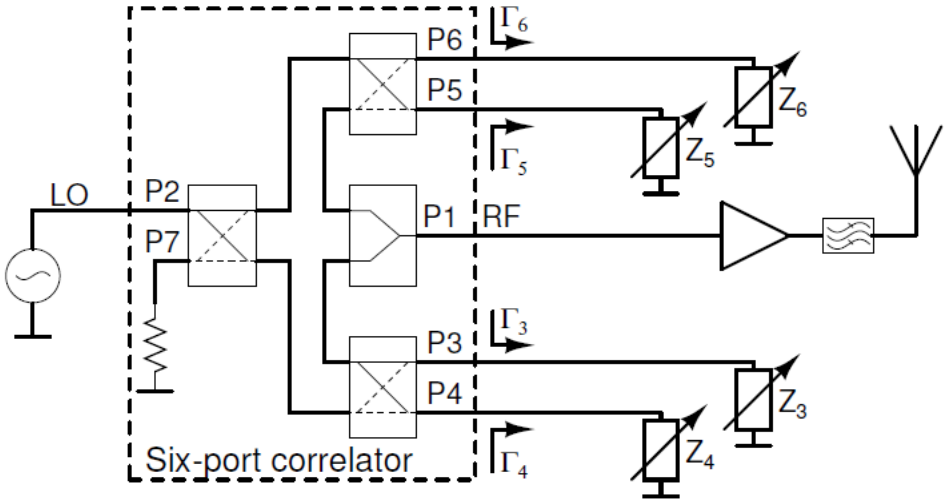


Fig. 1. Schematic of six-port modulator/transmitter

Carrier leakage is a problem that may be present when using variable loads together with a six-port correlator for modulation [2, 3]. The carrier leakage degrades the performance of the transmitter-receiver chain [2, 4, 5]. One approach to limit the effect of carrier leakage is to use balanced modulators [6, 7, 8]. However, balanced modulators require a complex circuit implementation. Here a simple yet efficient method to suppress the carrier leakage is presented.

Theory

It was shown in [1] that the presence of a static component of Γ, i.e., $\Gamma_{CM} \neq 0$ generates an unwanted carrier signal at the output port P1 of the six-port modulator.

$$b_1 = -\frac{a_2}{2}\left(\Gamma_I + j\Gamma_Q\right) = -\frac{a_2}{2}\left[\underbrace{\Gamma_{CM}(1+j)}_{Carrier\ leakage} + \underbrace{\delta\left(\Delta v_I + j\Delta v_Q\right)}_{RF\ \mathrm{mod}\,ulated}\right]$$

In general the following holds

$$b_1 = -\frac{a_2}{4}\left[\left(\Gamma_3 + \Gamma_4\right) + j\left(\Gamma_5 + \Gamma_6\right)\right], \quad (1)$$

where Γ_x is the reflection coefficient looking out at port Px of the six-port correlator. The value of Γ_x is dependent on three parameters: a) the load input impedance $Z_{load,x}$ (V_x), b) the characteristic impedance $Z_{0,x}$ of the transmission line (TL) and c) the length l_x of the TL connecting the output at port Px to the load.

$$\Gamma_{load,x}(V_x) = \frac{Z_{load,x}(V_x) - Z_{0,x}}{Z_{load,x}(Vx) + Z_{0,x}}$$

$$\Gamma_x = \Gamma_{load,x} e^{-j2\beta l_x} = \Gamma_{load,x} e^{-j\theta_x}$$

where $\theta_x = 2\beta l_x$, $\beta = 2\pi/\lambda$, $\lambda = v_p/f$ and v_p the phase velocity. V_x is a control voltage or baseband signal to change the impedance $Z_{load,x}$ to allow modulation. The same impedance load device (such as a diode or transistor) is assumed to be used at ports P3 - P6 and, therefore, $\Gamma_{load,x} = \Gamma$, where Γ is the reflection coefficient at the load to TL interface and modeled by

$$\Gamma(V) = \Gamma(V_{CM} + \Delta v) = \Gamma_{CM} + \Delta\Gamma \approx \Gamma_{CM} + \delta\Delta v$$

Hence,

$$\Gamma_x = \left(\Gamma_{CM} + \Delta\Gamma_x\right)e^{-j\theta_x} = \left|\Gamma_{CM} + \Delta\Gamma_x\right| e^{j\angle\left(\Gamma_{CM} + \Delta\Gamma_x\right)} e^{-j\theta_x} = |\Gamma| e^{j\angle\Gamma} e^{-j\theta_x} \quad (2)$$

where $\Delta\Gamma_x = \delta\Delta v_x$ as previously discussed in [1, 9].

Carrier Leakage Suppression Without Modulation

When there is no modulation, i.e., $\Delta v_x = 0$ and $\Delta\Gamma_x = 0$, the requirement on the output signal to have no carrier leakage is that $b_1 = 0$. Using $\Delta\Gamma_x = 0$, (1) and (2) result in

$$b_1 = -\frac{a_2}{4}|\Gamma_{CM}| e^{j\angle\Gamma_{CM}}\left[\left(e^{-j\theta_3} + e^{-j\theta_4}\right) + j\left(e^{-j\theta_5} + e^{-j\theta_6}\right)\right] \quad (3)$$

It is possible to select the values of θ_x in (3) to force both the real and imaginary parts to zero, and therefore fulfill $b_1 = 0$. The following two conditions must then be fulfilled:

$$e^{-j\theta_3} = -e^{-j\theta_4} = e^{\pm j\pi} e^{-j\theta_4}$$

$$e^{-j\theta_5} = -e^{-j\theta_6} = e^{\pm j\pi} e^{-j\theta_6}$$

hence

$$\theta_m = \theta_n \pm \pi$$

$$l_m = l_n \pm \frac{\lambda}{4} \quad (4)$$

From (4) it is clear that the minimum length difference between the TLs at ports (m, n), i.e., (P3, P4) and (P5, P6), must be $\lambda/4$ to avoid carrier leakage. A six-port modulator that fulfills these requirements is shown in Fig. 2. It should be noted that the same technique can be used to avoid carrier leakage to the RF port in a corresponding six-port demodulator.

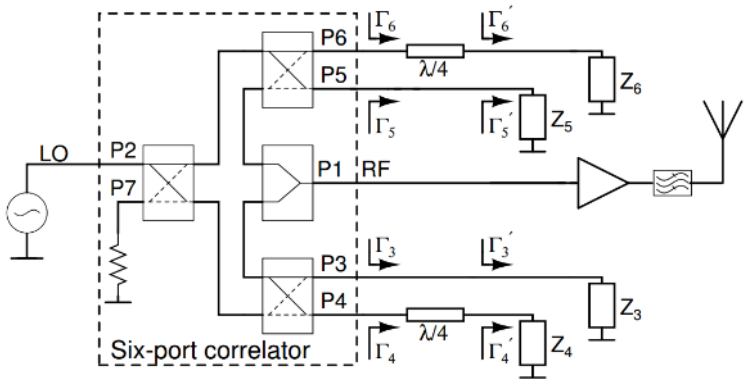


Fig. 2. Schematic of six-port transmitter with a carrier leakage suppression technique [9]

Carrier Leakage Suppression for Modulation

If the requirement for no carrier leakage is satisfied as derived in previous section, for example by selecting $\theta_3 = \theta_5 = 0$ and $\theta_4 = \theta_6 = \pi$, it follows from (2)

$$\Gamma_3 = \left(\Gamma_{CM} + \Delta\Gamma_3\right)$$

$$\Gamma_4 = \left(\Gamma_{CM} + \Delta\Gamma_4\right)$$

$$\Gamma_I = \Gamma_3 + \Gamma_4 = \Delta\Gamma_3 - \Delta\Gamma_4 = \delta\left(\Delta v_3 - \Delta v_4\right) \tag{5}$$

The common and unwanted part Γ_{CM} cancels out and only the modulating part $\Delta\Gamma_x$ remains. The same principle holds for the Q channel, i.e., ΓQ. To avoid offsetting the IQ constellation, and also to avoid a carrier leakage, the expected (mean) value of I and Q channel must be zero, i.e.,

$$E\{\Gamma_I\} = E\{\Gamma_Q\} = 0$$

If the voltages on the I-channel are selected according to.

$$\Delta v_3 = kX_I \tag{6}$$

$$\Delta v_4 = -kX_I = -\Delta v_3 \tag{7}$$

where X_I is the modulating symbol for I-channel and k a scaling factor.
Using (6) - (7) in (5)

$$\Gamma_I = 2\delta kX_I$$

a similar result holds for the Q-channel

$$\Gamma_Q = 2\delta kX_Q$$

and it is assumed that $E\{\Gamma_I\} = E\{\Gamma_Q\} = 0$ so there is no carrier leakage. If there is a gain difference and an offset v_{offset} on Δv_4 compared to Δv_3, i.e.,

$$\Delta v_4 = -kX_I(1+\varepsilon) + v_{offset}$$

it follows from (5) that

$$\Gamma_I = \underbrace{\delta kX_Q(1+1+\varepsilon)}_{E\{\cdot\}=0} + \underbrace{\delta v_{offset}}_{E\{\cdot\}\neq 0}$$

which shows that a gain difference will not generate any carrier leakage. On the other hand, any offset $v_{offset} \neq 0$ will then contribute to the carrier leakage. Another observation is that if $\varepsilon = -1$ the value of $\Delta v_4 = 0$, so there is no need to modulate the load connected at port P4, i.e., a single ended baseband control signal can be used. A single ended baseband control signal may simplify the circuit, but will also lower the

output power by 6 dB compared to the case when a differential baseband control signal is used (for $\varepsilon = 0$). In both cases the common mode voltage V_{CM} (that generates Γ_{CM}) must be the same to suppress the carrier leakage.

Results

A six-port modulator was implemented to verify the carrier leakage suppression technique proposed in this study. The six-port modulator uses an additional $\lambda/4$ transmission line at port P4 and P6 as shown in Fig. 2. The output power spectrum was measured for a QPSK signal at 100 Msymbol/s. As seen in Fig. 3 the carrier leakage is efficiently suppressed. Another benefit with the proposed carrier leakage suppression technique, when used with differential baseband control signals, is that it improves the linearity. This is illustrated in Fig. 4 for a 16-QAM modulated signal.

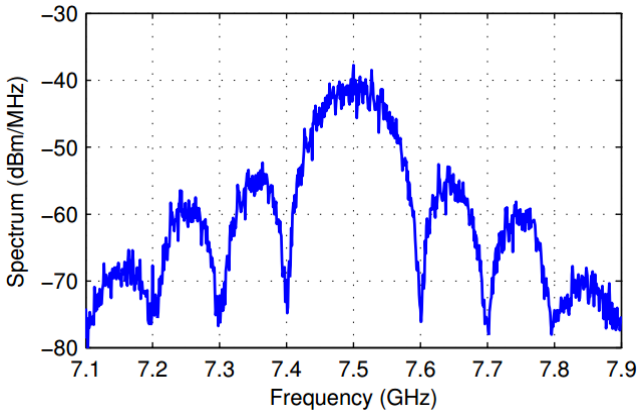
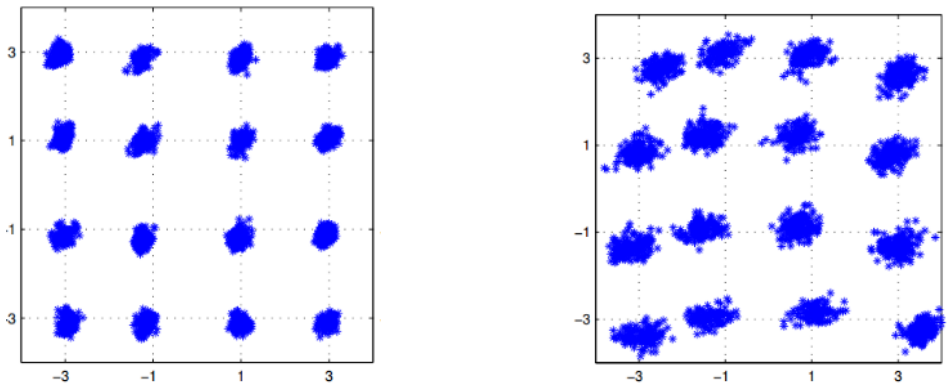


Fig. 3. Measured spectrum for a QPSK signal at 100 Msymbol/s. Owing to the use of λ/4 TL at specific ports the carrier leakage is suppressed [9]



(a) Differential control signal. (b) Non-differential control signal.

Fig. 4. Measured constellations for 16-QAM @ 100 Msymbol/s. When differential and non-differential control voltages are used [9]

Conclusion

The problem with carrier leakage in a six-port modulator was investigated and a solution presented. Our solution, based on a phase shifting network delivering a 90◦ phase difference between specific ports, is easy to implement. In its most simple form, a $\lambda/4$ TL may be used.

References

1. Semezhev N., Multiport Modulator/ N. Semezhev, J. Östh, A.A. Sytnik // Problems of control, information processing and transmission (CIPT-2017) Proceed. of the Internat. Scientific Conf., pp. 581-584, 2017

2. Luo, B. Performance analysis of serial and parallel six-port modulators / B. Luo, M.Y.-W. Chia // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 56, no. 9, pp. 2062–2068, 2008.

3. Serban, A. Six-port transceiver for 6-9 ghz ultrawideband systems/ A. Serban, J. Osth, Owais, M. Karlsson, S. Gong, J. Haartsen, P. Karlsson// Microwave and Optical Technology Letters, vol. 52, no. 3, pp. 740–746, 2010. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1002/mop.25021

4. Loke, A. Direct conversion radio for digital mobile phones-design issues, status, and trends/ A. Loke, F. Ali// IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 50, no. 11, pp. 2422–2435, 2002.

5. Brenna, G. A 2-ghz carrier leakage calibrated direct-conversion wcdma transmitter in 0.13-um cmos/ G. Brenna, D. Tschopp, J. Rogin, I. Kouchev, Q. Huang// IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 39, no. 8, pp. 1253–1262, 2004

6. Ciccognani, W. A novel broadband mmic vector modulator for v-band applications / W. Ciccognani, M. Ferrari, F. Giannini, E. Limiti // Int. J. RF Microw. Comput.-Aided Eng., vol. 20, pp. 103–113, January 2010. [Online]. Available: http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1687193.

7. Semezhev N., Diode power detectors in software defined radio applications / N. Semezhev, D.A. Bulykin // Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2016): Proceed. of the Internat. Scientific Conf. / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2016.– P. 23-29.

8. Ashtiani, A. E. Direct multilevel carrier modulation using millimeter-wave balanced vector modulators/ A. E. Ashtiani, S.-I. Nam, A. d'Espona, S. Lucyszyn, I. D. Robertson// IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 46, no. 12, pp. 2611–2619, 1998.

9. Osth, J. Direct carrier six-port modulator using a technique to suppress carrier leakage /J. Osth, O.M. Karlsson, A. Serban, et.al. // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 59, no. 3, pp. 741–747, 2011.

N. Semezhev

IMPACT OF PHASE SHIFTING NETWORK ON CARRIER LEAKAGE SUPPRESSION AND ERROR VECTOR MAGNITUDE

(Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia)

Introduction

One way to ensure low carrier leakage is to have a 90° phase shift between ports in each port pair (P3, P4) and (P5, P6), respectively. In general the phase shift and amplitude scaling between the ports in a port pair will deviate from their ideal

values when the actual frequency deviates from the center (designed) frequency f_0. Operating at a frequency where the amplitude and/or phase shift is not ideal will degrade the carrier leakage suppression and error vector magnitude (EVM) performance. Hence a model to predict the performance as a function of the S-parameters of the phase shifting network is derived. Using the derived model, a wideband phase shifting network is proposed and optimized. A six-port modulator using the wideband phase shifting network is shown in Fig. 1.

Theory

The reflection coefficient Γ_x looking out of port P*x* of the six-port and towards the phase shifting network (the two port network) is given by

$$\Gamma_x = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_{L,x}}{1 - S_{22}\Gamma_{L,x}} \tag{1}$$

where $\Gamma_{L,x}$ is the reflection coefficient looking into the impedance load Z_x and modeled according to $\Gamma(V) = \Gamma(V_{CM} + \Delta v) = \Gamma_{CM} + \Delta\Gamma \approx \Gamma_{CM} + \delta\Delta v$ [1], i.e.,

$$\Gamma_{L,x} = \Gamma_{CM} + \Delta\Gamma_x \tag{2}$$

The S-parameters for the phase shifting network are assumed to be given by

$$S = \begin{bmatrix} 0 & Ae^{-j\varphi} \\ Ae^{-j\varphi} & 0 \end{bmatrix} \tag{3}$$

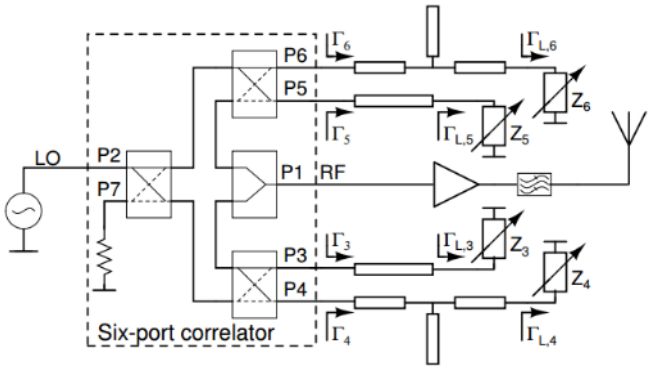


Fig. 1. Schematic of the six-port modulator using a broadband phase shifting network to suppress carrier leakage [2]

where $S_{12} = S_{21} = Ae^{-j\varphi}$ and A the amplitude scale factor and φ the phase shift. Calculating for I-channel $\Gamma_I = \Gamma_3 + \Gamma_4$ and by using $\Delta\Gamma_3 = -\Delta\Gamma_4 = \Delta\Gamma$ it follows from (1) - (3)

$$\begin{aligned} \Gamma_I &= \Gamma_3 + \Gamma_4 = \Gamma_{L,3} + A^2 e^{-j2\varphi}\Gamma_{L,4} = \\ &= \underbrace{\Gamma_{CM}\left(1 + A^2 e^{-j2\varphi}\right)}_{Carrier\,leakage} + \underbrace{\Delta\Gamma(1 - A^2 e^{-j2\varphi})}_{ModulatedRF} \end{aligned} \tag{4}$$

where $\varphi = 0$ and $A = 1$ were used for the phase shifting network responsible for Γ_3. As expected from previous analysis, when $A = 1$ and $\varphi = 90^\circ$ there is no carrier leakage and $\Gamma_I = 2\Delta\Gamma$. If $A \neq 1$ and/or $\varphi \neq 90^\circ$ the Γ_I vector is distorted resulting in both carrier leakage and EVM degradation. Owing to circuit symmetry the same analysis holds for the Q-channel as well.

Carrier Leakage Dependence on Amplitude and Phase Mismatch

To find the carrier leakage (4) is used with $\Delta\Gamma = 0$. For matched ports, the transmitted output power $P_{TX} = |b_1|^2/2$ is related to the LO power $P_{LO} = |a_2|^2/2$ by $b_1 = -\frac{a_2}{4}[(\Gamma_3 + \Gamma_4) + j(\Gamma_5 + \Gamma_6)]$:

$$P_{TX} = \frac{P_{LO}}{16}(|\Gamma_I|^2 + |\Gamma_Q|^2) \tag{5}$$

The same impedance loads Z_x are assumed to be used on ports P3 - P6, therefore $\Gamma_Q = \Gamma_I$. Using (4) in (5) it follows that the leakage power ratio $R_{leakage}$ is

$$R_{leakage} = \left.\frac{P_{TX}}{P_{LO}}\right|_{\Delta\Gamma=0} = \frac{|\Gamma_{CM}|^2}{8} E_f, \tag{6}$$

where

$$E_f = 1 + A^4 + 2A^2\cos(2\varphi)$$

is the error function and is dependent on the actual amplitude A and phase φ of the phase shifting network. In the ideal case $A = 1$, $\varphi = 90^\circ$ and $E_f = 0$, so there is no carrier leakage according to (6). Hence by knowing how A and φ vary with frequency, i.e., if the S-parameters of the phase shifting network are known, the carrier leakage suppression can be predicted.

EVM Dependence on Amplitude and Phase Mismatch

The EVM is given by [3]

$$EVM = \sqrt{\frac{\frac{1}{N}\sum|\Gamma_I - \Gamma_{I,ref}|^2 + |\Gamma_Q - \Gamma_{Q,ref}|^2}{\frac{1}{N}\sum|\Gamma_{I,ref}|^2 + |\Gamma_{Q,ref}|^2}} \tag{7}$$

Owing to symmetry both the I and Q channels will be affected in the same way so only the I channel is calculated. The reference (ideal) $\Gamma_{I,ref}$ magnitude square is found by using $A = 1$ and $\varphi = 90^\circ$ in (4)

$$|\Gamma_{I,ref}|^2 = 4|\Delta\Gamma_I|^2 \tag{8}$$

the actual error vector $\Gamma_{I,error}$ is

$$|\Gamma_{I,error}|^2 = |\Gamma_I - \Gamma_{I,ref}|^2 = |\Gamma_{CM} - \Delta\Gamma_I|^2 E_f \tag{9}$$

using (8) and (9) in (7) the EVM is then found to be

$$EVM = \sqrt{E_f}\sqrt{\frac{\sum|\Gamma_{CM} - \Delta\Gamma_I|^2 + |\Gamma_{CM} - \Delta\Gamma_Q|^2}{\sum\left(4|\Delta\Gamma_I|^2 + 4|\Delta\Gamma_Q|^2\right)}}$$

The EVM is therefore proportional to the square root of the error function E_f. For the special case $\Gamma_{CM} = 0$ there is no carrier leakage according to (6) and the EVM is only dependent on E_f as $EVM_{|\Gamma_{CM}=0} = \sqrt{E_f}/2$. The link between EVM and E_f and therefore to the S-parameters of the phase shifting network can be utilized to design a phase shifting network with good performance.

Broadband Phase Shifting Network Using Loaded Transmission Lines

A phase shifting network based on adding a TL of length $\lambda/4$ at specific ports, e.g., at port P4 and P6, works well for narrowband applications. However, for more wideband applications, a broadband phase shifting network should be used. Between

many possible solutions our approach is based on a loaded transmission line [4]. A six-port modulator using a phase shifting network based on the loaded transmission line is shown in Fig. 1. Referring to Fig. 2, the references branch is a TL with an electrical length φ_r = 270°. In the other branch a TL of electrical length $2\varphi_m$ = 180° is loaded with an open circuit (O.C) stub at the center with length φ_s = 180°. All electrical lengths are defined at the center frequency f_0. Compared to a single TL, the loaded TL helps to keep the phase difference close to 90° over a wider bandwidth. Amplitude and phase variations over frequency depend on the impedances Z_m and Z_s. Hence the phase shifting network can be optimized for carrier leakage suppression and the minimum EVM degradation, if the optimization goal is to minimize E_f over the frequency range of interest.

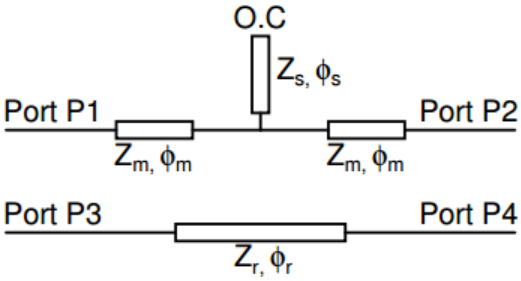


Fig. 2: Broadband phase shifter using a loaded transmission line [2].

Results

Since the use of $\lambda/4$ TL is a narrow-band phase shifting network, the performance will degrade outside of the center frequency. The simulated performance of E_f, and therefore the carrier leakage suppression according to (6), for a phase shifting network based on a TL and for the broadband phase shifting network is compared in Fig. 3.

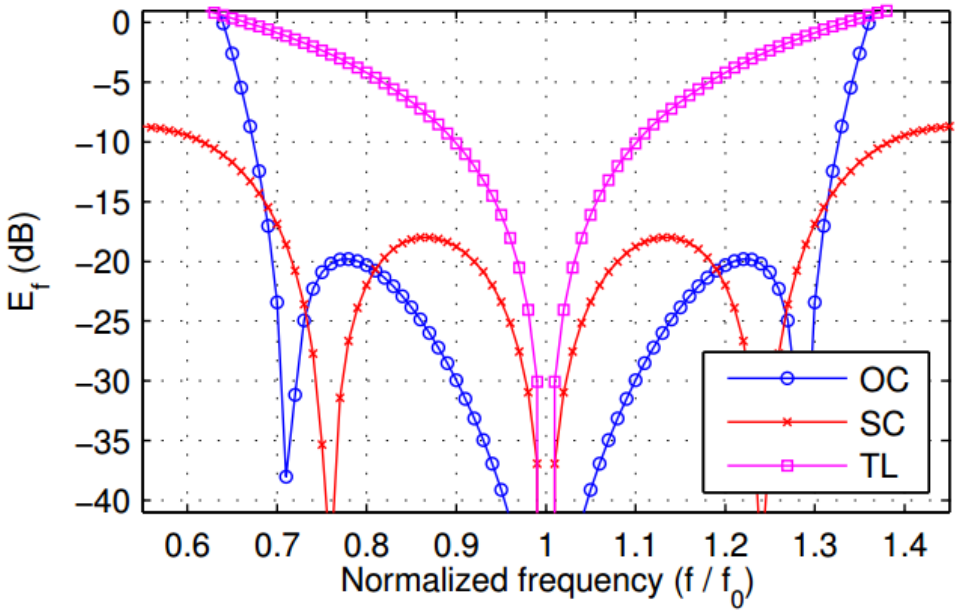


Fig. 3. Simulated E_f for a transmission line phase shifting network (TL) and for the optimized broadband phase shifting network terminated with an open circuit (OC) and short circuit (SC) [2]

In the simulation an ideal sixport correlator is used. Hence by implementing the broadband phase shifting network instead of the $\lambda/4$ TL the carrier leakage can be suppressed over a much wider bandwidth. For an EVM of less than 10% requires $E_f \leq -14$ dB. An EVM of less than 10% is achived with the broadband phase shifting network over a relative bandwidth of about 60%, to compare with the relative bandwidth of about 12% for the $\lambda/4$ TL phase shifting network.

Conclusion

The performance of the carrier leakage suppression and the modulation performance in terms of EVM were further investigated as a function of the phase shifting network. Both carrier leakage suppression and the EVM performance can be described by the same error function. The error function is directly related to the amplitude and phase behavior of the phase shifting network, i.e., it is related to the S-parameters of the phase shifting network. For wideband performance, a loaded TL was proposed as one possible solution to implement the phase shifting network. It was designed and optimized with help of the derived error function.

References

1. Semezhev N., Multiport Modulator/ N. Semezhev, J. Östh, A.A. Sytnik // Problems of control, information processing and transmission (CIPT-2017) Proceed. of the Internat. Scientific Conf., pp. 581-584, 2017

2. Osth, J. Carrier leakage suppression and evm dependence on phase shifting network in six-port modulator/J. Osth, O.M. Karlsson, A. Serban, S. Gong // Proc. Int. Conf. Microwave and Millimeter Wave Technology (ICMMT), vol 4., 2012.

3. Gu, Q. RF System Design of Transceivers for Wireless Communications./ Q. Gu // Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2006.

4. Zheng, S. Y. Broadband phase shifter using loaded transmission line/ S. Y. Zheng, W. S. Chan, K. F. Man // IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 20, no. 9, pp. 498–500, 2010.

M. Verkhoturov, G. Verkhoturova, R. Yagudin, K. Danilov

NO-FIT POLYHEDRON FOR IRREGULAR PACKING OF NON-CONVEX OBJECTS

(Ufa State Aviation Technical University)

1. Introduction

The emergence of additive technologies and rapid prototyping techniques revolutionized the high-tech industries, for instance aviation and aerospace industry, nuclear industry, medical and instrumentation. They are characterized as small-scale or piece production. Using new methods for the synthesis of forms and synthesis models by layering synthesis technology allowed to drastically reduce the time to create new products. Since a number of independent parts can be manufactured simultaneously, the implementation of such technologies leads to the necessity of solving the problem

of the irregular 3D objects placement optimization, which is desirable from the standpoint of saving time, energy and other resources.

2. Statement of a problem

Suppose we have a set of 3D geometric objects (GO) $T=\{T_1,T_2,...,T_n\}$: $T_i \subset \mathbf{R}^3, i=\overline{1,n}$, each in its own coordinates.

Layout area $Q \subset \mathbf{R}^3$ is a rectangular parallelepiped with variable height H, fixed length L and a width W.

Let $T_i(\bar{u}_i)$ is a geometric object T_i offset by vector $\bar{u}_i(x_i, y_i, z_i)$.

Resulting positioning schema must fulfill the following conditions:

- Mutual non intersection:

$$T_i(\bar{u}_i) \cap T_j(\bar{u}_j) = \varnothing, \forall i=\overline{1,n}, \forall j=\overline{1,n}, i \neq j$$

- Being inside container

$$T_i(\bar{u}_i) \cap Q = T_i(\bar{u}_i), \forall i=\overline{1,n}$$

Equations (1) and (2) restrict possible placement parameters $U=(\bar{u}_1,\bar{u}_2,...,\bar{u}_n) \in R^{3n}$ for objects set T inside area Q.

Let H = Z(Q(U)) to be minimal height to place all objects of $T=\{T_1,T_2,...,T_n\}$ with offset vectors $U=\{\bar{u}_1,\bar{u}_2,...,\bar{u}_n\}$.

Problem is to find a set of offset vectors U that minimize Z(T(U))->min, while restrictions (1) and (2) remains met.

In above terms, this problem is complex optimization of geometric modeling in high-dimensional space with nonconvex and disconnected space of possible solutions. It belongs to NP complexity class. In addition to optimization, it has also geometric aspect to obey restrictions of mutual non-intersection and placement inside given layout space, Stoyan et al. (2009).

3. Problem approaches

Popular methods for solving 2D and 3D tasks of complex shaped geometric objects irregular placement are those of rational (permissible) pilings close to optimal. Usually they operate with single object at every single step of decision (object by object placement principle).

Solution process consists of the following procedures, named "encoding", "decoding" and "evaluating", Lutters (2012):

1. Optimization - ordering sequence of objects:
   - Generation of sequence of objects to place;
   - Reordering of objects;
2. Geometric procedure applied to objects according to their position in sequence:
   - Appropriate object representation (polygonal, voxel etc.);
   - Object motion modeling;
   - Choosing object position according to some criteria
   - Object placement into area with possible area growth

These procedures are often thus combined:

1. Generating object sequence (ordered list)
2. Sequence loop

2.1. Object motion modeling
2.2. Choice of object position according to some criteria
2.3. Adding object to area (with possible area growth)

3. Calculating goal function

The loop is terminated after predefined iterations, time or when goal function reaches its limit.

A large variety of heuristics used for solving irregular placement problems at optimization phase exist. In most cases two methods classes are used. The first one is metaheuristics like "simulated annealing" (SA), "genetic algorithm" (GA), "tabu search" (TS), "ant colonies" (AC) with their modifications. The second one is heuristic methods crafted specifically for these problems.

Geometric procedures can be implemented in three ways:

1. Simulating object motion with mutual non-intersection (inside layout area)
2. Arbitrary motion (shifts and rotations), where object can overlap each other and layout area
3. Positioning objects into arbitrary area

These methods differs in:

- Path of object movement
- Complexity of rotation modeling
- Whether object intersections are allowed during solution phases

The one of the most wide used geometric methods is based upon modeling object movements inside layout area with restriction of their mutual non-intersection. It uses the concept of No-Fit-Polyhedron (NFP), Egeblad et al. (2007).

No-Fit-Polyhedron G_{12} or $G(T_1(0), T_2(u_2))$ for moving object $T_2(u_2)$ around fixed object T_1 is the set of T_2 positions where it is tightly fit to T_1.

3.1 NFP usage scenarios for object placing considering already placed objects and layout area

Several approaches for using NFP are known, Verkhoturov (2012):

1. **Preliminary**. NFP for all object pairs and layout area are calculated beforehand. After object positioning, all NFP involved also shift according its new position.

2. **Integral**. For every object its NFP is calculated, as if already positioned objects were parts of layout area.

The main disadvantage of the first approach is that it assumes a lot of NFP calculation which will never be used.

The second approach often leads to unconnected layout area, that makes difficult to find available positions to place next object.

“Dynamic” NFP scheme was developed to overcome these drawbacks. It allows avoiding excessive NFP calculations.

3. **Dynamic**. NFP for object to place is calculated for layout area and subset placed object. Then every NFP is restricted using aforementioned package conditions.

NFP algorithm with dynamic scheme

Suppose first (m-1) objects $\{T_1, T_2, \ldots, T_n\}$ are already placed, having m-1<n. The next step is to position T_m object as follows:

1. For T_m object its NFPs are calculated for objects of ordered list $K=\{K_0, \ldots, K_{m-1}\}$. K_0 = Q, a $\{K_1, \ldots, K_{m-1}\}$ is reordered list of placed objects $\{T_1, \ldots, T_{m-1}\}$, sorted by ascending position height (Fig. 1a).

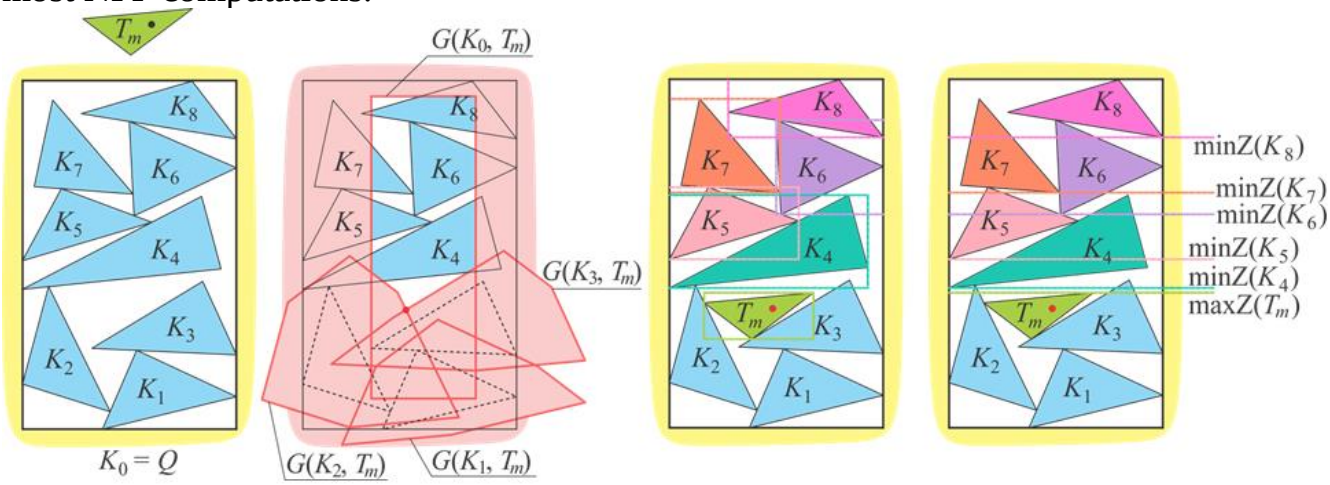
2. After calculating every NFP $Gi(K_i, T_m)$, its points $\{u_i\}$ are filtered (Fig. 1b) using condition: $u_i \notin \operatorname{int} G_j(K_j, T_m), \forall j = \overline{0, m-1}, j \neq i$

Condition check $u_i \notin \operatorname{int} G_j(K_j, T_m)$ can be safely skipped for some K_j when surrounding cuboids of K_j and T_m have no intersection (Fig. 1c).

3. If some u_i found available (Fig. 1d), NFP calculation can be skipped for $\{K_j\}$, having:

$$\min Z(K_j) > \max Z(T_m(u_i))$$

During calculations, when "small" objects are positioned after "big" ones according to sorted list order, they make placement more dense by arranging "in the bottom". The proposed approach thus allows make last steps faster by eliminating most NFP computations.



a) b) c) d)

Fig. 1 Dynamic NFP scheme

3.2 NFP GENERATION

The analysis of NFP application methods (Fig. 2) leads to the following conclusion: those methods consistently changed from using floating point operations to integer arithmetic and further on. Simplification of basic operations, taking into account need of their reliability increase, is possible with transition to logical actions. Feature of this representation is that only logical operations over 0 and 1 are necessary for calculation of geometrical objects crossing.

Algorithm of NFP outer hull determination (object-base representation)

This algorithm is developed based on the algorithm "Pseudo Faces", Chernomorets (1993). The developed algorithm is not built of NFP inner since it is not really necessary for three-dimensional packing.

Given two objects T_1 и T_2 (Fig. 3). It's necessary to determine outer component $\overline{G}_{12}$ of NFP G_{12}: $\overline{G}_{12} \subset G_{12}$

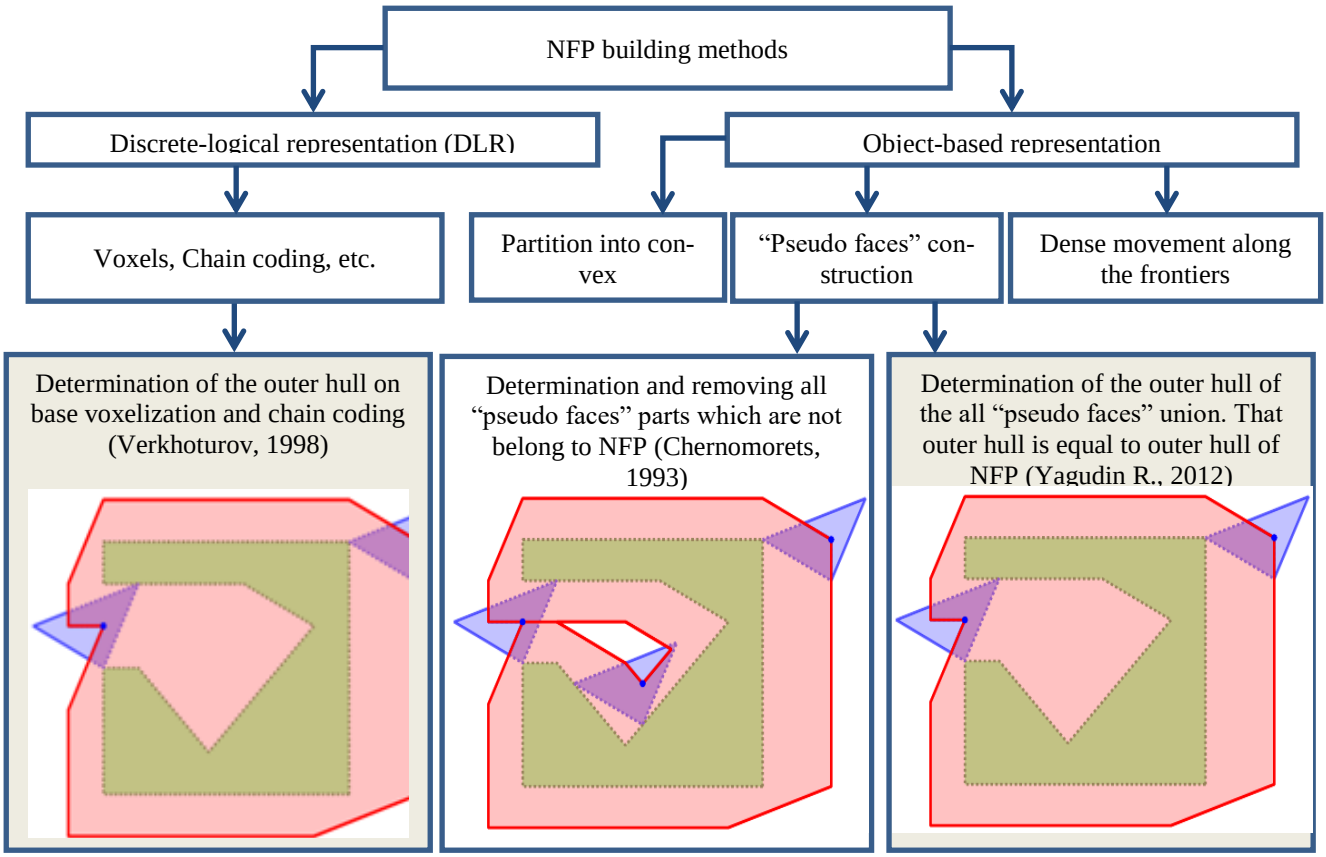


Fig. 2 NFP building methods using object-base and voxel-base representation (2D case)

1. Firstly need to consider four contact variants of polyhedrons (variants "Vertex" – "Vertex" and "Vertex" – "Edge" are their subset):

- "Face" – "Face" (Fig. 3a);
- "Face" – "Edge" (Fig. 3b);
- "Face" – "Vertex" (Fig. 3c);
- "Edge" – "Edge" (Fig. 3d)

and then construct a set of "pseudo faces" $\{s_i\} = S$ of NFP G_{12} $G_{12} \subset S, S \setminus G_{12} \subset \operatorname{int} G_{12}$ (Fig. 3e)

2. Second step is to determine which of "pseudo faces" belongs to the outer hull of object *S*.

3. Recursively bypass object *S* from the outside. This bypass starts from definitely outer "pseudo faces" and grabs other faces fully or practically.

4. The union bypassed parts of the object *S* is equal to desired outer hull $\overline{G}_{12}$ of NFP G_{12}(Fig.3f).

Algorithm of NFP determination (voxel-base representation)

The basic idea of this approach is "direct" simulation of a solid motion of objects in a computer memory. That is, main operations of NFP construction (shift, choice of motion direction, calculation of intersection etc.) are performed using dis-

crete-logical structure of computer memory. Three-dimensional NFP can be built using discrete-logical representation in many ways depending on:

- Object boundaries connectivity (6, 18 or 26-fold for 3D)
- Contact of object boundaries with packing area ("tight" or "loose")
- Choice of object shift direction

3D objects surfaces are represented as set of the partial vectors focused in 6, 18 or 26 directions depending on the chosen principle of coding, Verkhoturov et al. (2000).

This is due to the fact that in computer memory representation any non-edge element has six, eighteen or twenty six adjacent element depending on used diagonal directions (Fig. 5).

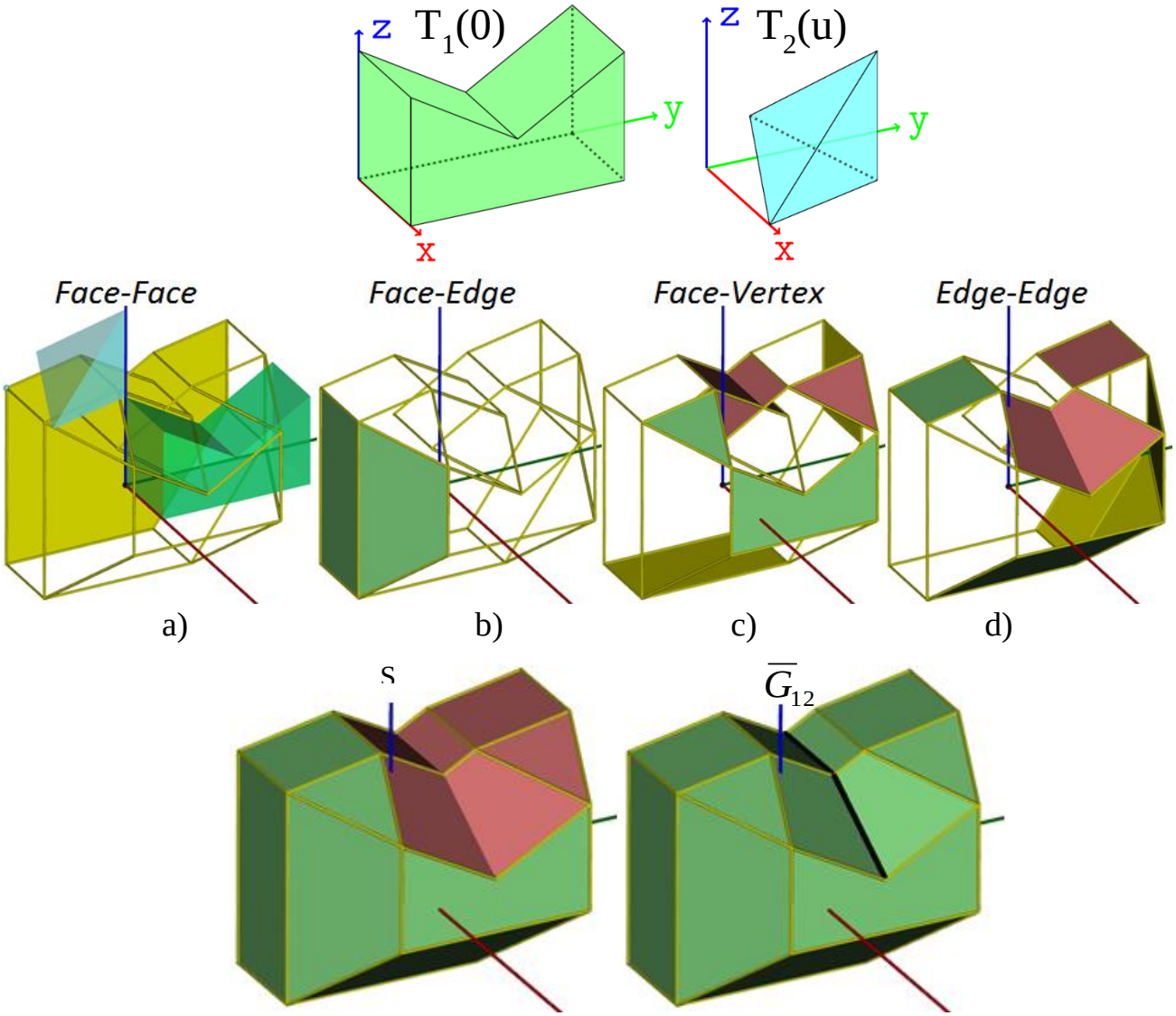


Fig. 3. NFP outer hull determination

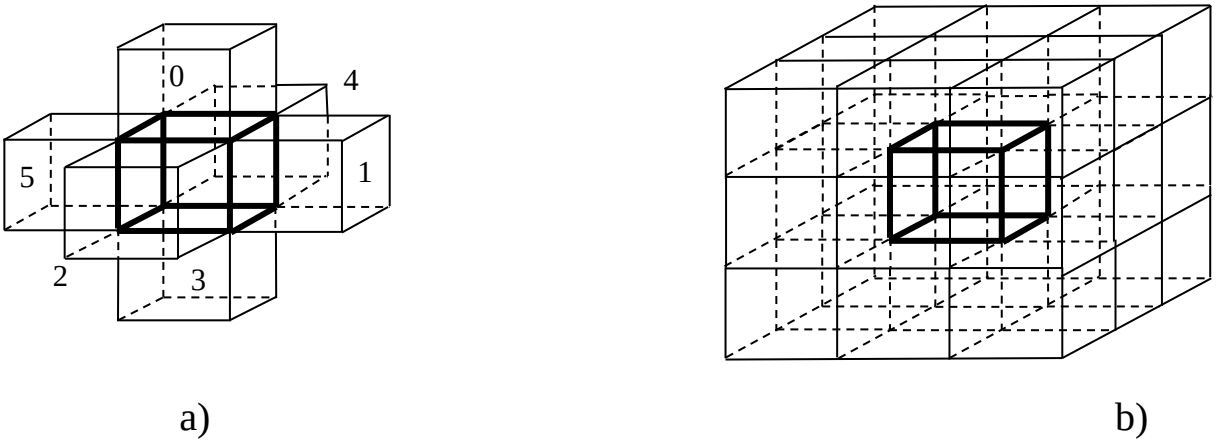


Fig. 4 Voxel-base representation
a) 6-fold b) 26-fold

Six-fold coding is the easiest representation of 3D objects surface and most reliable for NFP construction, for it makes impossible “diagonal penetration” to occur, Verkhoturov (1998).

Eighteen- and twenty six-fold coding allow shorter vectors list to represent objects.

Voxel-base representation allows NFP construction with different accuracy.

Choice of object motion direction during NFP construction

Unlike 2D case, motion modelling for 3D objects is far more difficult task, for there is no clear evidence where and how object should be moved to get around all the points of the area. To solve this problem, we proposed and developed an approach based on "Fill solid areas with seed voxel" and "Depth-first search" algorithms (Fig. 5).

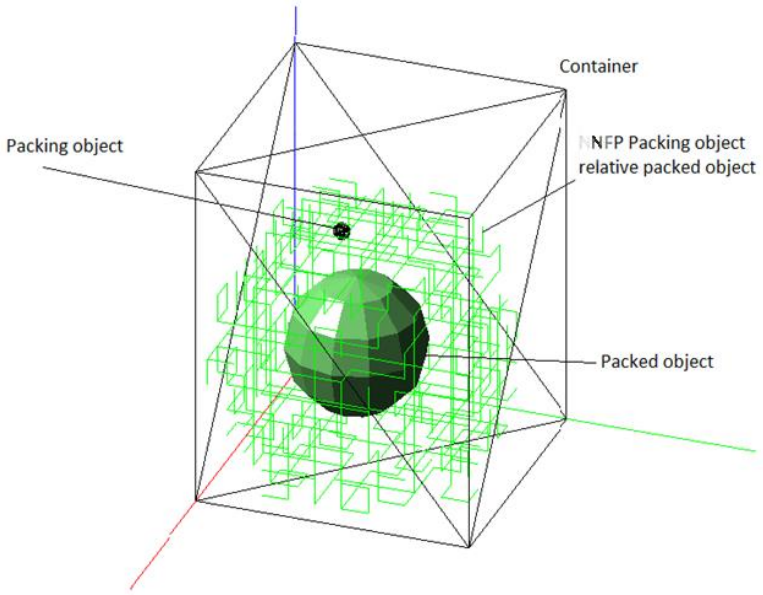


Fig. 5 NFP construction for packing object

4. Computing experiment results

For quality check of the methods and algorithms developed during this study the computing experiment was made with sample data available in public and practical cases. The results were also compared with other methods.

For an assessment of effectiveness the data from Y.Stoyan (2004) and J. Egeblad (2009) articles were used.

Samples 1-3: Sets from ten polyhedra: 20, 30 and 40 (two, three and four of each type). Packing area base is 30x35. Comparison was made by packing density (%). Results are at Fig. 6.

Algorism	Packing density, %		
	20 obj.	30 obj.	40 obj.
First local minimum (Y. Stoyan)	17.71	19.7	19.03
Decremental neighborhood search (Y. Stoyan)	24.2	23.71	24.5
Random search (Y. Stoyan)	21.75	23.71	23.37
First Fit (FF) (object-base)	17.14	19.42	23.03
First Fit (FF) + Local Search (object-base)	22.8	22.91	25.61
«GRASP» (object-base)	19.32	18.54	17.89
«GRASP with Local Search»	24.47	21.78	20.53
Simple heuristic (voxel-base)	24.01	24.09	25.55

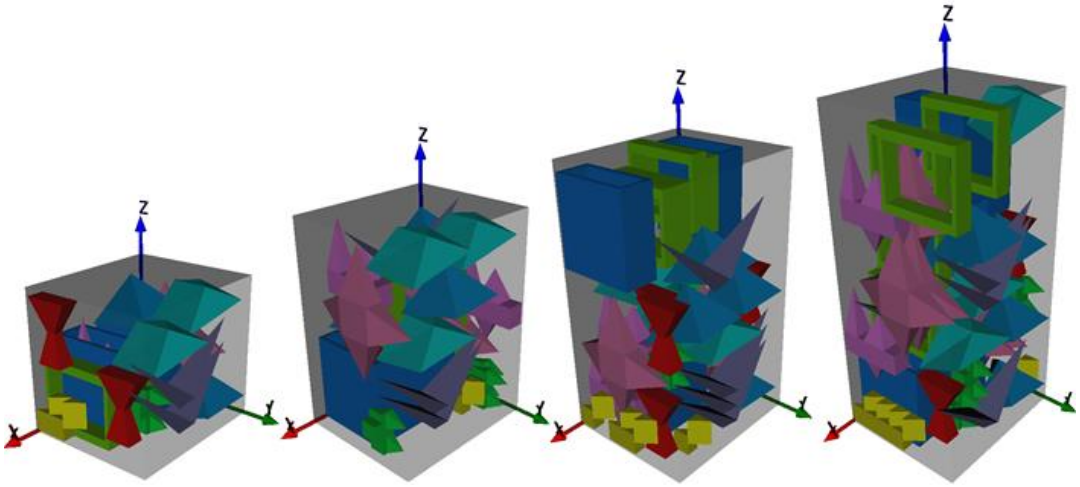


Fig. 6 Algorithms comparisons for samples 1-3

Samples 4-8: Sets from fifteen polyhedral: 15, 30, 45, 60 and 75 (one, two, three, four and five of each type). Packing area base are: 15x15, 17x17, 22x22, 24x24 and 26x26 accordingly. Comparison was made by packing density (%). Results are at Fig. 7.

(Notice: "SS" - "Smart space" is packing module of Magics software developed by Materialise Company).

The figure shows that in most cases the best packing density is achieved using object-base representation ("The first fit with ordering + LS" and "GRASP + LS" algorithms). The density of objects packing obtained by the voxel-base representation

is somewhat lower because simplest implementation of the optimization procedure has been used, however at particular parameters of accuracy it allows to pack objects faster.

Results obtained from computational experiment lead to the following conclusions.

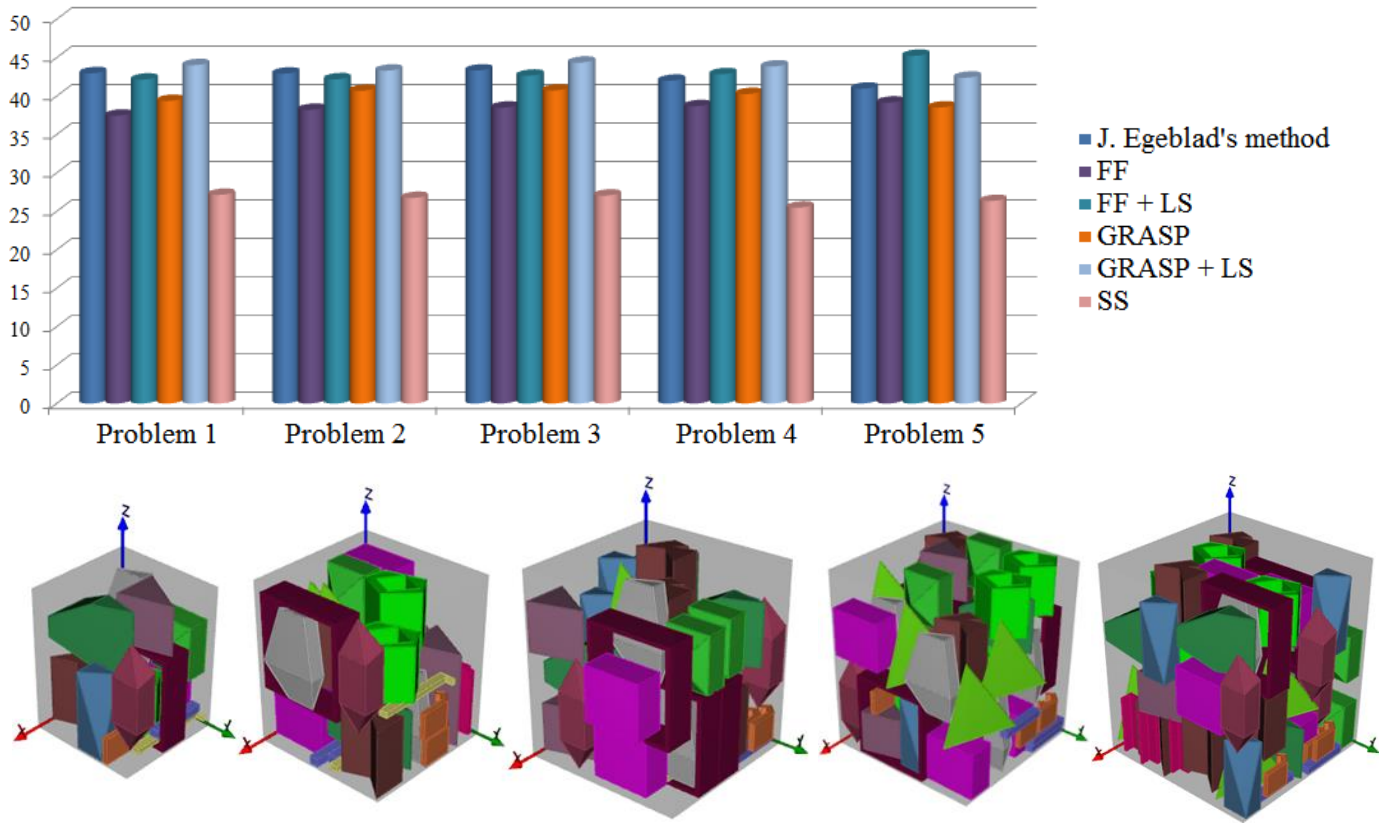


Fig. 7 Algorithms comparisons for samples 4-8

Main advantages of voxel-base representation are:

- Solution correctness (in this view): small changes in the source data do not entail a change in the results
- Speed and reliability of realization of basic logical operations

Ability to control resulting accuracy: depending on the chosen admission of approximation (a step of a discrete-logical grid) it is possible to receive rough (for initial solution steps) and precise results (for a final solution). When the faces number grows to thousands, floating point calculations reliability sharply falls, whereas DLR operation (voxel-base representation) is not affected in any way.

5. Conclusion

The paper considers approaches to solving the problem of packing non-convex polyhedra into a parallelepiped container based on the NFP construction using object-base and voxel-base representations, allowing a variety of results in term of time spent and accuracy. Package density at increase in objects accuracy with the use voxel-base representation approaches shared results. In addition, these studies have

demonstrated that package time at the use is de facto independent on polygonal approximation accuracy, though the latter has a significant impact on resulting quality.

References

1. Stoyan,Yu., Chugay, A. Packing cylinders and rectangular parallelepipeds with distances between them into a given region. European Journal of Operational Research 197 (2009) 446-455.

2. Jens Egeblad, Benny K. Nielsen, Allan Odgaard. Fast neighborhood search for two and three-dimensional nesting problems. European Journal of Operational Research 183 (2007) 1249–1266.

3. Lutters, E., D. ten Dam, T.Faneker. 3D nesting of complex shapes. (2012) 3D Nesting of Complex Shapes. Procedia CIRP, 3 . 26 - 31. ISSN 2212-8271.

4. Stoyan Yu., Gil N., Scheithauer G., Pankratov A. Packing non-convex polytopes into a parallelepiped. TU Dresden, 2004.-32c.- (Preprint MATH-NM-06-2004)

5. Chernomorets A. Mathematical model and solution method of polyhedra packing problem, Kharkov, IPMash, 1993.-16p.

6. Verkhoturov, M.A., Verkhoturova, G.N. Process modeling of 3D packing problem on base discreet logical representation. – Deciding under Conditions of Uncertainty, SATUU, Ufa, 285-293, 1998.

7. Gil N, Chernomorets A. Built method of surface 0-level F-function. - Kharkov, IPMash, 1999.-29p. (Preprint ASU-IPM-329-1999)

8. Verkhoturov, M.A., Verkhoturova, G.N., Yagudin, R.R. Geometric optimizing modeling in the systems of 3-D objects placing. Workshop on computer science and information technologies CSIT'2012, Ufa – Hamburg – Norwegian Fjords, 2012, pp. 176 – 179.

9. Yagudin, R.R. (2012) Challenge to optimize packing polyhedral in parallelepiped region by constructing vector hodograph vector-function dense placement. Scientific Technical statements. St. Petersburg State Polytechnical University. System analysis and management. vol.5(157), pp.58-63. SP-bSPU, St.Petersburg.

10. Verkhoturov, M.A., Verkhoturova, G.N., Yagudin R.R. (2013). Dynamic usage of no-fit polyhedron for solving the non-convex polyhedrons dense packing problem. A series of mathematical and computer modeling. vol.5(79), pp.15-23. OGTU, Orel.

11. Egeblad J., Benny K., Marcus B. Translational packing of arbitrary polytopes. Elsevier. Computational geometry. Volume 42, Issue 4, 2009.-pp.269-288.

О.Д. Бербасов, И.В. Лёзина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ СЕТЬЮ С РАЗЛИЧНЫМИ ФУНКЦИЯМИ АКТИВАЦИИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Каждый человек ежедневно сталкивается с проблемой прогнозирования каких-либо событий на ближайшее будущее. Особенно остро эта проблема встает в сфере экономики и исследовательской деятельности. По огромным массивам данных, полученных за некоторый интервал времени, необходимо определить закономерность возникновения тех или иных событий, то есть получить прогноз их появления. Так как эти зависимости имеют сложный и неоднородный характер, то при их обработке рационально использовать нейронные сети.

Нейронная сеть – это система соединенных между собой особым образом искусственных нейронов, каждый из которых представляет собой математическую модель нейрона головного мозга человека. Он реализует некоторую нелинейную функцию, которая преобразует входной сигнал и распространяет в сети выходной сигнал.

Прогнозирующая нейронная сеть реализует функцию $y = f(x)$, где x – входной вектор, координатами которого являются последние n членов временного ряда, а значение y – прогнозируемое значение n + 1 члена ряда.

Одной из таких сетей является радиально-базисная сеть (RBF) [1]. Сеть состоит из одного скрытого слоя, выполняющего нелинейное преобразование входной последовательности, и выходного нейрона, суммирующего выходные значения нейронов скрытого слоя [2]. Решение задачи прогнозирования сводится к нахождению функции F, имеющей следующий вид:

$$F(x) = \sum_{i=1}^{N} \omega_i \varphi\left(||x - x_i||\right), \quad (1)$$

где $\{\varphi(||x - x_i||)|i = 1, 2, \dots, N\}$ – множество из N произвольных радиальных базисных функций [3].

Особенностью радиальных базисных функций является то, что они преобразуют расстояние от входного вектора до заданного центра по некоторому закону, причем с увеличением расстояния значение функции монотонно убывает.

В качестве таких функций выбирают функцию Гаусса (2), ядро Епанечникова (3) или квадратичную ядерную функцию (4)

$$K(x) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{x^2}{2}}, \quad (2)$$

$$K(x) = 0{,}75\left(1 - \frac{x - c}{2\sigma^2}\right), \quad (3)$$

$$K(x) = \frac{15}{16}\left(1 - \frac{x-c}{2\sigma^2}\right)^2, \quad (4)$$

где x – координата входного вектора, c – координата центра, σ – ширина окна радиальной функции.

Процесс обучения сети сводится:

- К подбору центров формы базисных функций;
- К подбору весов нейронов выходного слоя.

Веса нейронов и центры инициализируются случайным образом на основе равномерного распределения в интервале [0;1].

Обучение сети проводится по методу обратного распространения ошибки, который определяет стратегию подбора весов многослойной нейронной сети с применением градиентных методов оптимизации. Перед началом обучения временной ряд разбивается на две части. Первая часть используется в процессе обучения, вторая – при тестировании. Обучение проводится в два этапа. На первом этапе предъявляется обучающий пример и рассчитывается значение целевой функции:

$$E = \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{K} \omega_i \varphi_i(x) - d\right)^2 \quad (5)$$

На втором этапе значение этой функции минимизируется, при этом значения весов, координат центров и ширины окон изменяются в соответствии с формулами:

$$w_i(t+1) = w_i(t) - \eta_w \frac{\partial E(t)}{\partial w_i(t)}, \quad (6)$$

$$(c_i(t+1) = c_{ij}(t) - \eta_c \frac{\partial E(t)}{\partial c_{ij}(t)}, \quad (7)$$

$$\sigma_{ij}(t+1) = \sigma_{ij}(t) - \eta_R \frac{\partial E(t)}{\partial \sigma_{ij}(t)}. \quad (8)$$

В процессе тестирования на входы нейронной сети подается n членов второго ряда, где n – ширина окна прогнозирования, и вычисляется значение выходного сигнала, которое является спрогнозированным значением n + 1 члена ряда, которое помещается в новый ряд спрогнозированных значений. Далее окно смещается и вычисляется следующее значение. Алгоритм заканчивается при получении прогнозируемого значения последнего члена временного ряда, после чего вычисляется СКО полученного прогнозируемого временного ряда от второй части исходного ряда.

Цель данной работы – реализовать автоматизированную систему прогнозирования временных рядов с использованием радиально-базисной нейронной сети и сравнить между собой результаты её работы при использовании различных функций активации. В системе реализована возможность загрузки временных рядов, из которых формируется обучающая выборка и набор данных, на котором проводится тестирование. Также имеется возможность сохранить состояние нейронов сети на внешний носитель для последующей загрузки в систему и использования.

В качестве тестовой выборки использовался курс акций Apple Inc (AAPL) за период с 31 декабря 2004 года по 7 апреля 2017 года [4].

Исследование работы сети с разными функциями активации показало, что использование ядра Епанечникова СКО прогноза равняется 0,015, при использовании квадратичной ядерной функции – 0,016. При использовании функция Гаусса СКО составляет 0,019.

В результате проведенного эксперимента было установлено, что при использовании ядро Епанечникова показывает результаты лучше, чем функция Гаусса и квадратичная ядерная функция.

Литература

1. Латыш, С.К., Исследование аппроксимативных возможностей радиально-базисной сети с различными функциями активации [Текст] / С. А. Прохоров, И. А. Лёзин, И. В. Лёзина, С. К. Латыш, С. А. Саиян – Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Механика, т.15, №4, 2013. – с. 271–274. – ISSN 1990-5378.

2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.

3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е издание.: [пер. С англ]. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.

4. Apple Inc. (AAPL) [Электронный ресурс]/Yahoo URL: https://finance.yahoo.com/quote/AAPL/history?ltr=1 (дата обращения: 01.20.2018).

С.С. Бекназарова

ОПИСАНИЕ ПОТОКОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИНОМОВ

(Ташкентский университет информационных технологий
им. Мухаммада Ал-Хорезми)

Аннотация: Алгоритм цифровой обработки позволяют преобразовывать изображения для улучшения их визуального восприятия, обеспечения их хранения, передачи, визуализации в электронном виде и дальнейшего анализа заложенной в них информации.

Abstract: digital processing algorithm capable of converting images to improve their visual perception, ensuring their storage, transfer, visualization in electronic form and further analysis laid down in them.

Ключевые слова: управление, яркость изображения, полиномы.

Keywords: control, the brightness of the image, polynomials.

Цифровая обработка изображений является бурно развивающейся областью науки. Исследование и разработка методов и алгоритмов обработки и анализа информации представленной в виде цифровых изображений является

весьма актуальной задачей. Цифровая обработка изображений является одним из приоритетных направлений науки и техники. Это обуславливается тем, что изображения используются в качестве средства получения визуальной информации в системах наблюдения, технического зрения, видеотелефонии, телевидения, автономных интеллектуальных системах, телемедицине и др. Поэтому методы обработки визуальной информации, обеспечивающие повышение визуального качества восприятия изображений, сжатие данных для хранения и передачи по каналам связи, а также анализ, распознавание и интерпретацию зрительных образов для принятия решения и управления поведением автономных технических систем играют все более важную роль[3].

Алгоритм управления яркостью изображения предназначен для коррекции дефектов изображения путем применения формулы (1).

$$z_n = U_{\theta-1}^{-1}\left(\frac{1}{2}C\right)U_{\theta-n-1}\left(\frac{1}{2}C\right)\left[z_0 + \sum_{k=1}^{n-1} U_{k-1}\left(\frac{1}{2}C\right)(u_k - \upsilon_k)\right] +$$
$$+U_{\theta-1}^{-1}\left(\frac{1}{2}C\right)U_{n-1}\left(\frac{1}{2}C\right)\left[z_\theta + \sum_{k=n}^{\theta-1} U_{\theta-k-1}\left(\frac{1}{2}C\right)(u_k - \upsilon_k)\right]. \quad (1)$$

где: z_0 и z_θ - строки исходных данных для вычисления коэффициентов коррекции, они задаются напрямую из изображения (это первая и последняя строки исследуемой области); $U_{\theta-1}^{-1}-$обратная матрица от матричного полинома Чебышева в степени $\theta-1$; $U_{\theta-n-1}^{-1}-$ матричного полинома Чебышева в степени $\theta-n-1$; $C-$ квадратная матрица Якобиева - трехдиагональная матрица, аргумент для вычисления полиномов Чебышева U_n; $U_{k-1}-$ матричного полинома Чебышева в степени $k-1$; u_k и υ_k-параметры управления в виде векторов; $n-$ номер строки в матрице коэффициентов коррекции для матрицы яркостей; $k-$ текущий индекс суммируемого массива; $\theta-$параметр указывающий размерность всех матрицы (яркости, коррекции) векторов управления[1,2].

В результате обработки достигается требуемой яркостью, который позволяет скорректировать яркость пикселей в выделенной области изображения за счет коэффициентов управления. При этом создаются две дополнительные матрицы размером выделенной области изображения, которые заполняются значениями U и V. Далее алгоритм просматривает все точки изображения и для каждой вычисляет перебором значения U и V, соответствующие условию, и найденные значения затем записывает в соответствующие элементы дополнительных матриц. После того, как будут просмотрены все точки, происходит процесс суммирования их текущих значений с вычисленными U и V, т. е.

$$Z'_{i,j} = Z_{i,j} - U_{i,j} + V_{i,j},$$

где Z и Z' – матрица значений яркости до и после коррекции, U и V– матрицы управляющих значений. В результате выполнения этого шага резкость и четкость изображения увеличиваются.

Данный алгоритм использует следующие шаги обработки:

1). На изображении выделяется квадратная рабочая область, поскольку использование только квадратных матриц обусловлено наличием в формуле (6.1) обратной матрицы, существующей только для квадратных матриц.

Далее определяется исследуемая область путем добавления сверху и снизу к рабочей области по одной строке пикселей текущего изображения, шириной рабочей области[4].

2). Производится поиск эталонных коэффициентов коррекции яркости, который осуществляется по следующим правилам:

$$\text{если } z_{ij} \in [\beta, \beta+\varepsilon] \Rightarrow K_{ij} = 0$$

$$\text{если } z_{ij} < \beta \Rightarrow K_{ij} = \beta - z_{ij}$$

$$\text{если } z_{ij} > (\beta+\varepsilon) \Rightarrow K_{ij} = (\beta+\varepsilon) - z_{ij}$$

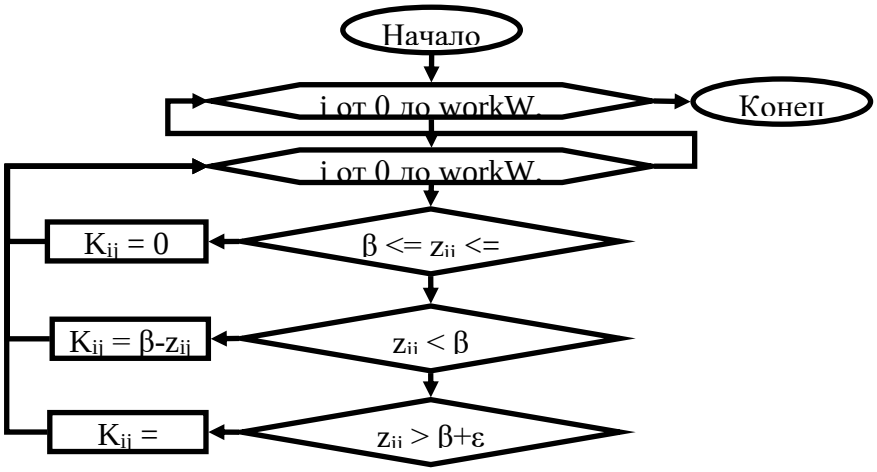


Рис. 1. Алгоритм поиска эталонных коэффициентов коррекции яркости

3). Производится подготовка N матричных полиномов Чебышева (от U_0 до $U_{\theta-1}$). Формулы (2) используется для вычисления коэффициентов, подставляемых в формулу (1). При этом коэффициенты выражены как матричные полиномы Чебышева в степени от 0 до θ-1.

4) Производится вычисление коэффициентов коррекции для $n-$ной строки исследуемой области, $n \in [1, \theta-1]$. Причем, для каждой строки (кроме первой и последней, они используется как опорные) из исследуемой области по формуле (6.2) вычисляются коэффициенты управления u,v и по ним вычисляются коэффициенты коррекции яркости.

Литература

1. Безруков В.Н. Специфика видеоконтроля изображений вещательного телевидения, Материалы международного конгресса НАТ, Москва, 2002. - С.215-216.

2. Воробель, Р.А. Повышение контраста изображений с помощью модифицированного метода кусочного растяжения. Отбор и обработка информации / Р.А. Воробель, И.М. Журавель -М.: 2000, -№14 (90), -С. 116-121.

3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Перев. с англ. — М.: Техносфера, 2006. — 1070 с.
4. Гонсалес, Р. «Цифровая обработка изображений» [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс - М.: «Техносфера», 2005. - 1073 с.
5. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс: пер. с англ. под ред. П. А. Чочиа. — М.: Техносфера, 2006. - 1072 с. — ISBN 5-94836-028-8.

Д.В. Безруков, И.М. Куликовских

МОДЕЛЬ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ НЕОКОГНИТРОНА

(Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева)

В 1980 году Кунихико Фукусима представил неокогнитрон, нейронную сеть прямого распространения, способную распознавать рукописные цифры, а в 1988 году опубликовал документ, описывающий реализованный и функциональный экземпляр Неокогнитрона. Сеть основана на результатах Хьюбеля и Вайзеля, согласно которым существует 2 типа клеток в первичной зрительной коре: S-типа и C-типа (простые и сложные соответственно). Клетки S-типа используются для выявления локальных признаков, а клетки C-типа используются для компенсации искажений. Локальные признаки обобщаются поэтапно от более простых к более сложным.

Существуют различные модификации неокогнитрона – включение в сеть дополнительных слоев, модификация позволяющая проводить обучение с учителем [1,2], модификация двойного порогового значения и многие другие. В данной статье будет предложен вариант добавления в модель неокогнитрона модуля памяти. Такая модификация неокогнитрона позволит применять его для данных, в которых важны такие возможности модели как:

- Устойчивое распознавание образов
- Обработка последовательных данных

Примером таких данных являются:

- Распознавание образов на видео [3]
- Временные ряды (финансовые данные) [4, 5]
- Распознавание рукописного текста в режиме online

Задача

Построить математическую модель для классификации, соединяющую в себе искусственную нейронную сеть сверточного типа неокогнитрон для распознавания локальных признаков, а также модуль долгосрочной памяти.

Архитектура

На рис. 1 изображена архитектура неокогнитрона, она состоит из слоя входных данных U0 и последовательных пар слоев S-типа и C-типа. Слой S-типа состоит из плоскостей S-типа, каждая из которых отвечает за распознавание определенного локального признака. Слой C-типа состоит из плоскостей C-типа, каждая из которых обеспечивают инвариантность относительно позиции шаблона внутри его чувствительной области. C-плоскости последнего слоя реализуют функцию распознавания итогового образа. Например, в случае распознавания цифр, каждая из 10 C-плоскостей будет отвечать за конкретную цифру.

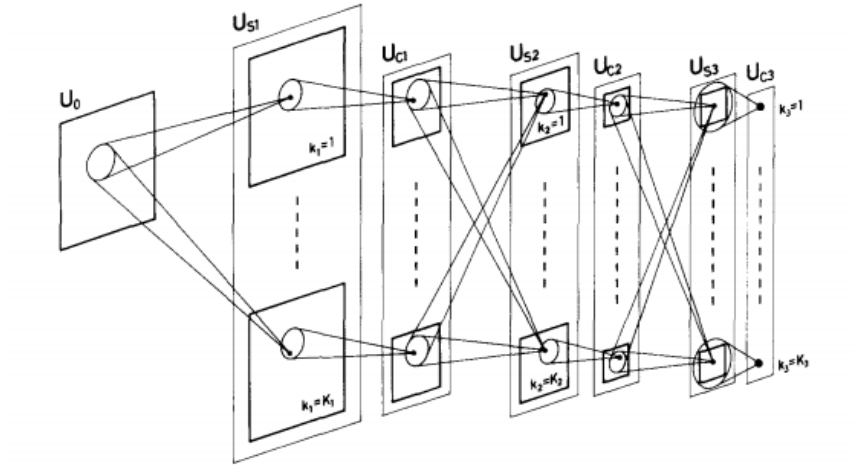


Рисунок 1 – Архитектура неокогнитрона

Модели памяти

В качестве модели памяти в принято использовать различные варианты рекуррентных нейронных сетей. Благодаря наличию обратных связей данный вид сетей подходит для обработки серии событий во времени.

Примеры рекуррентных нейронных сетей:

- сеть Элмана
- сеть Хопфилда
- сеть Хемминга
- LSTM
- GRU
- NARX

Наибольшее распространение на практике получили сети LSTM и GRU [6].

Итоговая архитектура сети

Как описано выше, итоговое распознавание в традиционном неокогнитроне происходит в последней паре состоящей из S- и C-слоя нейросети. Этот слой будет заменен на модуль памяти. Итоговая архитектура сети изображена на рисунке 2.

Из-за того, что блок памяти встраивается после основной части неокогнитрона, и традиционный неокогнитрон может быть обучен для распознавания

образов при помощи самоорганизации, то обучение этих двух частей может происходить независимо. Таким образом задача разбивается на 2 части:

1. Обучить традиционный неокогнитрон для распознавания образов
2. Обучить модуль памяти используя полученные образы и маркировку исходных данных

Такой подход имеет как преимущества, так и недостатки – к преимуществам можно отнести изолированность модуля памяти, что позволит использовать различные варианты не переобучая основную сеть, что может быть критично при обучении на большой выборке данных, к недостаткам же можно отнести то, что при обучении неокогнитрона не учитываются особенности выбранного модуля памяти, что может приводить к потенциальной потере точности.

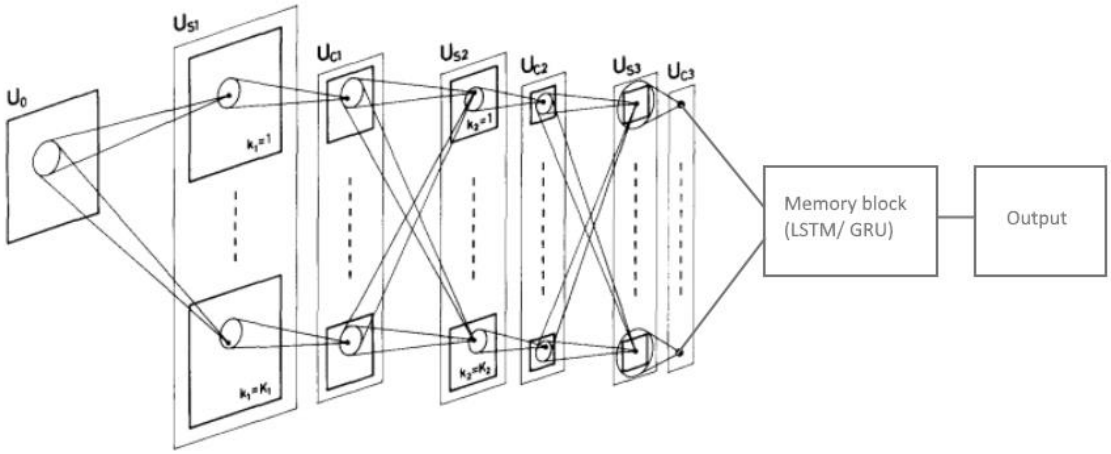


Рисунок 2 – Архитектура неокогнитрона с долгосрочной памятью

Результаты

В качестве данных используются исторические данные о торгах пары Bitcoin/JPY за период с 04.07.2017 по 08.01.2018 с интервалом в минуту. На базе этих данных при помощи модифицированного неокогнитрона будет проводиться UP/DOWN классификацию. Для каждого момента времени данные содержат кортеж данных:

- *Open* – цена на момент открытия
- *High* – наибольшая цена во время торгов
- *Low* – наименьшая цена во время торгов
- *Close* – цена на момент закрытия
- *Volume (BTC)* – объем продаж в BTC
- *Volume (JPY)* – объем продаж в валюте (JPY)
- *Weighted price* – средневзвешенная цена во время торгов

В качестве меток для данных будем использовать синтетические параметры up – если цена на следующем временном интервале будет выше текущей, или down – если наоборот ниже. Наборы данных генерируются при помощи метода скользящего окна.

В таблице 1 указаны результаты тестирования классического и модифицированного неокогнитрона, а также подобную вариацию для сверточной нейронной сети [7].

Исходя из полученных результатов можно наблюдать, что добавление модуля памяти, привело к увеличению точности классификации. Также из результатов наблюдается больший рост при добавлении LSTM к CNN. Причиной этому может быть как и описано выше, что сеть CNN+LSTM обучается как единое целое, так и то, что CNN для обучения использует метод обратного распространения ошибки.

Таблица 1 – Результаты обучения

Модель	Результат (Accuracy)
Neocognitron	52.13%
Neocognitron + LSTM	54.32%
CNN	54.37%
CNN + LSTM	57.21%

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-6218.2018.9.

Литература

[1] Kunihiko Fukushima *Neocognitron: A Self-organizing Neural Network Model for a Mechanism of Pattern Recognition* Biological Cybernetics 1980

[2] Kunihiko Fukushima *Neocognitron capable of incremental learning* Elsevier *2003*

[3] Jeff Donahue, Lisa Anne Hendricks, Marcus Rohrbach, Subhashini Venugopalan, Sergio Guadarrama, Kate Saenko, Trevor Darrell *Long-term Recurrent Convolutional Networks for Visual Recognition and Description*, 2016

[4] Nima Hatami, Yann Gavet and Johan Debayle *Classification of Time-Series Images Using Deep Convolutional Neural Networks* 2017

[5] Yi Zheng, Qi Liu, Enhong Chen, Yong Ge, and J. Leon Zhao, *Time Series Classification Using Multi-Channels Deep Convolutional Neural Networks* Springer International Publishing Switzerland 2014

[6] Understanding LSTM Networks (2015) URL: http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs (Дата обращения 19 марта 2018)

[7] Tara N. Sainath, Oriol Vinyals, Andrew Senior, Has¸im Sak, *Convolutional, long short-term memory fully connected deep neural networks* IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing *2015*

С.А. Буржомов, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ КОНФИГУРИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ АСУ ТП ПРИВОКЗАЛЬНОЙ ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЛЕРОВ REGUL

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

В настоящее время на Привокзальной отопительной котельной (ПОК) г. Самары осуществляется модернизация оборудования, на основе программируемых логических контроллеров (ПЛК) Regul ведется создание современной системы контроля и управления оборудованием.

В связи с тем, что количество сигналов, которые поступают с оборудования, очень велико, появилась необходимость разработки модуля конфигурирования сигналов для ПЛК Regul, который будет интегрирован в АСУ ТП ПОК.

Для данных ПЛК на момент начала работы не существовало стандартного средства для сохранения текущей конфигурации обработчиков сигналов в файл или установки конфигурации обработчиков в соответствии с настройками из файла, настройка обработчиков сигналов осуществлялась с помощью специальных фрагментов кода, отвечающих за инициализацию, код создавался генератором кода на основе таблиц сигналов. Основной недостаток такого метода – необходимость перекомпилировать код при смене настроек.

Для преодоления этого недостатка и разрабатывается модуль конфигурирования сигналов, который войдет составной частью в систему автоматизации управления горелкой АСУ ТП ПОК. Он имеет модульную архитектуру (см. рис. 1), состоит из функциональных блоков, написанных на языке ST, и отвечает за выполнение следующих функций (рис. 2):

1) сохранение текущих настроек обработчиков сигналов ПЛК в файл;
2) настройка обработчиков сигналов ПЛК из файла;
3) создание отчётов в виде HTML таблиц на основе файлов настроек ПЛК;
4) создание отчетов о значениях сигналов в процессе работы ПЛК;
5) настройка обработчиков сигналов без использования файлов конфигурации по командам, полученным из других модулей;
6) контроль корректности настроек в файле на уровне соответствия типов данных;
7) применение настроек к существующим обработчикам сигналов и оповещение об обращении к несуществующим;
8) единообразная настройка групп обработчиков сигналов.

Сам модуль конфигурирования сигналов расположен на ПЛК, на компьютере конечного пользователя должен быть расположен модуль создания отчетов – приложение, написанное на языке C# (см. рис. 3).

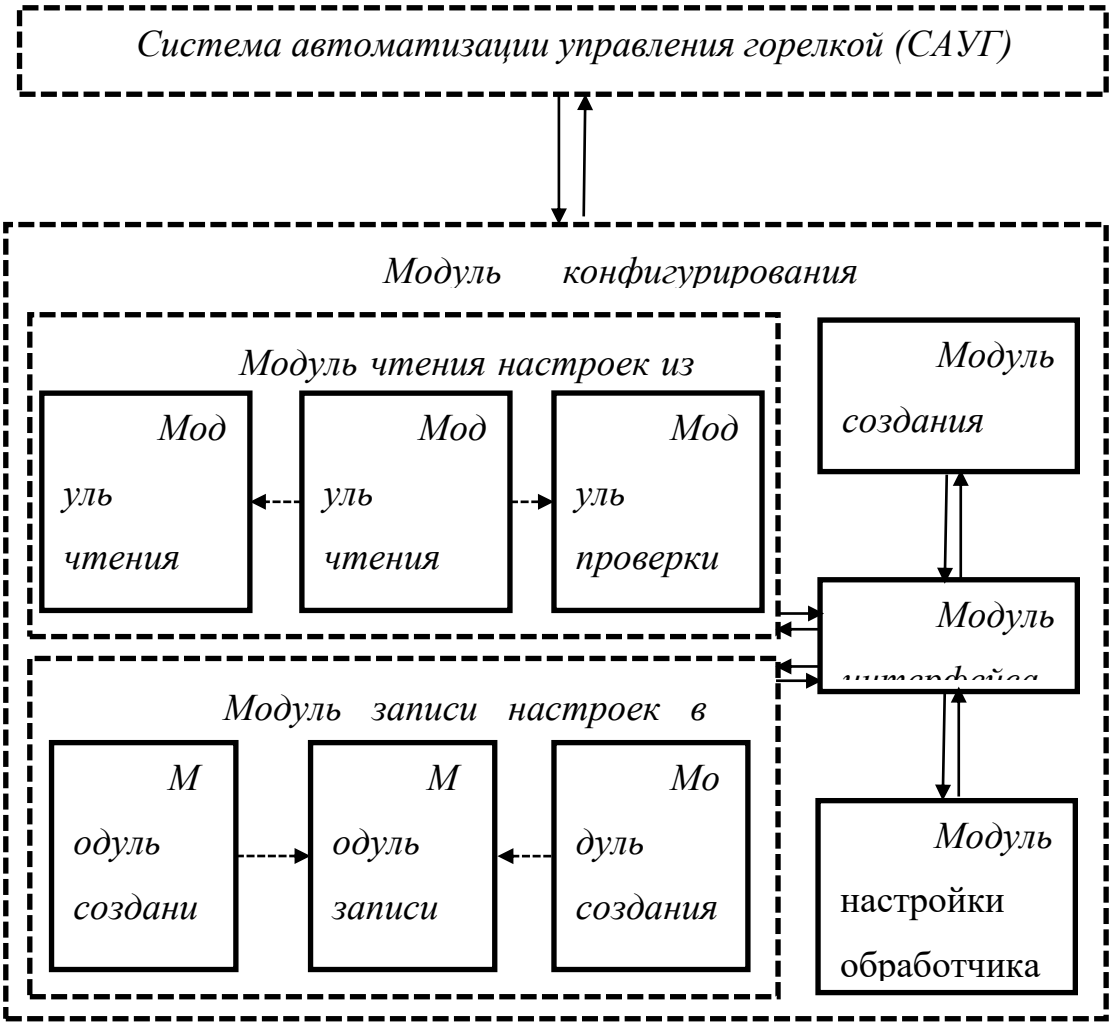


Рис. 1. Структурная схема модуля

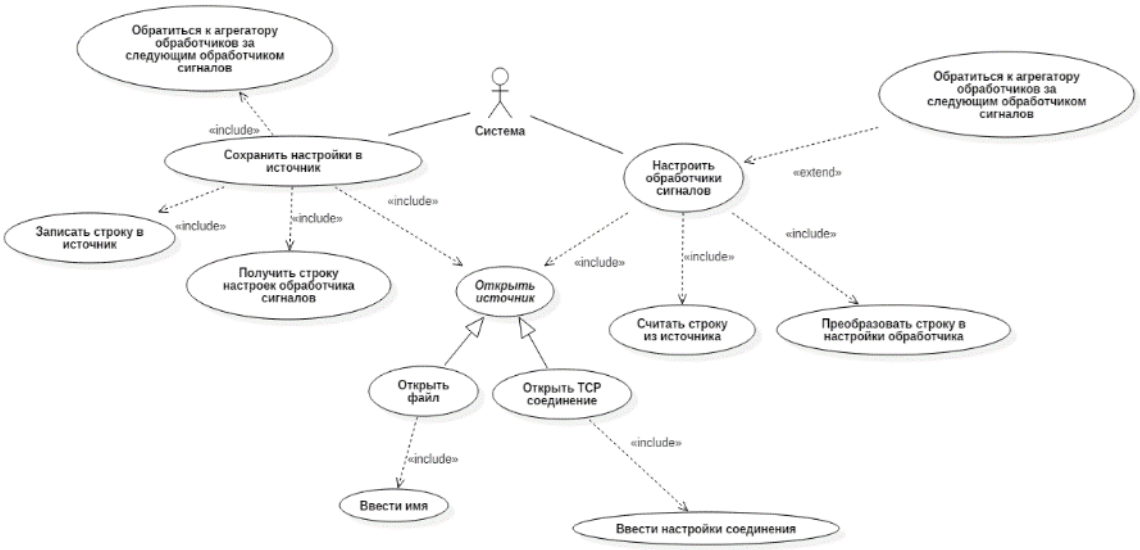


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования модуля конфигурирования сигналов

Модуль создания отчётов может взаимодействовать с ПЛК REGUL напрямую по протоколам TCP или IEC104 или взаимодействовать с файлами конфигурации, полученным с ПЛК по протоколу FTP.

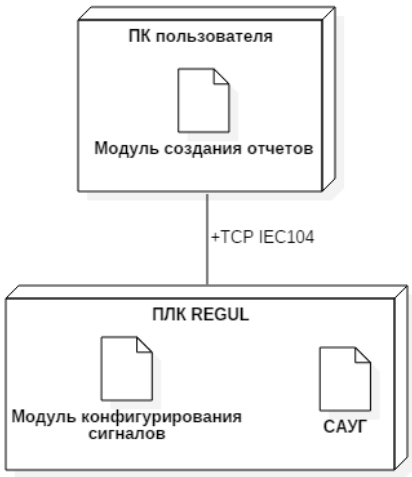


Рис. 3. Диаграмма развертывания

Пользователь при работе с модулем создания отчетов может выполнять следующие действия (рис. 4):

- подключится к ПЛК;
- открыть CSV файл, на основе которого необходимо создать отчёт;
- указать, какие параметры конфигурации попадут в отчет путем создания настроек отчета;
- открыть файл с существующими настройками отчёта;
- создать отчёт в виде HTML-файла, содержащего таблицу отчёта.

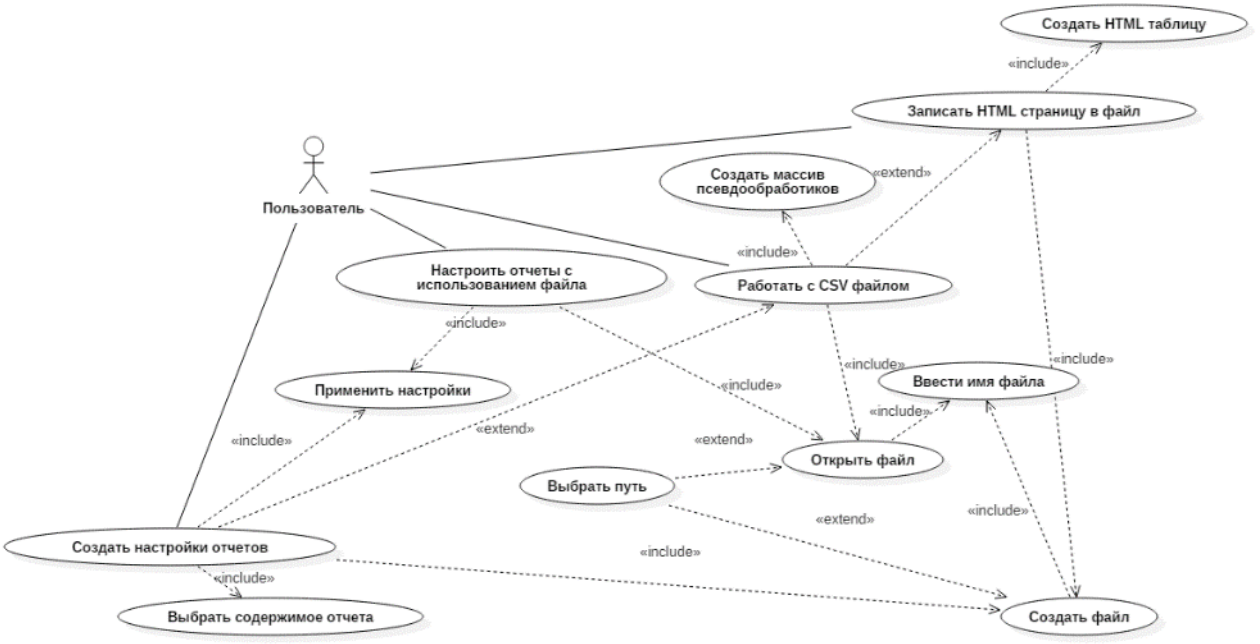


Рис. 4. Диаграмма вариантов использования со стороны пользователя

Данный модуль должен стать частью стандартной библиотеки решений научно-внедренческой фирмы «Сенсоры. Модули. Системы» для ПЛК Regul, его использование позволит:

1) уменьшить количество перекомпиляций;
2) изменять текущую конфигурацию обработчиков сигналов;
3) облегчить отладку за счёт возможности сохранить текущую конфигурацию в файл.

А.В. Вилков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПЕРЕДВИЖЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

(Самарский университет)

В России ввиду большой территории существует большое число коммерческих предприятий, занимающихся наземными транспортными перевозками [1]. Высокая конкуренция на рынке порождает необходимость в постоянном улучшении бизнес-процессов внутри предприятия для успешного соперничества с другими транспортными компаниями. Средствами такого улучшения могут выступать: автоматизация различных информационных потоков, оснащение транспортного парка передовыми технологическими решениями, а также постоянное повышение профессиональных качеств сотрудников.

В настоящее время транспортно-экспедиционные компании имеют возможность использования комплексных автоматизированных систем, работа которых может быть распределена между исполнителями (водителями) и управляющими (экспедиторами, логистами и т.д.) за счет использования средств мобильной связи. Современные мобильные сети способны устанавливать долговременное устойчивое соединение, что решает проблему передачи данных на дальние расстояния.

Примером готового продукта для решения этой задачи является программный комплекс «SmartTruck» [2], который представляет собой интеллектуальную систему перераспределения ресурсов и основан на мультиагентных технологиях. Разрабатываемая автоматизированная система является частью программного комплекса, она построена на клиент-серверной архитектуре. Структурная часть клиентской части системы приведена на рис. 1. Клиентом является приложение, установленное на мобильном устройстве водителя транспортного средства. Оно отвечает за формирование и обработку оперативной информации от водителя: данные о текущем положении транспортного средства, о состоянии исполняемых заказов, о сообщениях, передаваемых в обе стороны, а также данные о самом устройстве. Водителю предоставлена возможность прикрепления документов к сообщениям и заказам, просмотр маршрутов на карте и добавление стоянок в уже существующие маршрутные листы.

При отсутствии стабильного соединения с сетью, мобильное приложение переходит в режим «off-line» и накапливает информацию обо всех операциях с заявками и сообщениях, которые водитель производил при отсутствии соединения с сетью. При появлении сети программа учтет приоритеты операций и в первую очередь отправит на сервер данные, связанные с текущим состоянием заказов.

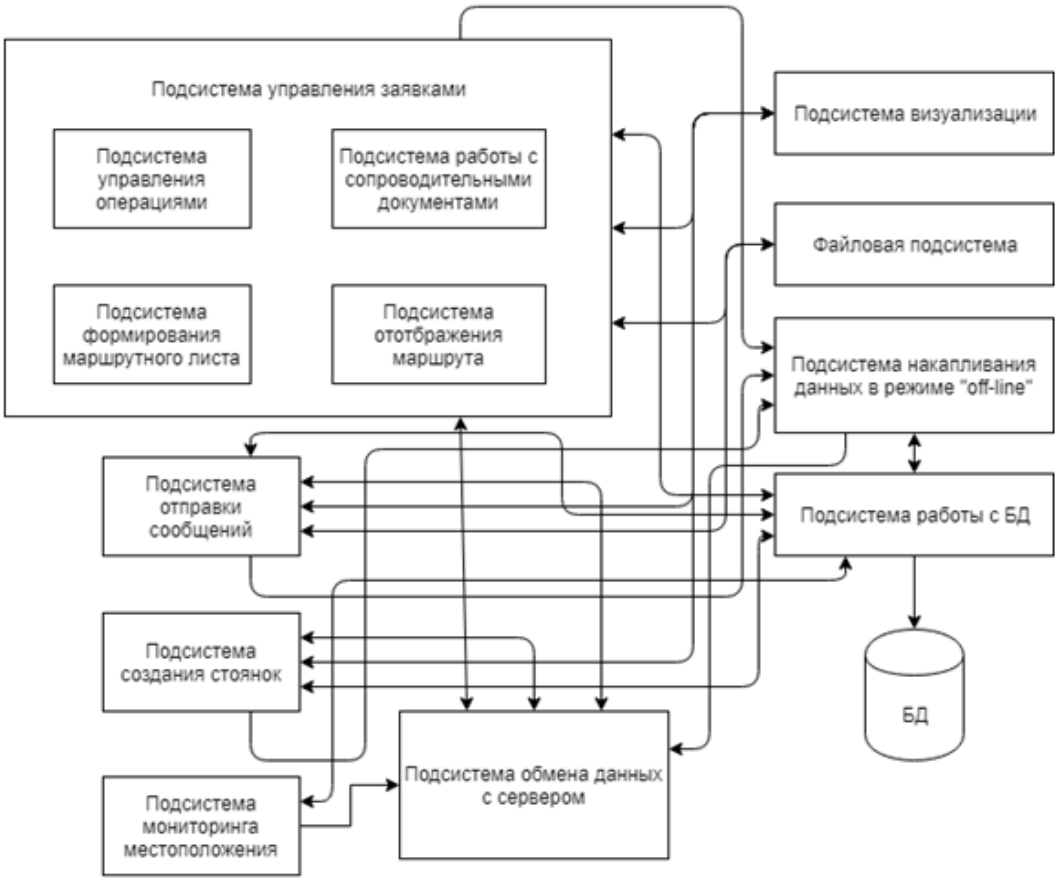


Рис. 1. Структурная схема клиентской части системы

Сервер передает, обрабатывает и сохраняет данные, полученные с мобильных устройств водителей. Эти данные в дальнейшем будут использованы для формирования маршрутных листов и перераспределения ресурсов внутри программного комплекса «SmartTruck».

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ (дата обращения 20.03.2018).

2. SmartTruck – НПК «Разумные решения» [Электронный ресурс]. URL: http://smartsolutions-123.ru/products/18/ (дата обращения 20.03.2018).

О.А. Володина

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ВИДЕОРОЛИКОВ ПО ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

Распознавание эмоций широко применятся в различных сферах деятельности, включая управление отношениями с клиентами, маркетинговые исследования, идентификация мошенников и является актуальной задачей в современном мире. Кроме того, при помощи распознавания эмоций зрителя можно решать задачу классификаций видеороликов и предоставлять их пользователю по принципу схожести реакций на них. Но для этого нужно сначала решить такую подзадачу, как создание системы анализа видеороликов при помощи определения эмоций пользователя.

На данный момент существует множество систем анализа эмоций человека, в том числе с одним из таких можно ознакомиться на облачном сервисе Azure компании Microsoft[1]. В то же время, на данный момент не существует сервиса для анализа эмоциональной реакции в режиме реального времени при просмотре видеороликов. Именно поэтому мною было решено создать сервис для обработки реакций пользователя на видеоролики.

Для решения задачи определения эмоций и созданию системы на основе полученного решения мною были проделаны следующие шаги:

1) Внедрение нейронной сети для анализа эмоций человека в серверную часть системы;
2) Обучение нейросети;
3) Разработка клиентской части в виде мобильного приложения, занимающегося трансляцией видео и сбором данных;
4) Организация обмена данными между клиентом и сервером;
5) Отображение эмоций пользователя в режиме реального времени.

В качестве средства анализа эмоций пользователя мною была выбрана сверточная нейронная сеть[2], содержащая 4 остаточных глубинных отделимых свертки, где за каждой сверткой следует операция пакетной нормализации и функция активации ReLU. Последний слой применяет глобальный средний пул и функцию активации max-max для прогнозирования. С помощью данной нейронной сети можно разделить эмоции на следующие семь классов: «сердитый», «отвращение», «испуганный», «счастливый», «грустный», «удивленный», «нейтральный». Точность определения эмоций нейросетью составляет 66%. Полностью процесс обработки, включая модуль обнаружения лица OpenCV, классификацию полов и классификацию эмоций занимает 0.22 ± 0.0003 мс на процессоре i5-4210M.

Архитектура нейронной сети представлена на рисунке 1:

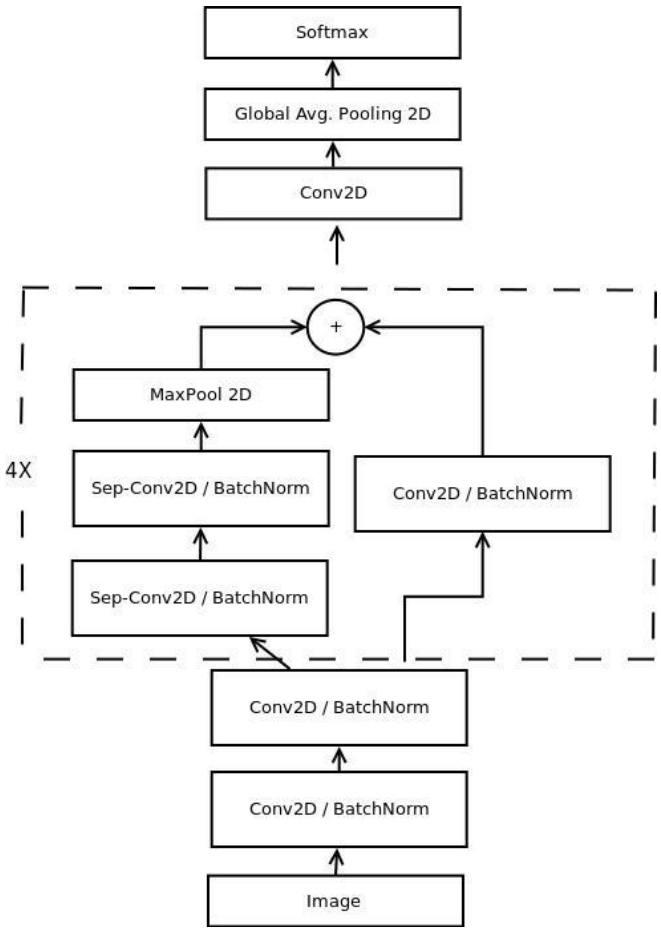


Рис. 1. Архитектура используемой сверточной нейронной сети

Обучение нейронной сети проходило при помощи обучающей выборки fer2013[3].

Клиентская часть системы была сделана в виде Android-приложения и написана на языке kotlin. У приложения имеется три интерфейса: вход, выбор видео из списка и просмотр видео, с использованием Youtube API. При просмотре видео отображается определенная сверточной нейронной сетью оценка эмоционально реакции человека в виде смайлика.

Примеры интерфейсов приведены на рисунке ниже:

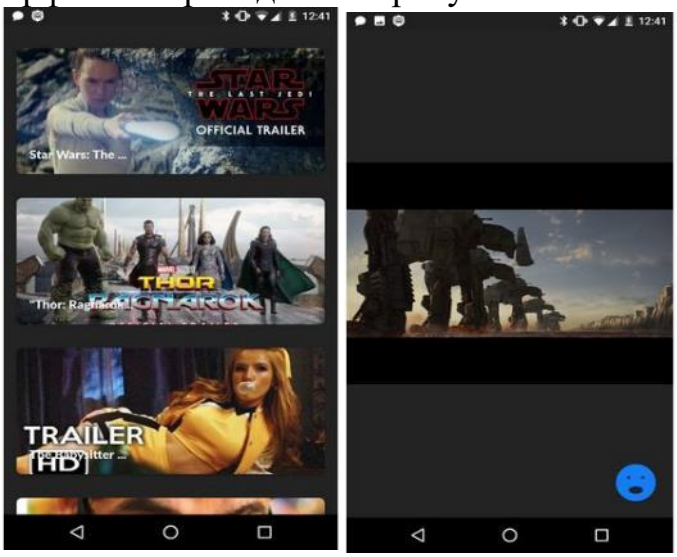


Рис. 2. Основные интерфейсы разработанного мобильного приложения

Алгоритм работы обмена данными между клиентом и сервером сводится к пересылке данных в виде фотографий пользователя серверу и получению обработанных результатов от него в виде JSON файлов с информацией в них об определенных сервером эмоциях пользователя.

В качестве обратной связи с отображением испытываемых эмоций пользователю в окне просмотра видеоролика генерировались смайлы.

В результате, в разработанной мною системе оценка реакции сервером при просмотре видеоролика производилась каждые 15 секунд.

Задержка обратного отображения реакции пользователю составляла от 3 до 5 секунд, что является хорошим результатом, если учитывать то, что обработка данных для дальнейшего их отображения происходит через сеть и включает в себя пересылку данных между клиентом и сервером.

Точность определения эмоций системой составила 66%.

В дальнейшем мне бы хотелось расширить разработанную систему определения эмоциональных реакций пользователя на видеоролики и использовать полученные данные классификации для решения задачи поиска видеороликов по категориям эмоций.

Литература

1 Демонстрация API от Microsoft Azure для распознавания эмоций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/cognitive-services/emotion/

2 Сверточная нейронная сеть для задачи классификации эмоций в режиме реального времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/oarriaga/face_classification/tree/master

3 Тестовый набор данных fer2013 для обучения нейронной сети распознаванию эмоций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kaggle.com/c/challenges-in-representation-learning-facial-expression-recognition-challenge/data

А. Ю. Гетманская

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ

(Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.)

Важнейшие реформы процесса обучения обусловлены уровнем и характером общественного развития. Коренные преобразования в процессе эволюции общества всегда ставили новые цели перед теми, кто занимался процессом передачи накопленного опыта, что, в свою очередь, вело к возникновению новых средств обучения – обучающих систем.

Целью данной работы является математическое моделирование обучающих систем на основе конечных автоматов. Исследуя данную область,

было выявлено три тесно связанных между собой подобласти, а именно: классическая теория автоматов, статистическое обучение, спектральное обучение [1].

1 Система обучения на основе иерархических конечных автоматов

С целью более четкого представления технологии систем адаптивного обучения на основе иерархических конечных автоматов была рассмотрена статья [3]. Системы адаптивного обучения являются инструментом классификации обучаемых на различные когнитивные уровни, однако, каждая система имеет уникальные алгоритмы адаптации, основанные на методике построения контента, стратегиях, анализе предпочитаемых стилей обучения, реакции системы на ответы обучаемых, что позволяет формировать уникальные траектории обучения для каждого обучаемого [6;8].

Разработка данных алгоритмов предполагает создание модели адаптивного обучения. Так как специфика адаптивных систем в соответствии с таксономией Блума представлена конечным набором уровней, и использование «multiple choice» как инструмента для организации процесса обучения даже на высоких когнитивных уровнях является возможным, что также определяет конечность возможных состояний системы, применение теории конечных автоматов для построения такой модели является наиболее целесообразным [5].

2 Формализация задачи

Опираясь на постановку задачи, перейдем к ее формальному описанию. Пусть система обучения формализована в виде конечного автомата Мили, представленного на рисунке 1, $S = \{U, Y, X, x_0, \Lambda, \mathrm{H}\}$, где

U – конечный набор входов $\{u_i\}_{i=1\ldots I}$, соответствующий значению результата начального уровня знаний в определенной области:

U_0 – пороговый уровень (70%);

U_1 – выше порогового;

U_2 – ниже порогового;

Y – конечный набор выходов $\{y_i\}_{i=1\ldots I}$, соответствующий значениям результатов оценки знаний, полученных за время обучения;

X – конечный набор состояний $\{x_i\}_{i=1\ldots I}$, соответствующих определенным уровням сформированности полученных знаний

x_0– начальное состояние системы;

x_1– остановка работы автомата;

x_2 – сложность заданий для низкого уровня знаний;

x_3 – сложность заданий для среднего уровня знаний;

x_4 – сложность заданий для высокого уровня знаний;

x_k – сложность заданий для исследовательского уровня знаний;

Λ – набор функций перехода $U \times X \to X$, $\{\lambda_i\}_{i=1\ldots I}$ между уровнями сформированности полученных знаний.

H – набор функций выхода $U \times X \to Y$, $\{\eta_i\}_{i=1\ldots I}$ автомата и представление результата сформированности полученных знаний.

Тогда интерпретируем представленную модель в терминах постановки задачи следующим образом:

$\{u_i\}_{i=1...I}$ – ответы обучаемого на поставленные задачи;

$\{y_i\}_{i=1...I}$ – реакция системы на ответы обучаемого;

$\{x_i\}_{i=1...I}$ – когнитивный уровень в соответствии с таксономией Блума;

x_0 – начальный уровень знаний обучаемого, выявленный в результате диагностического тестирования;

$\{\lambda_i\}_{i=1...I}$ – вопросы, задаваемые системой обучаемому для перехода на другой уровень компетенции с генерацией соответствующей реакции;

$\{\eta_i\}_{i=1...I}$ – объяснения, предлагаемые системой на данном уровне компетенции.

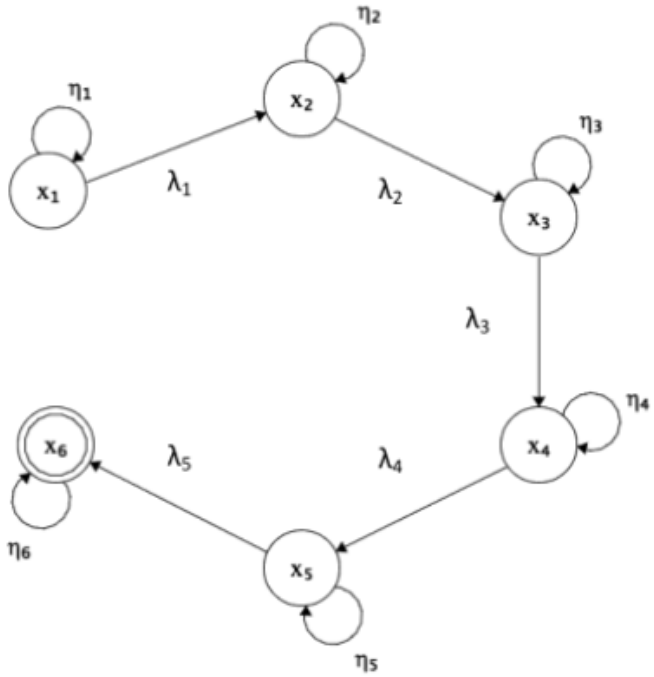


Рисунок 1– Модель конечного автомата системы адаптивного обучения.

Данные множества были использованы при построении автомата Мили. Автомат на выходе выдает результат уровня сформированности компетенций, который будет использоваться при переходе к следующему этапу обучения.

Λ – Наборы функций переходов Λ: $U \times X \to X$, $\{\lambda_i\}_{i=1...I}$ и выходов H: $U \times X \to Y$, $\{\eta_i\}_{i=1...I}$ показывают, каким образом в процессе построения индивидуальной траектории принимается решение о выводе результата. Состояние алфавита x_0 соответствует остановке работы автомата на определенном уровне сформированности полученных знаний и на выходе выдает результаты обучающихся Y $[2; 7; 9]$.

3 Заключение

Описанная модель позволяет оптимизировать процесс обучения, так как состояние x_0 учитывает уровень сложности заданий и выполняет проверку по выполнению заданий для различных уровней знаний.

В представленной модели на каждом этапе работы системы учитывается состояние автомата в определенный момент времени и выполняется управление переходами между различными модулями и состояниями.

Входной алфавит автомата представляет интегрированный показатель, соответствующий уровню сложности заданий, и показатель траектории обучения. Выходной алфавит зависит только от состояния, в котором система находится на данный момент времени.

Литература

1 Borja de Balle Pigem / Learning Finite-State Machines // Statistical and Algorithmic Aspects – P. 4-56.

2 Никитин П.В., Фоминых И.А., Горохова Р.И. «Использование интеллектуальной обучающей системы при обучении студентов информационным технологиям» // Вестник ИрГТУ. 2015 – С. 24-26.

3 Прохоров С. А, Куликовских И. М. «Система адаптивного обучения на основе иерархических конечных автоматов» // Научная статья // Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет) 2015 – С. 4-8

4 Intelligent tutoring systems: formalization as automata and interface design using neural networks / S.G. Curilem, A.R. Barbosa, F.M. Azevedo // Computers & Education. 2013 – С. 124-133.

5 Борисова Наталья Александровна. Таксономия Блума. [Электронный ресурс] URL: https://nsportal.ru/nachalnaya-shkola/mezhdistsiplinarnoe-obobshchenie/2015/01/08/taksonomiya-tseley-bluma (дата обращения: 21.03.2018)

6 Implementing computer-based assessment - A web-based mock examination hanges attitudes / T. Deutsch, K. Herrmann, T. Frese, H. Sandholzer // Computers & Education. 2012 – С. 14-19.

7 А.Л. Красс /Метод обучения сложных систем с большим числом входных данных и выходных воздействий / Опубликовано в Научно-техническом вестнике СПбГУ ИТМО. 2014. Выпуск 53. Автоматное программирование, с. 295-308.

8 Сытник А.А. Перечислимость при восстановлении поведения автоматов //Доклады РАН. 1993. Т.238. N1. С.25-26.

9 Сытник А.А., Шульга Т.Э. Математические модели адаптивных дискретных систем. Монография //Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2015. 272с. ISBN 978-5-433-2947-2.

А.С. Голов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО РАБОТЕ С ЕГО КЛИЕНТАМИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Управление проектами в настоящее время рассматривается как самостоятельная дисциплина управления, ее применение повышает надежность достижения поставленных целей в запланированные сроки с требуемым качеством и в рамках бюджета. Реализация проектов – неотъемлемая составляющая бизнес-процессов, присутствующих в любой организации. Проекты могут различаться по типам, масштабу, сложности. По статистике, участие в проектах занимает от 30 до 70% рабочего времени менеджеров среднего и высшего звена (в зависимости от должности и вида бизнеса). В высоко-конкурентных отраслях эффективная реализация проектов развития становится ключевым фактором успеха бизнеса [1], основным инструментом повышения обоснованности управленческих решений становится использование автоматизированных систем управления с системой поддержки принятия решений.

Предприятие ООО ЦИТ «Парус-Волга» предлагает услуги по внедрению программных продуктов, разрабатываемых корпорацией «Парус» (ИТ-решения для органов государственной власти (распорядителей бюджетных средств, финансовых органов), органов местного самоуправления, государственных (муниципальных) учреждений, включая централизованные бухгалтерии), а также услуги по обучению персонала, методологическую и консалтинговую поддержку. Она обслуживает более 400 организаций в г. Самаре и Самарской области, с которыми заключаются различного рода договора.

Для автоматизации финансово-хозяйственной деятельности «Парус-Волга» автором разрабатывается автоматизированная система, которая предназначена для сбора информации о потенциальных и действующих клиентах, учета договоров с клиентами, планирования исполнения услуг по договору, планирование расписания исполнения услуг по договору специалистами, контроля за исполнением заключенных договоров и сроками обновления лицензий, а также для создания необходимых расчетов и отчетов по хранящимся данным.

Рассмотрим основные бизнес-процессы предприятия, которые в первую очередь необходимо автоматизировать:

- подготовка и заключение договора с клиентом;
- исполнение договора.

При заключении договора необходимо (рис. 1):

- отслеживать аукционы, интересующие предприятие, на сайте госзакупок;
- назначить лицо, ответственное за подготовку договора;
- контролировать временные рамки проведения аукциона;

- создать план презентаций программного продукта для потенциальных клиентов.

Для исполнения работ по договору необходимо (рис. 2):

- разработать план исполнения работ и при необходимости вносить в него изменения;
- назначить руководителя проекта и ответственных сотрудников на исполнение этапов плана работ;
- контролировать исполнение этапов плана работ.

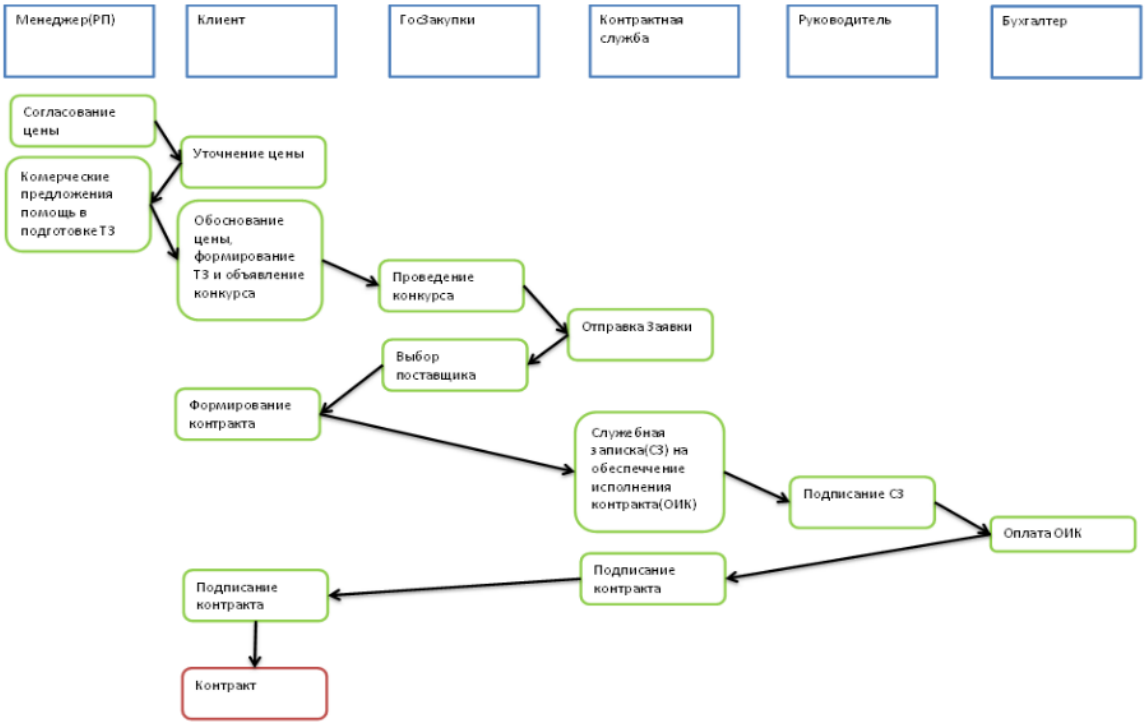


Рис. 1 Схема бизнес-процесса подготовки и заключения договора



Рис. 2. Схема бизнес-процесса «Исполнения договора»

Все документы (договора и акты выполненных работ) должны храниться в системе в виде электронных копий (сканов). Кроме того, в системе должны быть реализованы функции, связанные с ведением лицензионного обеспечения клиента: хранение файлов лицензий, создание спецификаций лицензии по файлу лицензии, контроль срока действия лицензий.

В системе необходимо предусмотреть разграничение прав пользователей в соответствие с предполагаемыми ролями: администратор, руководитель проекта и сотрудник. После прохождения процедуры аутентификации должна осуществляться настройка интерфейса пользователя согласно его правам. На рис. 3 представлена структурная схема системы.

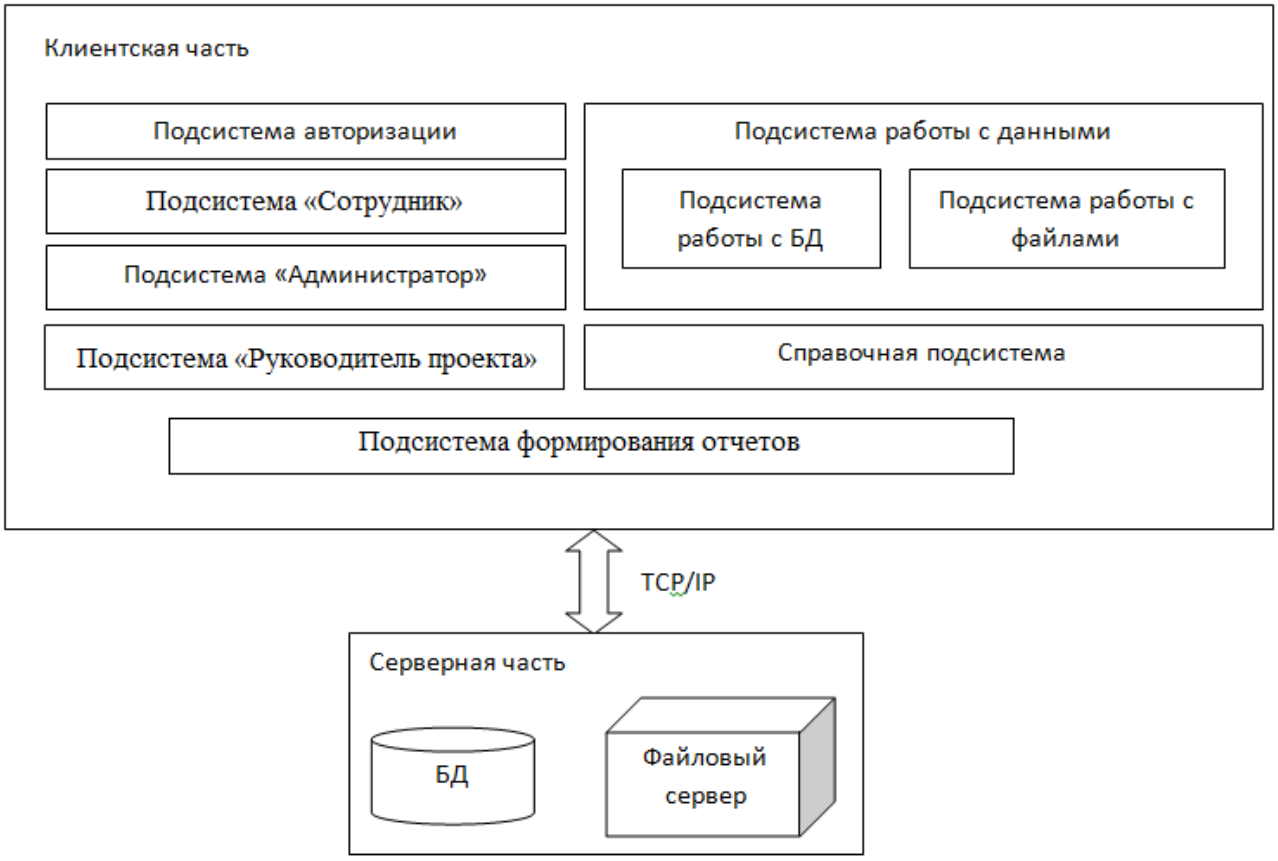


Рис.3. Структурная схема системы

К функциям администратора системы необходимо отнести регистрацию пользователей в системе и определение их прав, а также доступ ко всем функциям системы. На рис. 4-5 представлены диаграммы вариантов использования для роли администратор.

Функции руководителя проекта во многом схожи с функциями администратора, однако руководитель проекта не может создавать пользователей и не может изменять договора, которые находятся не под его отчетностью.

К функциям сотрудника необходимо отнести возможность внесения информации о проделанной работе, а также просмотра данных.

Система разрабатывается на языке программирования высокого уровня C# в среде программирования Microsoft Visual Studio 2015, в качестве СУБД выбрана Oracle 11g.

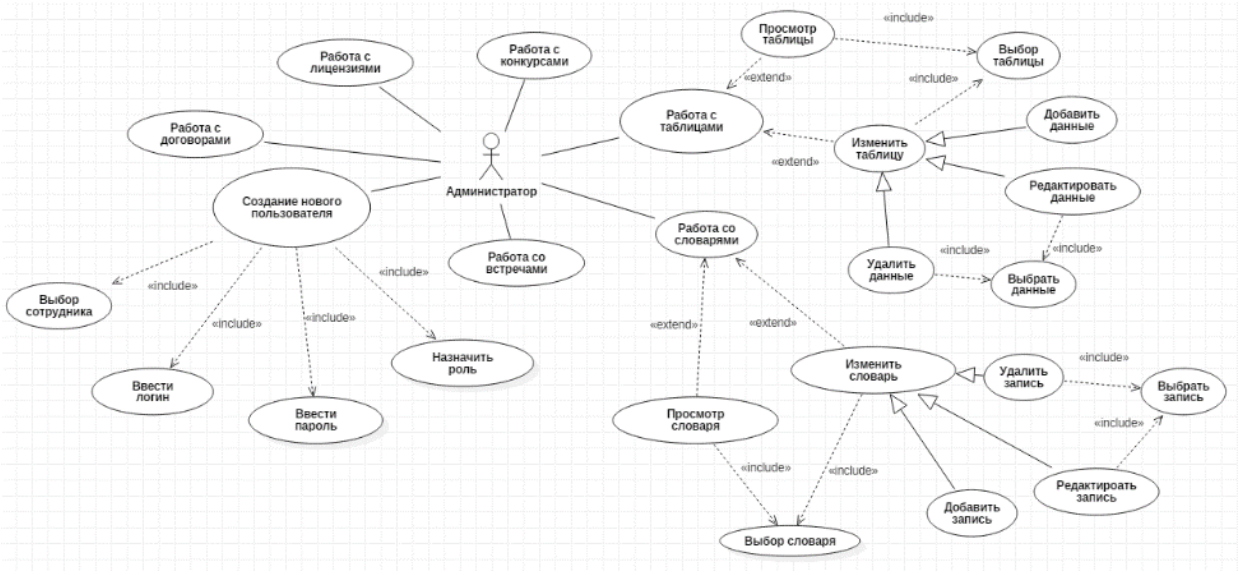


Рис. 4. Диаграмма вариантов использования для роли «Администратор»

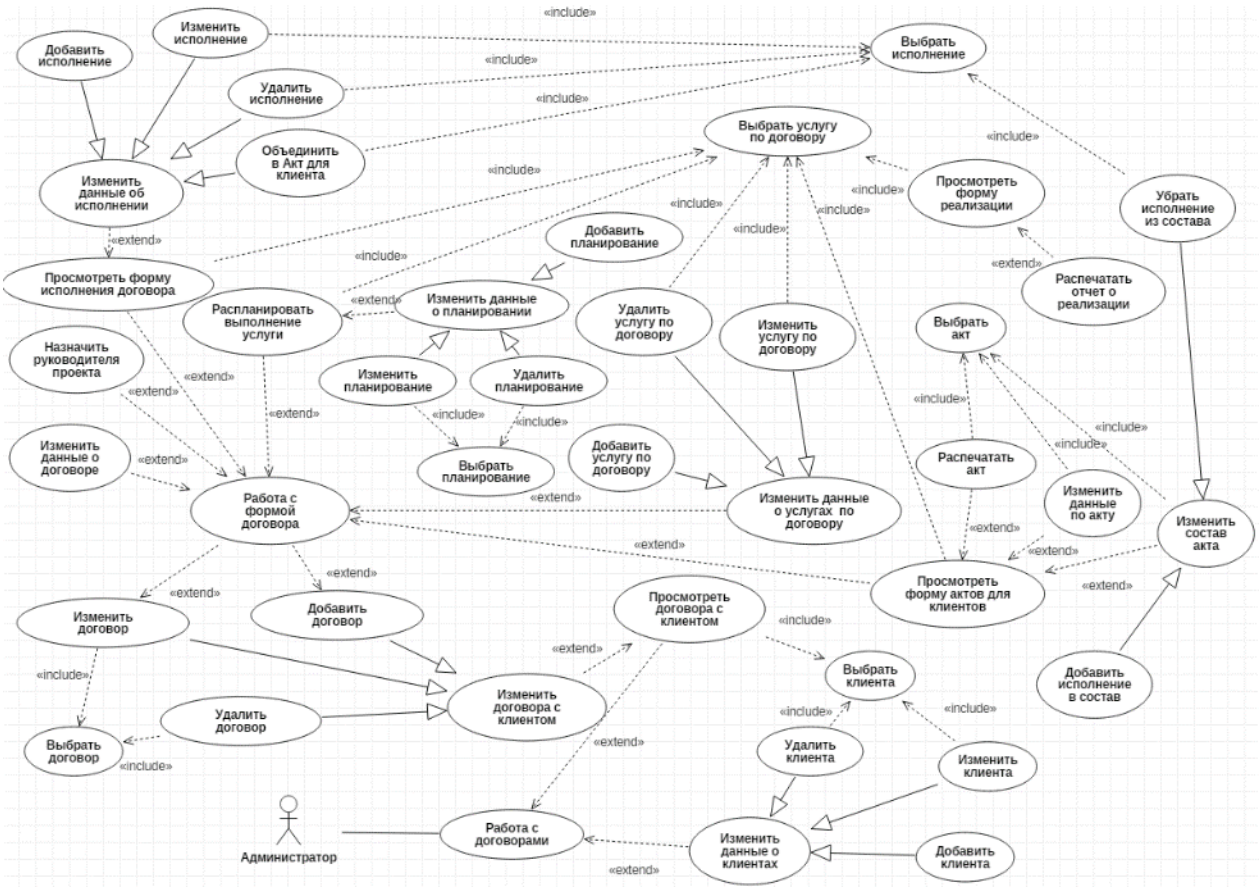


Рис. 5. Диаграмма вариантов использования «Работа с договорами»

Применение системы на предприятии обеспечит централизованное хранение всей информации, контроль исполнения составленного плана, анализ хода работ и своевременную его корректировку, поддержку соблюдения корпоративного стандарта управления проектами, повысит эффективность реализации проектов.

Литература

1. Об управлении проектами [Электронный ресурс]. URL: www.pmonline.ru/pm/introduction (дата обращения 12.03.2018).

В.Ф. Денисов

ТЕХНОЛОГИИ И ИНСТРУМЕНТЫ ИНТЕГРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(Национальный технический комитет по стандартизации
ТК-22 «Информационные технологии»)

Распределенные сети информационных систем (РСИС) разрабатываются для объектов транспорта, энергетики, промышленности, коммунальных служб и других стратегических и социально-значимых объектов и территорий регионов. Проекты РСИС часто основаны на различных «отраслевых» концепциях управления, используют различные методы описания объектов, процессов и ресурсов информационных систем, реализуются на различных программно-аппаратных платформах с применением оборудования и программных средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) от различных производителей. При этом естественно, возникает проблема обоснования рациональной архитектуры конкретных региональных и корпоративных РСИС - проблема организационной, семантической и технической интероперабельности». Решение проблем системной интеграции РСИС затрагивает интересы различных участников проектов и направлено на повышение результативности и эффективности применения РСИС в конкретных сферах экономики, упорядочение организационно - правовых, экономических и технических механизмов взаимодействия всех участников инфраструктурных проектов информатизации общества, обеспечение необходимой координации разработок и консолидированного ресурсообеспечения проектов РСИС.

Актуальность решения задач интеграции РСИС для стратегических и социально-значимых объектов государства и создания в регионах России распределенной (полицентрической) сети ситуационных и информационно-аналитических центров, работающих по единым регламентам и стандартам межведомственного взаимодействия отражена в указе президента РФ от 25 июля 2013 г. № 648 «О формировании системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия, а также в постановлении правительства РФ от 28 августа 2017г. № 1030 «О системе управления реализацией программы « Цифровая экономика Российской федерации».

Обобщенная схема взаимодействия участников проектов создания РСИС и основные задачи интеграции представлены на рис. 1. В настоящем докладе рассматриваются основные подходы к обоснованию архитектуры РСИС, состояние и направления развития технологий системного проектирования и применения информационно-аналитических инструментов на стадиях жизненого цикла РСИС. Особое внимание уделяется вопросам стандартизации информационных технологий и, в частности, по направлению деятельности ПК125/ТК-22 «Взаимосвязь оборудования для информационныхт ехнологий».



Рис.1. Участники проектов и задачи интеграции распределённых информационных систем

Основные принципы интеграции РСИС сформулированы работах [1-3]:

1. открытая архитектура, обеспечение организационной, семантической и технической интероперабельности организационно-технических систем на разных уровнях управления объектами;
2. использование унифицированных системных интерфейсов, открытых спецификаций требований к компонентам, протоколам и регламентам обмена данными по различным каналам связи и электронных коммуникаций в локальных и глобальных сетях на основе ИНТЕРНЕТ;
3. единая система идентификации и аутентификации пользователей РСИС;
4. визуализация состояния объектов мониторинга и территорий с применением 3-D моделей стационарных и движущихся объектов (здания, сооружения, транспорт и др.);
5. привязка объектов мониторинга и событий-сообщений о состоянии объектов и географическим координатам местности и времени;
6. зашита информационных ресурсов предприятий от несанкционированного доступа и использования, обеспечение своевременности, достоверности и целостности данных и информации;

В основу технологий системного проектирования РСИС положены основные положения ГОСТ Р 57193- 2016 «Системная и программная инженерия. Стадии жизненного цикла систем» и поддерживающие их методические и инструментальные средства:

1. формализованного описания объектов инфраструктуры региона для разработки концептуальных, математических и информационных моделей создания РСИС;
2. анализа информационных потоков, выделение узлов принятия решений и наследуемых ИС организаций и предприятий -участников проектов;
3. подготовки и согласования соглашений о взаимодействии участников проектов (владельцев объектов, служб эксплуатации, провайдеров сетей связи и электронных коммуникаций, служб восстановления целостности объектов и ликвидации последствий аварийных и чрезвычайных ситуаций);
4. анализа инцидентов угроз безопасности и процедур принятия решений по восстановлению целостности объектов в аварийных и критических ситуациях;
5. обработки сообщений о состоянии объектов и проблемах реализации проектов.

В основу решений по архитектуре РСИС положены основные положения концепции создания распределенной (полицентрической) сети ситуационных и информационно-аналитических центров в регионах РФ [1] и ГОСТ Р 56875-2016 «Информационные технологии. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Типовые требования к архитектуре и технологиям интеллектуальных систем мониторинга для обеспечения безопасности предприятий и территорий». В состав базовой архитектуры РСИС включаются:

- программно-аппаратные технологические платформы интеграции прикладных информационных систем и оборудования объектов;
- системы сбора и обработки информации о состоянии объектов;
- прикладные геоинформационные системы организации и ведения геопространственных данных;
- распределенные базы данных состоянии объектов и базы знаний субъектов- участников проектов, служб эксплуатации сопровождения;
- Прикладные программные системы обработки данных для оценки и моделирования ситуаций на объектах и принятия решений;
- средства отображения инфjрмации на рабочих местах операtjров РСИС;
- системы технического обслуживания средств ИКТ на объектах;

Рассмотренные концепции системного проектирования и технологии интеграции РСИС использовались в разработке ряда РСИС для стратегических и социально значимых объектов РЖД, Росавтодора, Энергетики, Транспорта, коммунального хозяйства и др. По результатам конкурса Аналитического центра при правительстве Российской федерации «Лучшие информационно аналитические инструменты-2018» лауретами конкурса признаны проекты:

« Информационно-аналитическая система интеграции автоматизированных систем в умном и безопасном городе - «Интегра-планета 4D» , разаботчики группа компаний консорциума «Интегра-С»);

« Информационно-аналитическая система транспортного планирования, моделирования и управления дорожным движением - «ИАС-транспорт регион» (разработчики ЗАО « Интегра-С» и ООО «А+С транспроект»).

По результатам анализа этих и других, представленных на конкурс проектов,с позиций оценки их применения в программах цифровой экономики определены тенденции развития технологий интеграции РИС в проектах «Безопасный город», «Цифровая экономика», «Безопасные и качественные дороги», «Интеллектуальные транспортные системы» и др.

Развитие технологий и информационно-аналитических инструментов интеграции РСИС требует упорядочения применения стандартов в сфере формирования и использования геопространственных данных (картография, цифровые трехмерные модели объектов и местности, мониторинг природных явлений и техногенных катастроф) в таких областях, как городской транспорт, энергетика, коммунальное хозяйство, общественная безопасность, сельское хозяйство, а также гармонизации ИТ- стандартов со стандартами в прикладных сферах (строительство, энергетика, транспорт, охрана и антикриминальная защита объектов, информационная безопасность, охрана окружающей среды, и др.) В этой связи требуется развитие стандартов и руководств по применению ГОСТ Р 56875-2016 «Информационные технологии. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Типовые требования к архитектуре и технологиям интеллектуальных систем мониторинга для обеспечения безопасности предприятий и территорий» в проектах создания РСИС для регионов, базовых отраслей и :

В части совершенствования методик оценки информационно-аналитических инструментов для РСИС представляется целесообразным уточнить понятие «Лучшие проектные решения» (для кого, для каких условий, приоритеты реализации, критерии оценки и др.), а в основу оценки «Лучших проектных решений» помимо оценки проектов экспертами, включить результаты испытаний оборудования и программного обеспечения на соответствие национальным и международным стандартам.

В заключении рассматриваются предложения по актуализации разработки ИТ- стандартов для включению в Программу национальной стандартизации, подготовку соглашений о взаимодействии ВУЗов с национальными комитетами по стандартизации и участию в рабочих группах экспертов по разработке отделных стандартов.

Литература

1. Куделькин В.А., Денисов В.Ф. Опыт интеграции и проблемы стандартизации распределенной (полицентрической) сети ситуационных и информационно-аналитических центров мониторинга состояния стратегических и соци-

ально-значимых объектов и территорий//V Междун. Конф. «ИТ-Стандарт 2015».

2. Куделькин В.А., Денисов В.Ф. Архитектура интегрированных распределен-ных систем мониторинга и обеспечения безопасности организационно-технических систем и территорий.// Мониторинг. Наука и безопасность», 2013, №4 (12), с. 64-79.

3. Куделькин В.А., Денисов В.Ф. Организационно-методическое обеспечение и стандартизация интегрированных систем мониторинга и обеспечения безопасности стратегических и социально значимых объектов и территорий государства//журн. Интеграл, № 1(74) , 2014 г.

А.А. Елистратов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОИСКА УЯЗВИМОСТЕЙ В МЕХАНИЗМАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОГРАНИЧЕННОГО РЕСУРСА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В данной работе планируется разработать автоматизированную систему (АС) поддержки принятия решений с использованием алгоритма нечеткого вывода в деловых играх. В качестве примера будет представлена работа АС для поддержки приятий решений в деловых играх с механизмом распределения ресурсов обратных приоритетов, а также будет сформулирована методология построения нечеткого вывода для различных механизмов распределения ресурсов, используемых в деловых играх.

АС будет обрабатывать результаты игр и осуществлять поиск выигрышных стратегий посредством поиска слабых мест механизмов распределения ресурсов. Для проведения экспериментов будет разработана деловая игра, предоставляющая возможность игры с несколькими участниками. При разработке игры использовалась платформа oTree.

Кластеризация

На данный момент была проведена кластеризация проведенных игр по механизму распределения Гровса-Лейдярда с использованием алгоритма к-средних.

Для исследования было произведено преобразование данных игр следующим образом. Работа с результатами была в виде векторов (прибыль, штраф, раздача, заявка1, заявка2, заявка3). Далее берется производная от массива векторов, тем самым были получены данные пригодные для кластеризации.

Затем данные были разбиты на 6 кластеров, центры которых позволяют узнать как наиболее выигрышные стратегии, так и проигрышные.

Результаты кластеризации

Результатами кластеризации является массив из 6 центров кластеров. В котором выделяются следующие типы поведения и их следствия:

1. Очень сильное изменение заявки – слабый прирост прибыли;
2. Среднее изменение заявки – слабый прирост прибыли;
3. Слабое изменение заявки – слабая убыль прибыли;
4. Сильное изменение заявки – сильное уменьшение прибыли;
5. Изменение заявки – среднее увеличение прибыли;
6. Среднее изменение заявки – слабый прирост прибыли.

Центры кластеров

	изм.прироста	изм.ставки	Доля
1	0.009695777	88.058863	4%
2	0.041895003	10.188630	16%
3	-0.070917337	0.602739	47%
4	-0.112776667	62.693719	7%
5	0.069657307	41.824639	10%
6	0.045950498	23.197074	16%

Далее, на основе центров данных кластеров формируются правила нечеткого вывода.

Литература

1. Коргин, Н.А. Решение задачи эффективного распределения ресурсов на основе механизма Гровса-Лейдярда при трансфорабельной полезности / Н.А. Коргин, В.О. Корепанов // Управление большими системами: сборник трудов, 2013. – №46. – С. 216-266.

2. Солдатова, О.П. Основы нейроинформатики [Текст] / О.П. Солдатова // Издательство СГАУ, 2006. – 132 с.

М.Н. Елунин[1], С.А. Пиявский[2]

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОЛЛЕКТИВАХ

(ООО «Аксбит-ИТ»[1], Самарский государственный технический университет[2])

Одним из важнейших элементов виртуальной научно-образовательной среды творчески-одаренной молодежи являются разновозрастные молодежные исследовательские коллективы (РВК), включающие научного консультанта – представителя предприятия, руководителя – ученого вуза и студентов разного возраста, магистрантов и аспирантов, взаимодействующих в процессе решения единой научной проблемы, представляющей интерес для предприятия, ученого руководителя коллектива и мотивирующей всех участников РВК. Поскольку виртуальная развивающая среда является управляемой актуальной представляется задача формирования наиболее эффективных РВК с использованием доступной модераторам виртуальной среды информации о студентах, магистрантах и аспирантах, наколенной в процессе мониторинга их участия в этой среде. Естественно эта информация собирается с согласия участников среды и используется в строгом соответствии с законом об охране персональных данных.

В докладе описывается, разработанная математическая модель, позволяющая оценивать предполагаемую эффективность пары участников РВК в процессе их научной деятельности, при этом один из участников предполагается более опытным и называется «шеф», а другой менее опытный «подшефный» (например, аспирант и студент).

Модель учитывает следующие факторы:

1) готовность (заинтересованность) в сотрудничестве друг с другом как с личностями, в частности, возможный категорический отказ от совместной работы
2) заинтересованность подшефного в тематике, по которой работает шеф (они отразятся наряду с тестами в межличностных отношениях)
3) объективные условия, способствующие совместной деятельности членов коллектива (из одной деревни, одной школы, живут в одном общежитии, входят в одну спортивную команду)
4) а также объективные характеристики успешности деятельности членов коллектива (успеваемость, награды и пр.)
5) личностные характеристики, определенные методами психологического тестирования и экспертной оценкой, включая ожидаемое распределение ролей в паре шеф – подшефный (на основе знания студентов преподавателем и/или результатов теста на лидерство)

Количественно эти факторы могут характеризовать для каждой пары следующими 8-ю переменными.

z1 – заинтересованность в совместной работе (1 – заинтересованы оба, 0.5 – заинтересован один, 0 – безразлично, (-1) – кто то из них против, в этом слу-

чае вариант заранее исключается, то есть заранее добавляется условие xiy = 0)

z2 – заинтересованность подшефного в тематике шефа (1 – если заинтересован, 0 – если безразлично, допускается заинтересованность в нескольких тематиках, общее число ограниченно)

z3, z4, z5, z6 - объективные условия, способствующие совместной деятельности членов коллектива (z3 = 1 - из одной деревни, z4 = 1 – одной школы, z5 = 1 - живут в одном общежитии, z6= 1 – имеют общее увлечение, хобби)

z7 – суммарная характеристика объективной успешности, сумма нормированных балов ЕГЭ, рейтинга студента – максимальное значение 1. В математической модели может быть установлено ограничение, что пары с очень низким значением z7 заранее исключаются.

z8 – ожидаемая эффективность по анализу личностных характеристик. Максимальное значение 1.

Поясним метод расчета показателя z8. Для него используются 6 ведущих психологических характеристик творческой личности: квалификация К, мотивация М, лидерство Л, чувство ответственности О, саморегуляция С, межличностные отношения МЛ.

В зависимости от того как сочетаются психологические характеристики шефа и подшефного в составе пары, эффективность ее деятельности будет различна, поэтому введем в рассмотрение пять типов пар, в зависимости от того, как ее участники обладают лидерскими качествами и чувством ответственности:

1. Шеф лидер
2. Шеф ведомый
3. Равно активны и оба ответственны
4. Равно активны, но безответственны
5. Обычный (примерно равное лидерство, средняя ответственность).

С использованием методов комплексной оценки многокритериальных альтернатив например метод ПРИНН [2], разработанный С.А. Пиявским, предложены соотношения позволяющие вычислить значения показателя z8, а затем оценить комплексную эффективность взаимодействия пары, характеризуемой всеми значениями z1,…z8. Суммированием показателей для всех пар в коллективе рассчитывается и общая прогнозируемая оценка эффективности всего РВК.

Литература

1. Елунин М.Н., Пиявский С.А. Управление студенческим научным микроколлективом в матричной структуре. "Высшее образование в России" №11 2013 г. - С. 148-152

2. Малышев В.В., Пиявский Б.С., Пиявский С.А. Метод принятия решений в условиях многообразия способов учета неопределенности, Известия РАН. Теория и системы управления, 2010, № 1, с. 46–61

Д.А. Жуков, В.Н. Клячкин

ДИАГНОСТИКИ ИСПРАВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MATLAB

(Ульяновский государственный технический университет)

Для распознавания исправности состояния технического объекта могут быть использованы методы машинного обучения, с помощью которых проводится бинарная классификация: объекты подразделяются на исправные и неисправные [1-3]. Практическая реализация этих методов удобна на базе библиотеки инструментов Statistics and Machine Learning Toolbox в пакете Matlab [4]. Matlab представляет собой высокоуровневый язык для технических расчетов, интерактивную среду разработки алгоритмов и мощный инструмент анализа данных.

Распознавание состояния объекта проводится по результатам измерений показателей функционирования. В качестве исходных данных рассматривается множество N прецедентов $(x^{(i)}, y^{(i)})$, $i = 1 \ldots N$: объекты с заданными d показателями функционирования $x = (x_1, x_2, \ldots, x_d)$ и соответствующими состояниями y, принимающими одно из двух значений (0,1): $y = 1$ соответствует исправному состоянию объекта, $y = 0$ – неисправному.

На основе этих данных надо восстановить зависимость между показателями функционирования и состоянием объекта, то есть построить алгоритм, способный для любого набора показателей объекта выдать достаточно точный ответ о его состоянии. Это частный случай одной из задач машинного обучения – классификации при обучении по прецедентам.

Методы машинного обучения активно используются в самых разных областях деятельности. Используется множество различных подходов к классификации. Это и классические статистические методы (логистическая регрессия, дискриминантный анализ, байесовские классификаторы), и методы, специально ориентированные на машинное обучение (метод опорных векторов, нейронные сети), композиционные методы (бэггинг, бустинг), агрегированный подход [5-7] и другие.

Задача классификации решается по следующему принципу: объект считается исправным $Y = 1$, если модель спрогнозировала вероятность $P\{Y = 1 \mid X\} > 0{,}5$, и неисправным $Y = 0$ – в противном случае. При этом в качестве порога может быть использовано число, отличное от 0,5.

Качество классификации зависит от ряда факторов: объема и качества исходной выборки, метода машинного обучения, способа разделения исходной выборки на обучающую и контрольную части. Предварительно производится кодирование нечисловых показателей, обработка выбросов и пропущенных наблюдений.

Важным является выбор показателей, характеризующих состояние объекта [8-9]. Таких показателей обычно достаточно много, и их влияние на состоя-

ние объекта может существенно отличаться. Использование при классификации малозначимых показателей может усложнить расчет и привести к некорректным результатам.

Для оценки качества модели с точки зрения возможности прогнозирования исходную обучающую выборку разбивают на два непересекающихся подмножества: собственно обучающую выборку (с помощью которой и решается задача обучения) и контрольную (или тестовую), не используемую для обучения. При использовании кросс-валидации выборка разбивается на k частей. (k – 1) часть используется для обучения, одна – для контроля. Последовательно перебираются все варианты. Для каждого разбиения решается задача обучения и вычисляется функция ошибок на контрольной выборке.

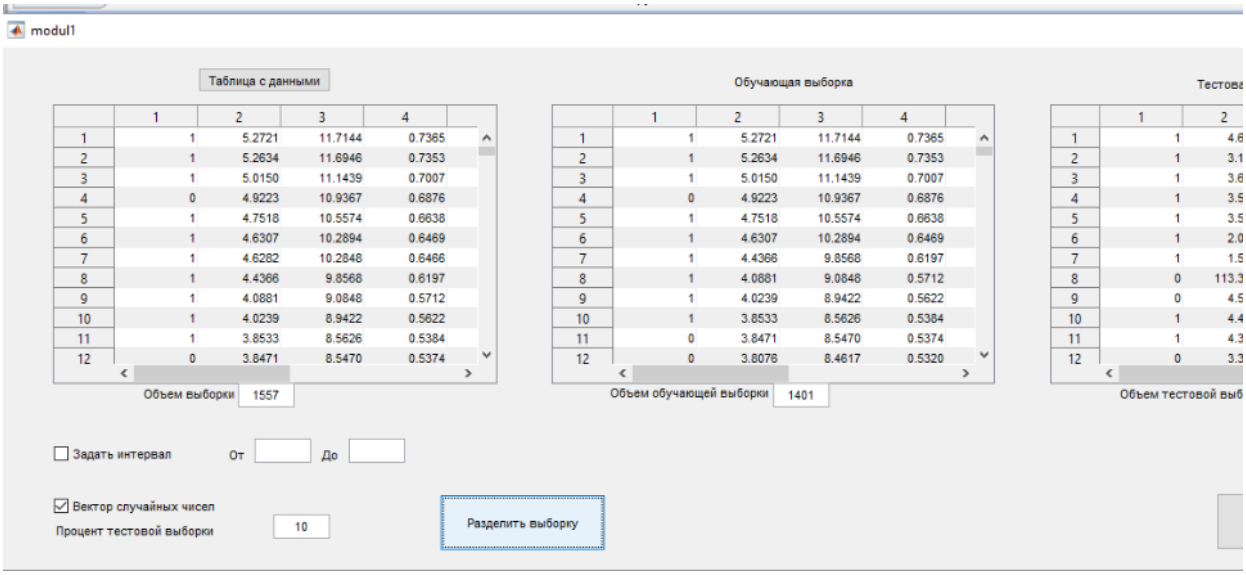


Рис. 1. Разделение выборки на обучающую и тестовую части

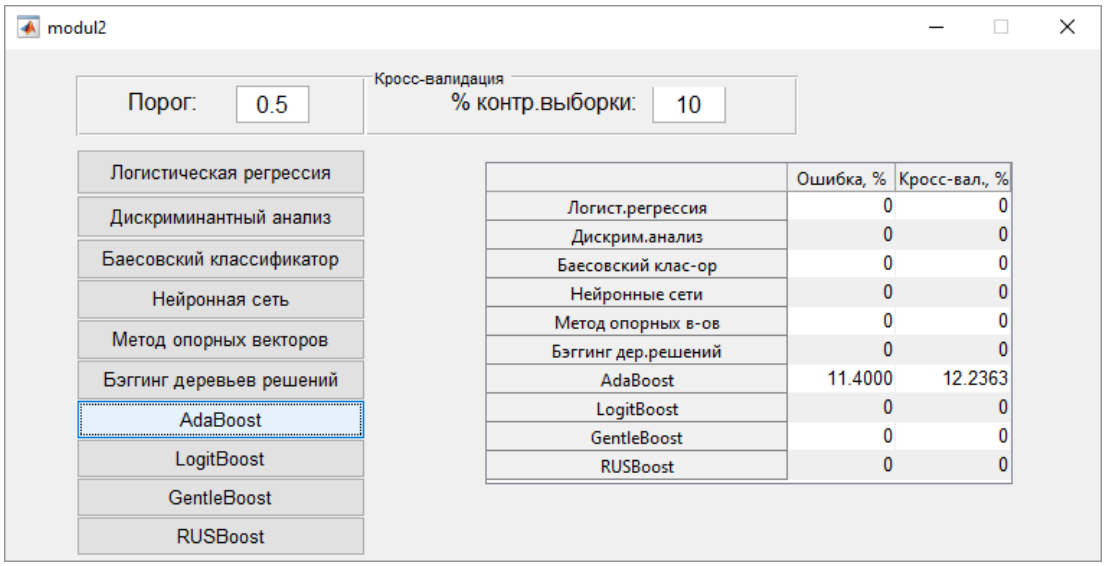


Рис. 2. Выбор метода обучения и результаты расчета

Разработанная в Matlab программа обеспечивает ввод исходных данных из файла электронной таблицы Excel (в первом столбце – значения *Y*, далее – значения отобранных показателей функционирования), позволяет заданным образом разделять выборку на обучающую и тестовую части: предусмотрен как случайный отбор, так и выбор определенного диапазона данных для тестирования (рис. 1).

Задается пороговое значение вероятности и объем выборки для кросс-валидации. Выбирается один или несколько методов машинного обучения, реализованных в Matlab. Результатом расчета является процент ошибок для выбранного метода в двух вариантах: по тестовой выборке и при кросс-валидации. На рис. 2 задано пороговое значение 0,5, объем контрольной выборки при кросс-валидации 10%, выбран один из встроенных методов бустинга - Adaboost и показаны полученные результаты: процент ошибок по тестовой выборке 11,4%, при кросс-валидации 12,2%.

Литература

1. Воронина В.В. Теория и практика машинного обучения : учебное пособие / В. В. Воронина, А. В. Михеев, Н. Г. Ярушкина, К. В. Святов. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 290 с.

2.Witten, I. H. Data mining : practical machine learning tools and techniques / Ian H.Witten, Eibe Frank. – 2nd ed. – San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2005. – 525p.

3.Мерков, А. Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения / А.Б. Мерков. – М.: Едиториал УРСС, 2011. – 256 с.

4. Шунина Ю.С., Клячкин В.Н. Прогнозирование платежеспособности клиентов банка на основе методов машинного обучения и марковских цепей // Программные продукты и системы. – 2016. – № 2. – С. 105-112.

5. Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е., Алексеева В.А. Статистические методы анализа данных. – М. : Финансы и статистика, 2016. – 240 с.

6. Klyachkin V.N., Kuvayskova Yu.E., Zhukov D.A. The use of aggregate classifiers in technical diagnostics, based on machine learning // CEUR Workshop Proceedings, vol.1903. Data Science. Information Technology and Nanotechnology. – 2017. – P. 32-35.

7. Жуков Д.А., Клячкин В.Н. Алгоритмы бустинга в задачах технической диагностики // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – С. 787-790.

8.Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии. – М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2009. – 304 с.

9. Жуков Д.А., Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е. Сравнительный анализ методов машинного обучения при прогнозировании состояния технического объекта // Радиоэлектронная техника. – 2017. – №1(10). – С. 189-192.

А.И. Заико

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ЭРГОДИЧЕСКОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА СО СТУПЕНЧАТОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИЕЙ. Ч.1. ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Задача оптимизации измерительных процедур реальных случайных сигналов на сегодняшний день является весьма актуальной [1, 2]. Для эргодических случайных процессов известны алгоритмы измерения математического ожидания, дисперсии и корреляционной функции. Получены оценки плотности распределения вероятности и их погрешности с применением *комплексного подхода к их определению*, который рассматривает погрешность как единое и неделимое целое [3, 4].

В работе анализируются алгоритмы и погрешности цифрового измерения одномерного распределения вероятности эргодического случайного процесса, предложенного в [5–8].

Алгоритмы измерений. При цифровых измерениях реализация $x(t)$ случайного процесса, равномерно дискретизируются во времени с шагом T_0 и квантуется по уровню с шириной кванта $2\Delta_к$. Получаются дискретные отсчеты x_{il}, где i– номер отсчета, датируемого моментом времени t_i, а l – номер кванта, соответствующий уровню квантования x_l. Номера отсчетов принимают значения $i=-n,...,-1,0,1,...,n$, где $2n+1-$ количество отсчетов, а $2nT_0$ –длительность реализации. Количество уровней квантования обозначим через L, а номера уровней квантования $l=1,2,...,L$ [5].

В инженерной практике ограничиваются чаще всего одним i отсчетом при экстраполяции реализация $x(t)$ в будущее и двумя соседними отсчетами i и $i+1$ при интерполяции. Обозначим *частость* появления отсчетов x_{il}, равных уровню квантования x_l через $\langle P(x_l)\rangle = n_l/(2n+1)$, где n_l- количество отсчетов x_{il} равных уровню квантования x_l и условие нормировки $\sum_{l=1}^{L}\langle P(x_l)\rangle = 1$. Тогда оценка одномерной плотности вероятности при экстраполяции в будущее

$$\langle w_1[X]\rangle_э = \frac{1}{T_0}\langle P(x_l)\rangle\int_0^{T_0} w_1[X|\lambda; x_l]d\lambda,$$

где $w_1[X|\lambda; x_l]-$ одномерная апостериорная условная плотность вероятности; $X_н \le X \le X_в$, причем $X_н$ нижняя, а $X_в$ верхняя границы изменения случайного процесса.

При интерполяции реализации $x(t)$ процесса по двум отсчетам обозначим

частость появления отсчетов, следующих друг за другом и соответствующих уровням квантования x_l и x_k, определяющих одномерную условную плотность вероятности $w_1[X|\lambda; x_l, x_k]$, через $\langle P(x_l, x_k)\rangle = n_{lk}/2n$, где n_{lk} – количество событий, заключающихся в появлении отсчетов с уровнями квантования x_l и x_k, а условие нормировки $\sum_{l=1}^{L}\sum_{k=1}^{L}\langle P(x_l, x_k)\rangle = 1$. Тогда оценка одномерной плотности вероятности при интерполяции

$$\langle w_1[X]\rangle_{\text{и}} = \frac{1}{T_0}\langle P(x_l, x_k)\rangle \int_0^{T_0} w_1[X|\lambda; x_l, x_k]d\lambda.$$

Оценки одномерных распределений вероятности $\langle W_1[X]\rangle$ при экстраполяции и интерполяции находится через оценки соответствующих одномерных плотностей вероятности $\langle w_1[X]\rangle$

$$\langle W_1(X)\rangle = \int_{X_{\text{н}}}^{X} \langle w_1(Y)\rangle dY.$$

Модели случайного процесса и погрешности отсчетов. Рассмотрим, случайный процесс с равномерным законом распределения плотности вероятности $w_1[X]$ [6, 7]. Такая модель процесса проста, требует минимума априорной информации и позволяет получить пригодные для инженерной практики результаты. Она описывается всего тремя параметрами: нижней $X_{\text{н}}$ и верхней $X_{\text{в}}$ границами изменения случайного процесса, а также его нормированной корреляционной функцией $\rho(\tau)$, которую положим равной

$$\rho(\tau) = \begin{cases} 1, & 0 \le |\tau| < \tau_0; \\ 0, & |\tau| \ge \tau_0, \end{cases}$$

где τ – временной сдвиг; τ_0 – интервал корреляции.

Для него истинные распределение плотности вероятности процесса

$$w_1[X] = \begin{cases} (X_{\text{в}} - X_{\text{н}})^{-1} = (2\Delta_{\text{к}} L)^{-1}, & X_{\text{н}} \le X \le X_{\text{в}}; \\ 0, \text{ в остальных случаях,} \end{cases}$$

а распределение вероятности

$$W_1[X] = \begin{cases} 0, & X < X_{\text{н}}; \\ \dfrac{X - X_{\text{н}}}{X_{\text{в}} - X_{\text{н}}} = \dfrac{X - x_1 + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}} L}, & X_{\text{н}} \le X \le X_{\text{в}} \\ 1, & X_{\text{в}} < X. \end{cases}$$

Погрешность квантования по уровню случайна, стационарна и независима для отсчетов и от процесса. Опишем её для $l = 1, 2, ..., L$ равномерной плотностью вероятности при условии получения отсчета x_l

$$w\left[X\left|x_l\right.\right]=\begin{cases}1/2\Delta_к,\ x_l-\Delta_к\le X\le x_l+\Delta_к;\\ 0,\ в\ остальных\ случаях.\end{cases}$$

Экстраполяция. При экстраполяции в будущее реализация $x(t)$ случайного процесса восстанавливается по предыдущему отсчету x_l и условная плотность вероятности $w_1[X|\lambda; x_l]$ при $0\le\lambda<T_0$ равна

$$w_1[X|\lambda; x_l]=\begin{cases}w_1[X|\lambda; x_l]=1/2\Delta_к,\ x_l-\Delta_к\le X\le x_l+\Delta_к,\ 0\le\lambda<\tau_0;\\ w_1[X]=1/2\Delta_к L,\qquad X_н\le X\le X_в,\qquad \tau_0\le\lambda<T_0;\\ 0, в\ остальных\ случаях.\end{cases}$$

В зависимости от соотношения шага дискретизации T_0 и интервала корреляции τ_0 возможны два варианта экстраполяции реализации случайного процесса и получения оценки $\langle w_1[X]\rangle_э$: при $0\le T_0<\tau_0$ и $T_0\ge\tau_0$. Для $l=1,2,...,L$ и $x_l-\Delta_к\le X\le x_l+\Delta_к$ она примет вид

$$\langle w_1[X]\rangle_э=\frac{1}{2\Delta_к}\begin{cases}\langle P(x_l)\rangle, & 0\le T_0<\tau_0;\\ \dfrac{\tau_0}{T_0}\left(\langle P(x_l)\rangle+\dfrac{T_0-\tau_0}{\tau_0 L}\right), & \tau_0\le T_0;\\ 0,\ в\ остальных\ случаях.\end{cases}$$

Абсолютная погрешность $\delta[X]_э$ оценки $\langle w_1[X]\rangle_э$ при экстраполяции и комплексном подходе к её определению, а также $l=1,2,...,L$ и $x_l-\Delta_к\le X\le x_l+\Delta_к$ [6, 7]

$$\delta[X]_э=\langle w_1[X]\rangle_э-w_1[X]=\frac{1}{2\Delta_к}\begin{cases}\langle P(x_l)\rangle-1/L & 0\le T_0<\tau_0;\\ \dfrac{\tau_0}{T_0}\left(\langle P(x_l)\rangle-\dfrac{1}{L}\right), & \tau_0\le T_0;\\ 0,\ в\ остальных\ случаях.\end{cases}$$

Мультипликативная составляющая погрешности $\delta[X]_э$ по отношению к $\langle P(x_l)\rangle/2\Delta_к$ равна 1 при $0\le T_0<\tau_0$ и τ_0/T_0 при $\tau_0\le T_0$. Аддитивная составляющая равна $-1/2\Delta_к L$ при $0\le T_0<\tau_0$ и $-\tau_0/T_0 2\Delta_к L$ при $\tau_0\le T_0$.

Аналогично оценка одномерного распределения вероятности при экстраполяции в будущее

$$\langle W_1[X]\rangle_э = \int_{X_н}^{X} \langle w_1(Y)\rangle_э \, dY =$$

$$= \begin{cases} 0, \quad X < X_н: \\ \sum_{r=1}^{l-1} \langle P(x_r)\rangle + \left[\langle P(x_l)\rangle \frac{X - x_l + \Delta_к}{2\Delta_к}, x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к \right], \quad T_0 < \tau_0; \\ \frac{\tau_0}{T_0} \left\{ \sum_{r=1}^{l-1} \left(\langle P(x_r)\rangle + \frac{T_0 - \tau_0}{\tau_0 L} \right) + \left[\left(\langle P(x_l)\rangle + \frac{T_0 - \tau_0}{\tau_0 L} \right) \frac{X - x_l + \Delta_к}{2\Delta_к}, x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к \right] \right\}, T_0 \ge \tau_0; \\ 1, \quad X_в < X. \end{cases}$$

а ее погрешность

$$\Delta[X]_э = \langle W_1(X)\rangle_э - W[X] =$$

$$= \begin{cases} \sum_{r=1}^{l-1} \left(\langle P(x_r)\rangle - 1/L \right) + \left[\left(\langle P(x_l)\rangle - 1/L \right) \frac{X - x_l + \Delta_к}{2\Delta_к}, x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к \right], \ 0 \le T_0 < \tau_0; \\ \frac{\tau_0}{T_0} \left\{ \sum_{r=1}^{l-1} \left(\langle P(x_r)\rangle - \frac{1}{L} \right) + \left[\left(\langle P(x_l)\rangle - \frac{1}{L} \right) \frac{X - x_l + \Delta_к}{2\Delta_к}, x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к \right] \right\}, \tau_0 \le T_0; \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

Мультипликативная составляющая погрешности $\Delta[X]_э$ по отношению $\sum_{r=1}^{l-1} \left(\langle P(x_r)\rangle - 1/L \right) + \left(\langle P(x_l)\rangle - 1/L \right) \frac{X - x_l + \Delta_к}{2\Delta_к}$ равна 1 при $0 \le T_0 < \tau_0$ и τ_0 / T_0 при $\tau_0 \le T_0$. Аддитивная составляющая равна $-\left[\Delta(2l-1) + X - x_l\right] / 2\Delta_к L$ при $0 \le T_0 < \tau_0$ и $-\tau_0 \left[\Delta(2l-1) + X - x_l\right] / T_0 2\Delta_к L$ при $\tau_0 \le T_0$.

А.И. Заико

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ЭРГОДИЧЕСКОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА СО СТУПЕНЧАТОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИЕЙ. Ч.2. ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Интерполяция. При интерполяции реализации $x(t)$ случайного процесса восстановление осуществляется по двум соседним отсчетам x_l и x_k. При равномерных распределениях случайного процесса и погрешности квантования условные плотности вероятности при восстановлении по двум отсчетам также равномерны. Так, условная плотность вероятности $w_1[X|\lambda; x_l, x_k]$ при $0 \le \lambda \le T_0$ равна [3, 7]

$$w_1[X|\lambda; x_l, x_k] = \left\{ 2\Delta_к \left[L\left(1 - \frac{\rho(\lambda) + \rho(T_0 - \lambda)}{1 + \rho(T_0)}\right) + \frac{\rho(\lambda) + \rho(T_0 - \lambda)}{1 + \rho(T_0)} \right] \right\}^{-1}.$$

В зависимости от соотношения T_0 и τ_0 возможны три варианта интерполяции реализации процесса при: $0 \le T_0 < \tau_0$, $\tau_0 \le T_0 < 2\tau_0$, и $2\tau_0 \le T_0$.

При $0 \le T_0 < \tau_0$ и $l = k = 1, 2, ..., L$

$$w_1[X|\lambda; x_l, x_k] = \begin{cases} w_1[X|\lambda; x_l] = 1/2\Delta_к, & x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к,\ 0 \le \lambda \le T_0; \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

При $\tau_0 \le T_0 < 2\tau_0$ и $l, k = 1, 2, ..., L$

$$w_1[X|\lambda; x_l, x_k] =$$

$$= \begin{cases} w_1[X|\lambda; x_l] = 1/2\Delta_к, & x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к, \quad 0 \le \lambda \le T_0 - \tau_0; \\ \left[w_1[X|\lambda; x_l] + w_1[X|\lambda; x_k]\right]/2 = \left[(1/4\Delta_к,\ x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к) + \right. & \\ \left. + (1/4\Delta_к,\ x_k - \Delta_к \le X \le x_k + \Delta_к)\right], & T_0 - \tau_0 \le \lambda \le \tau_0; \\ w_1[X|\lambda; x_k] = 1/2\Delta_к, & x_k - \Delta_к \le X \le x_k + \Delta_к, \quad \tau_0 \le \lambda \le T_0; \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

При $2\tau_0 \le T_0$ и $l, k = 1, 2, ..., L$

$$w_1[X|\lambda; x_l, x_k] =$$

$$= \begin{cases} w_1[X|\lambda; x_l] = 1/2\Delta_к, & x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к, \quad 0 \le \lambda \le \tau_0; \\ w_1[X] = 1/2\Delta_к L, & X_н \le X \le X_в, \quad \tau_0 \le \lambda \le T_0 - \tau_0; \\ w_1[X|\lambda; x_k] = 1/2\Delta_к, & x_k - \Delta_к \le X \le x_k + \Delta_к,\ T_0 - \tau_0 \le \lambda \le T_0; \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

Подставив эти значения, получим оценку плотности распределения вероятности при $l, k = 1, 2, ..., L$

$$\langle w_1[X] \rangle_и = \frac{1}{2\Delta_к} \begin{cases} \langle P(x_l) \rangle, & x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к, \quad T_0 < \tau_0; \\ \frac{1}{2}\left[\begin{matrix} \langle P(x_l) \rangle, & x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к \\ \langle P(x_k) \rangle, & x_k - \Delta_к \le X \le x_k + \Delta_к \end{matrix} \right], & \tau_0 \le T_0 < 2\tau_0; \\ \frac{\tau_0}{T_0}\left[\begin{matrix} \langle P(x_l) \rangle + \dfrac{T_0 - 2\tau_0}{2\tau_0 L}, & x_l - \Delta_к \le X \le x_l + \Delta_к \\ \langle P(x_k) \rangle + \dfrac{T_0 - 2\tau_0}{2\tau_0 L}, & x_k - \Delta_к \le X \le x_k + \Delta_к \end{matrix} \right], & T_0 \ge 2\tau_0; \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

Абсолютная погрешность $\delta[X]_и$ оценки $\langle w_1[X] \rangle_и$ при $l, k = 1, 2, ..., L$

$$\delta[X]_{\text{и}} = \langle w_1[X]\rangle_{\text{и}} - w_1[X] =$$

$$= \frac{1}{2\Delta_{\text{к}}}\begin{cases} \langle P(x_l)\rangle - 1/L, & x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}}, \quad 0 \le T_0 < \tau_0; \\ \frac{1}{2}\left[\begin{matrix}\langle P(x_l)\rangle - 1/L, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}} \\ \langle P(x_k)\rangle - 1/L, x_k - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_k + \Delta_{\text{к}}\end{matrix}\right], \tau_0 \le T_0 < 2\tau_0; \\ \frac{\tau_0}{T_0}\left[\begin{matrix}\langle P(x_l)\rangle - 1/L, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}} \\ \langle P(x_k)\rangle - 1/L, x_k - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_k + \Delta_{\text{к}}\end{matrix}\right], 2\tau_0 \le T_0; \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

Мультипликативная составляющая погрешности $\delta[X]_{\text{и}}$ равна 1 относительно $\langle P(x_l)\rangle/2\Delta_{\text{к}}$ при $0 \le T_0 < \tau_0$ и относительно $(\langle P(x_l)\rangle + \langle P(x_k)\rangle)/4\Delta_{\text{к}}$ при $\tau_0 \le T_0 \le 2\tau_0$. При $2\tau_0 \le T_0$ она равна $2\tau_0/T_0$. Аддитивная составляющая погрешности равна $-1/2\Delta_{\text{к}}L$ при $0 \le T_0 < 2\tau_0$ и $-2\tau_0/T_0 2\Delta_{\text{к}}L$ при $2\tau_0 \le T_0$.

Аналогично оценка одномерного распределения вероятности при интерполяции

$$\langle W_1[X]\rangle_{\text{и}} = \int_{X_{\text{н}}}^{X} \langle w_1(Y)\rangle_{\text{и}}\, dY =$$

$$= \begin{cases} 0, \quad X < X_{\text{н}}; & \\ \sum_{r=1}^{l-1}\langle P(x_r)\rangle + \left[\langle P(x_l)\rangle \frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}}\right] & 0 \le T_0 < \tau_0; \\ \frac{1}{2}\left\{\begin{matrix}\sum_{r=1}^{l-1}\langle P(x_r)\rangle + \left[\langle P(x_l)\rangle \frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}}\right] + \\ + \sum_{r=1}^{k-1}\langle P(x_r)\rangle + \left[\langle P(x_k)\rangle \frac{X - x_k + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_k - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_k + \Delta_{\text{к}}\right]\end{matrix}\right\}, & \tau_0 \le T_0 < 2\tau_0; \\ \frac{\tau_0}{T_0}\left\{\begin{matrix}\sum_{r=1}^{l-1}\left(\langle P(x_r)\rangle + \frac{T_0 - 2\tau_0}{2\tau_0 L}\right) + \left[\left(\langle P(x_l)\rangle + \frac{T_0 - 2\tau_0}{2\tau_0 L}\right)\frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}}\right] + \\ + \sum_{r=1}^{k-1}\left(\langle P(x_r)\rangle + \frac{T_0 - 2\tau_0}{2\tau_0 L}\right) + \left[\left(\langle P(x_k)\rangle + \frac{T_0 - 2\tau_0}{2\tau_0 L}\right)\frac{X - x_k + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_k - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_k + \Delta_{\text{к}}\right]\end{matrix}\right\}, & 2\tau_0 \le T_0; \\ 1, \quad X_{\text{в}} < X. & \end{cases}$$

а ее погрешность

$$\Delta[X]_{\text{и}} = \langle W_1(X)\rangle_{\text{и}} - W[X] =$$

$$= \begin{cases} \sum_{r=1}^{l-1}\left(\langle P(x_r)\rangle - \frac{1}{L}\right) + \left[\left(\langle P(x_l)\rangle - \frac{1}{L}\right)\frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}}\right], & 0 \le T_0 < \tau_0; \\ \frac{1}{2}\left\{\sum_{r=1}^{l-1}\left(\langle P(x_r)\rangle - \frac{1}{L}\right) + \left[\left(\langle P(x_l)\rangle - \frac{1}{L}\right)\frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}}\right] + \right. \\ \left. + \sum_{r=1}^{k-1}\left(\langle P(x_r)\rangle - \frac{1}{L}\right) + \left[\left(\langle P(x_k)\rangle - \frac{1}{L}\right)\frac{X - x_k + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_k - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_k + \Delta_{\text{к}}\right]\right\}, & \tau_0 \le T_0 < 2\tau_0; \\ \frac{\tau_0}{T_0}\left\{\sum_{r=1}^{l-1}\left(\langle P(x_r)\rangle - \frac{1}{L}\right) + \left[\left(\langle P(x_l)\rangle + -\frac{1}{L}\right)\frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_l - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_l + \Delta_{\text{к}}\right] + \right. \\ \left. + \sum_{r=1}^{k-1}\left(\langle P(x_r)\rangle - \frac{1}{L}\right) + \left[\left(\langle P(x_k)\rangle - \frac{1}{L}\right)\frac{X - x_k + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}, x_k - \Delta_{\text{к}} \le X \le x_k + \Delta_{\text{к}}\right]\right\}, & 2\tau_0 \le T_0; \\ 0, \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

Мультипликативная составляющая погрешности $\Delta[X]_{\text{и}}$ равна 1 относительно $\sum_{r=1}^{l-1}\langle P(x_r)\rangle + \langle P(x_l)\rangle\frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}$ при $0 \le T_0 < \tau_0$ и $\frac{1}{2}\left[\sum_{r=1}^{l-1}\langle P(x_r)\rangle + \langle P(x_l)\rangle\frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}} + \sum_{r=1}^{k-1}\langle P(x_r)\rangle + \langle P(x_k)\rangle\frac{X - x_k + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}\right]$ при $\tau_0 \le T_0 < 2\tau_0$. Для $2\tau_0 \le T_0$ в последнем случае она равна $2\tau_0/T_0$. Аддитивная составляющая погрешности равна $-[\Delta_{\text{к}}(2l-1) + X - x_l]/2\Delta_{\text{к}}L$ при $0 \le T_0 < \tau_0$, $-\left[\Delta_{\text{к}}(l+k-1) + X - (x_l + x_k)/2\right]/2\Delta_{\text{к}}L$ при $\tau_0 \le T_0 < 2\tau_0$ и $-2\tau_0\left[\Delta_{\text{к}}(l+k-1) + X - (x_l + x_k)/2\right]/T_0 2\Delta_{\text{к}}L$ при $2\tau_0 \le T_0$.

Анализ полученных выражений показал, что переход от экстраполяции к интерполяции реализации $x(t)$ процесса между соседними отсчетами позволяет повысить точность оценки $\langle w_1[X]\rangle$ или увеличить шаг дискретизации T_0. Так, при $\langle P(x_l)\rangle = \langle P(x_k)\rangle$ шаг дискретизации T_0 можно увеличить в 2 раза сохранив при этом++++++++++++++++++++++++++++++ погрешность измерений $\delta[X]_{\text{и}}$. Аналогично для распределений вероятности при $\sum_{r=1}^{l-1}\langle P(x_r)\rangle + \langle P(x_l)\rangle\frac{X - x_l + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}} = \sum_{r=1}^{k-1}\langle P(x_r)\rangle + \langle P(x_k)\rangle\frac{X - x_k + \Delta_{\text{к}}}{2\Delta_{\text{к}}}$ шаг дискретизации T_0 можно увеличить в 2 раза с сохранением погрешности измерений $\Delta[X]_{\text{и}}$. Аддитивная погрешность при экстраполяции уменьшается в T_0/τ_0 раз при $0 \le T_0 \le \tau_0$, а при интерполяции уменьшается в T_0/τ_0 раз при $0 \le T_0 \le 2\tau_0$.

Кроме того, при $X_{\text{н}} = x_1 - \Delta_{\text{к}}$ и $X_{\text{в}} = x_L + \Delta_{\text{к}}$ выполняются также условия нормировки:

$$\int_{X_н}^{X_н} \langle w_1(Y) \rangle_э \, dY = \langle W[X_н] \rangle_э = \int_{X_н}^{X_н} \langle w_1(Y) \rangle_и \, dY = \langle W[X_н] \rangle_и = 0;$$

$$\int_{X_н}^{X_в} \langle w_1(Y) \rangle_э \, dY = \langle W[X_в] \rangle_э = \int_{X_н}^{X_в} \langle w_1(Y) \rangle_и \, dY = \langle W[X_в] \rangle_и = 1.$$

Выводы. Таким образом, традиционная гистограмма и вытекающий из нее алгоритм вычисления распределения вероятности являются *корректными оценками одномерной плотности вероятности* $\langle w_1[X] \rangle$ *и распределения вероятности* $\langle W_1[X] \rangle$ *эргодического случайного процесса с равномерным законом распределения и ступенчатой корреляционной функцией* $\rho(\tau)$ *при экстраполяции сигнала между отсчетами, шаге дискретизации* T_0 *равном интервалу корреляции* τ_0 *и равномерном распределении погрешности квантования по уровню.*

Переход к интерполяции сигнала между отсчетами позволяет почти вдвое повысить точность измерения $\langle w_1[X] \rangle_и$ или во столько же раз увеличить шаг дискретизации T_0. Полученная оценка $\langle W_1[X] \rangle_и$ также обладает большей точностью, поскольку полнее учитывает взаимодействие влияющих на результат измерения факторов.

Для нахождения характеристик погрешностей оценок $\langle w_1[X] \rangle$ и $\langle W_1[X] \rangle$ необходим комплексный подход к их определению [9]. Приведенные результаты позволяют не только оценить достоверность измерений плотности распределения вероятности и распределения вероятности эргодических случайных процессов, но и оптимизировать их с учетом указанных факторов.

Литература

1. Губарев В. В. Вероятностные модели: справ. в 2-х частях. Ч.2. Новосибирск: Новосиб. электротехн. ин-т. 1992, 183 с.

2. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов. 5-е издание. М.: КноРус. 2011, 311 с.

3. Заико А. И. Теория точности статистических и спектральных измерений // Вестник УГАТУ. 2000. № 2. С. 175–182.

4. Заико А. И. Случайные процессы. Модели и измерения: учеб. пособие. М.: Изд-во МАИ, 2006, 207 с.

5. Заико А. И. Комплексный подход к определению погрешностей // Датчики и Системы. 2007. № 8. С. 52–59.

6. Свид. 72200700005. Случайный процесс Заико А.И. с равномерным законом распределения. Математическая модель // Заико А.И.; Зарег. ФГУП «ВНТИЦ» 28.02.07 г. 10 с.

7. Заико А. И. Случайный процесс Заико с равномерным законом распределения // Вестник УГАТУ. 2008. Т.11. № 1(28). С. 188–193.

8. Заико А. И. Случайный сигнал с равномерным законом распределения // Измерительная техника.–1999. № 1. С. 9–11./Zaiko A. I. Random signal with uniform distribution // Measurement Techniques. 1999. V. 42. June. P. 11–13.

9. Заико А. И., Нагаев О. Н. Измерение плотности вероятности эргодического случайного процесса // Труды междунар. научно-технич. конф. «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015)». Т.1. Самара: СНЦ РАН, 2015. С. 54–60.

А.А. Зайнуллина, А.Ф. Атнабаев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА ГИС ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ГОРОДСКОЙ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Система подземных коммуникаций играет важную роль в обеспечении благоприятных условий проживания, как в мегаполисах, так и в небольших городах.

В настоящее время в мире наблюдается нестандартное проявление природных явлений (резкие оттепели, продолжительные снегопады, ливни и т.п.), в том числе выпадение кратковременных осадков, превышающих среднестатистические данные в сотни раз, что приводит к чрезвычайным последствиям для городской инфраструктуры (в том числе подземным коммуникациям).

Стихийные погодные условия, количество осадков, превышающих норму – всё это наносит как экологический, так и экономический ущерб для населения. Управление и поддержание целостности системы водоотведения требует серьезных вложений на обслуживание и ремонтные работы. Использование и внедрение инновационных технологий позволит снизить затраты. Таким образом для обеспечения бесперебойной работы городской ливневой канализации необходимо разрабатывать комплекс мер и систем поддержки принятия решений, позволяющих снизить затраты на ликвидацию возможных последствий от чрезвычайных ситуаций, вызванных природными стихиями.

На сегодняшний день зачастую поддержание инфраструктуры ливневой канализации в рабочем состоянии решается лишь устранением фактических нарушений (неисправные колодцы, прочистка и т.п.), а также мало уделяется внимание системам мониторинга и прогнозирования возможных чрезвычайных ситуаций. Поэтому выявленная задача является актуальной.

Объектом в исследовании является пространственно-распределенные данные, описывающие инфраструктуру систем ливневых канализаций. Предметом исследования является информационная поддержка принятия решений для обеспечения бесперебойной работоспособности ливневой канализации в повседневной жизни, в том числе и чрезвычайных ситуациях.

Решение описанной проблемы является одним из приоритетных направлений деятельности в сфере коммунального хозяйства, как для России, так и для зарубежных стран.

Для исследования был выбран частный пример - город Уфа. В связи с чрезвычайной природной ситуацией оказалась подтоплена часть улиц, городским дорогам был нанесен ущерб в 43 млн. рублей. В ходе разбирательств было выяснено, что отсутствуют сооружения для обезвреживания ливневых и талых вод.

В настоящее время в г. Уфа не полностью решены проблемы бесперебойной работы в системе ливневой канализации. О состоянии одной трети части системы отсутствует какая-либо информация.(1)

Внедрение современных IT-технологий позволит выйти на новый инновационный уровень решения проблемы.

В системе подземной коммуникации нет автоматизированного процесса, то есть при наступлении чрезвычайной ситуации используется рабочая сила. Автоматизация в свою очередь способна снизить риск затопления.

На основе анализа статистических данных выпавших атмосферных осадков за 2014-2017 год были получены следующие результаты(2):

Таблица 1 – Максимальное количество выпавших атмосферных осадков (в соотношении месяц/год)

Месяц/год	2014	2015	2016	2017
1	2	3	4	5
Март	5 мм	7 мм	7 мм	13 мм
Апрель	9 мм	12 мм	12 мм	10 мм
Май	18 мм	22 мм	15 мм	35 мм
Июнь	8 мм	7 мм	22 мм	27 мм
Июль	27 мм	16 мм	7 мм	13 мм
Август	4 мм	8 мм	13 мм	6 мм
Сентябрь	22 мм	9 мм	12 мм	110 мм
Октябрь	4 мм	13 мм	8 мм	13 мм

Максимальный объем осадков, выпавших за 2017 год, составил 110 мм в сентябре, что превышает показатели за рассмотренные 4 года.

Одной из ярких проблем водоотведения является слабая пропускная способность и предрасположенность к засорению ливневой канализации. Это в частности наблюдается в период затяжных дождей. Проблема проявляется в скоплении огромных «стоячих» луж на тротуарах и проезжей части.

Для устранения проблемы в настоящее время решают следующие задачи:

- прокладка дополнительной системы поверхностного водоотвода.

- восстановление имеющихся неисправных колодцев, а именно прочистка от мусорных засоров с помощью использования метода пневмоимпульсов. При своих положительных сторонах данный метод является лишь профилактикой, но в критических ситуациях требуются незамедлительные действия.

- решение проблемы износа основных фондов. Износ, в первую очередь, касается магистральных трубопроводов.

Тем не менее, система подземных коммуникаций (в частности система ливневой канализации), нуждается в системе немедленного реагирования в условиях чрезвычайных ситуаций.

Авторами статьи предлагается решение рассматриваемой проблемы за счет создания прототипа системы поддержки принятия решений в сфере бесперебойного функционирования городской ливневой канализации на основе ГИС-технологий.

В ходе анализа предметной области было выявлено, что прототип ГИС должен решать следующие задачи:

-анализ сетевой модели;

-анализ поверхности;

-анализ водосборных участков;

-анализ возможных зон подтопления;

-поддержка принятия решений (в виде установок откачивающей аппаратуры).

Вышеописанные проблемы в современном мире принято решать с помощью ГИС-технологий.(3)

Для разработки рабочей системы необходимо создать тестовые данные местности. Для решения этой задачи выбрана программа ArcGIS, так как ее возможности достаточны для функционирования ГИС в системе подземных коммуникаций.

В ходе системного анализа предметной области были выявлены основные задачи, которые решаются для достижения главной цели и данные, которые необходимы для решения этих задач, представленных в виде функциональной модели (рисунок 1).

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма процесса пространственной обработки данных (по методологии IDEF0) для улучшения работоспособности систем ливневой канализации.

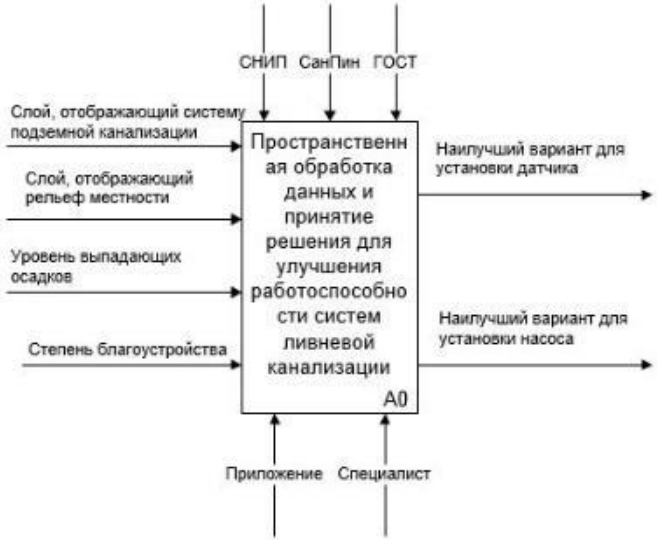


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма

На рисунке 2 изображена диаграмма декомпозиции процесса.

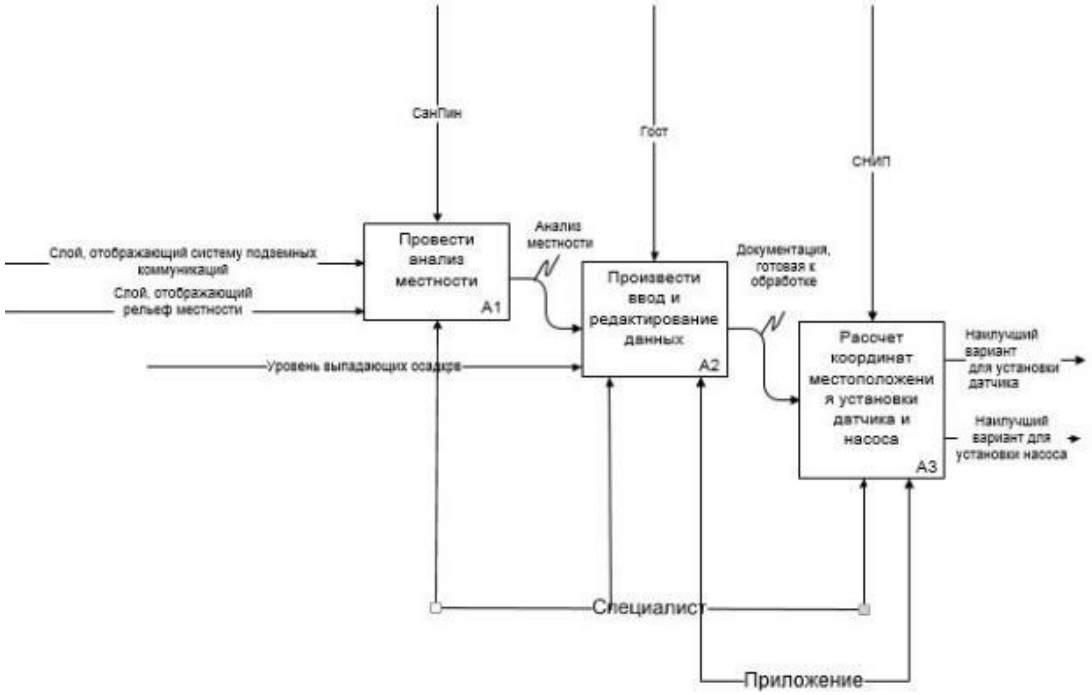


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции

При изучении объектов автоматизации, свойств, а также взаимоотношений между данными объектами была построена информационная модель по методологии IDEF1X (рисунок 3).

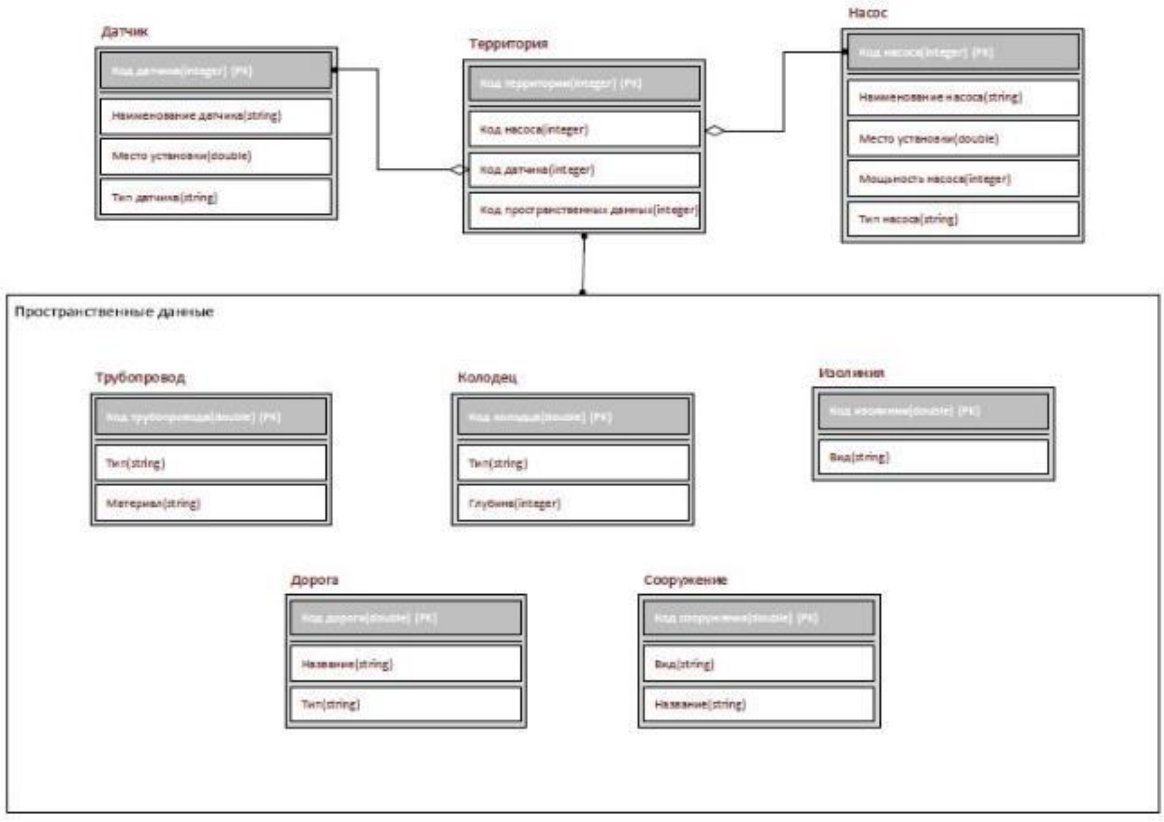


Рисунок 3 – Информационная модель

Разработка и внедрение данного прототипа решает проблему подтопления при стихийных природных явлениях с помощью таких функций, как: системы анализ сетевой модели ливневой канализации, анализ 3D поверхности, анализ водосборных участков, анализ возможных зон подтопления, поддержка принятия решений (в виде установок откачивающей аппаратуры).

Последующая установка откачивающего устройства и датчика способствуют повышению работоспособности системы ливневых канализаций, а именно:

- позволяет отслеживать уровень воды;
- позволяет мгновенно реагировать в условиях чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Еженедельник «Аргументы и Факты» №41 11/10/2017:[Электронный ресурс].URL: http://www.ufa.aif.ru/society/jkh/nicheynaya _ livnevka_ tret_ulichnoy_kanalizacii_ufy_nikto_ne_obsluzhivaet.(Дата обращения 10.10.2017).

2. Климатический справочник населенных пунктов России: [Электронный ресурс].URL: http:// www. atlasyakutia. ru/ weather/ 2017/ prec/ ufa_ prec_2017.php. (Дата обращения 15.10.2017).

3. Павлов С.В., Христодуло О.И. Основные принципы интегрированной обработки пространственной информации для оценки и контроля взаимного влияния объектов промышленности и окружающей среды: [Электронный ресурс].URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26056134. (Дата обращения 15.10.2017).

4. Каждан А. Проблемы водоснабжения и водоотведения строительства/ А. Каждан, Е.Марголин-ЖКХinfo информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]: URL: http: //www. zhkh.info/ contentview2046/69/26.04.2009. (Дата обращения 1.11.2017).

В.А. Засов

АДАПТИВНЫЙ ЭКВАЛАЙЗЕР С РЕГУЛЯРИЗАЦИЕЙ НАСТРОЙКИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Эквалайзеры являются важным элементами информационных и измерительных систем позволяющими увеличить пропускную способность каналов связи за счет коррекции неравномерности их частотных характеристик и снижения отрицательного влияния эффекта межсимвольной интерференции, увеличить точность измерения сигналов в системах обработки информации.

Классический эквалайзер имеет два входа и один выход. На первый вход эквалайзера поступает подлежащий обработке принимаемый входной сигнал $\xi_{вх1}(i)$, искажённый измерительным преобразователем или каналом связи. Для настройки эквалайзера на его второй вход поступает известный обучающий

сигнал $\xi_{вх2}(i)$. Восстановленный сигнал $\xi_{вых}(i)$, искажающее влияние в котором канала связи устранено, выдается на выход устройства [1,2].

Недостатком известного устройства является большая погрешность $\sigma_в^2$ восстановления (коррекции) сигнала, определяемая (1):

$$\sigma_в^2 = \frac{1}{\mathrm{M}}\sum_{i=0}^{\mathrm{M}-1}\left(\xi_{вых}(i) - \tilde{\xi}_{вх1}(i)\right)^2 = \frac{1}{\mathrm{M}}\sum_{i=0}^{\mathrm{M}-1}\left(\xi_{вх1}(i) * q(i) - \tilde{\xi}_{вх1}(i)\right)^2, \quad (1)$$

где $\xi_{вых}(\mathrm{i}) = \xi_{\mathrm{вх1}}(i) * q(i) \approx \tilde{\xi}_{вх1}(i)$, $q(i)$ - весовые коэффициенты корректирующего (перестраиваемого) фильтра, $i = 0,...,\mathrm{M}-1$, M – количество дискретных отсчётов сигналов. Восстановленный эквалайзером сигнал $\xi_{вых}(i)$ должен быть равен сигналу $\tilde{\xi}_{вх1}(i)$ поступающему в режиме восстановления на вход корректируемого преобразователя информации с импульсной переходной характеристикой $h_{кан}(i)$.

Большая погрешность восстановления $\sigma_в^2$ возникает при эквалайзинге каналов с большой неравномерностью амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

Погрешность восстановления $\sigma_в^2$ может быть представлена в виде суммы двух составляющих $\sigma_в^2 = \sigma_{случ}^2 + \sigma_{метод}^2$, где $\sigma_{случ}^2$- случайная составляющая погрешности (средняя квадратичная ошибка) восстановления, обусловленная шумами и неустойчивостью работы эквалайзера, а $\sigma_{метод}^2$- методическая составляющая погрешности восстановления, обусловленная отличием частотного коэффициента передачи $Q(\omega)$ эквалайзера от величины, обратной частотному коэффициенту передачи $H_{кан}(\omega)$ корректируемого канала, т.е.

$$Q(\omega) \approx \frac{1}{H_{кан}(\omega)}.$$

При большой неравномерности АЧХ корректируемого канала коэффициенты передачи канала в некоторых полосах частот могут быть малыми, близкими к нулю, т.е. в десятки раз меньшими значений на других частотах. Очевидно, для коррекции таких «завалов» АЧХ коэффициенты передачи эквалайзера в этих полосах частот должны быть большими, но это приводит к усилению не только сигнала, но шума, который всегда присутствует во входном сигнале $\xi_{вх1}(i)$. Увеличение уровня шума уменьшает отношение сигнал/шум на выходе эквалайзера и увеличивает случайную составляющую $\sigma_{случ}^2$ погрешности восстановления сигналов.

В полосах частот, где коэффициенты передачи канала близки к нулю, вследствие большого усиления шумов вычисление весовых коэффициентов перестраиваемого фильтра происходит с большой погрешностью, и даже неболь-

шие изменения параметров канала приводят к резким изменениям (колебаниям) величин вычисленных коэффициентов корректирующего (перестраиваемого) фильтра [2].

Поэтому работа эквалайзера становится неустойчивой, что также увеличивает случайную составляющую $\sigma^2_{\text{случ}}$ погрешности восстановления сигналов.

Уменьшить случайную составляющую $\sigma^2_{\text{случ}}$ погрешности восстановления возможно путем ограничения коэффициентов передачи перестраиваемого фильтра на частотах с большими «завалами» АЧХ канала или путем уменьшения полосы корректируемых частот эквалайзера, но такой подход увеличивает методическую составляющую $\sigma^2_{метод}$ погрешности восстановления, т.к.

$$Q(\omega) \approx \frac{1}{H_{кан}(\omega)}.$$

Для устранения этого недостатка предлагается вычисление весов корректирующего (перестраиваемого) фильтра эквалайзера осуществлять с применением методов регуляризации [3].

Среди различных методов регуляризации одним из эффективных по вычислительной сложности является метод использующий результаты анализа параметров устойчивости для расчета параметра регуляризации λ [3,4].

Функциональная схема адаптивного эквалайзера с регуляризацией настройки [5] приведена на рисунке 1.

Блок регуляризации и блок стабилизации вычисляют стабилизирующее слагаемое вида $s = \lambda \sum_{i=0}^{N-1} q^2(i)$, которое блоком суммирования прибавляется к ошибке $\sigma^2_в$ и повышает устойчивость (стабильность) вычислений весовых коэффициентов перестраиваемого фильтра эквалайзера и, следовательно, уменьшает погрешность восстановления сигналов.

Вычисление λ блоком регуляризации производится в режиме настройки, когда величина погрешности $\sigma^2_в$ восстановления превышает некоторый заданный порог δ, т.е. $\sigma^2_в \geq \delta$. Вычисление весовых коэффициентов $q(i),\ i = 0,...,N-1$ перестраиваемого фильтра производится на основе критерия минимума средней квадратичной ошибки $\sigma^2{}_\lambda$.

Вычисления минимума средней квадратичной ошибки $\sigma^2{}_\lambda$

$$\sigma^2_\lambda(q) = \frac{1}{M}\sum_{i=0}^{M-1}\left(\xi_{обуч1}(i) * q(i) - \xi_{обуч2}(i)\right)^2 + \lambda \sum_{i=0}^{N-1} q^2(i)$$

является устойчивым вычислительным процессом за счет использования стабилизирующего слагаемого $s = \lambda \sum_{i=0}^{N-1} q^2(i)$. Это позволяет увеличить достоверность и точность вычислений весовых коэффициентов перестраиваемого фильтра эквалайзера и, следовательно, уменьшить погрешность восстановления сигналов.

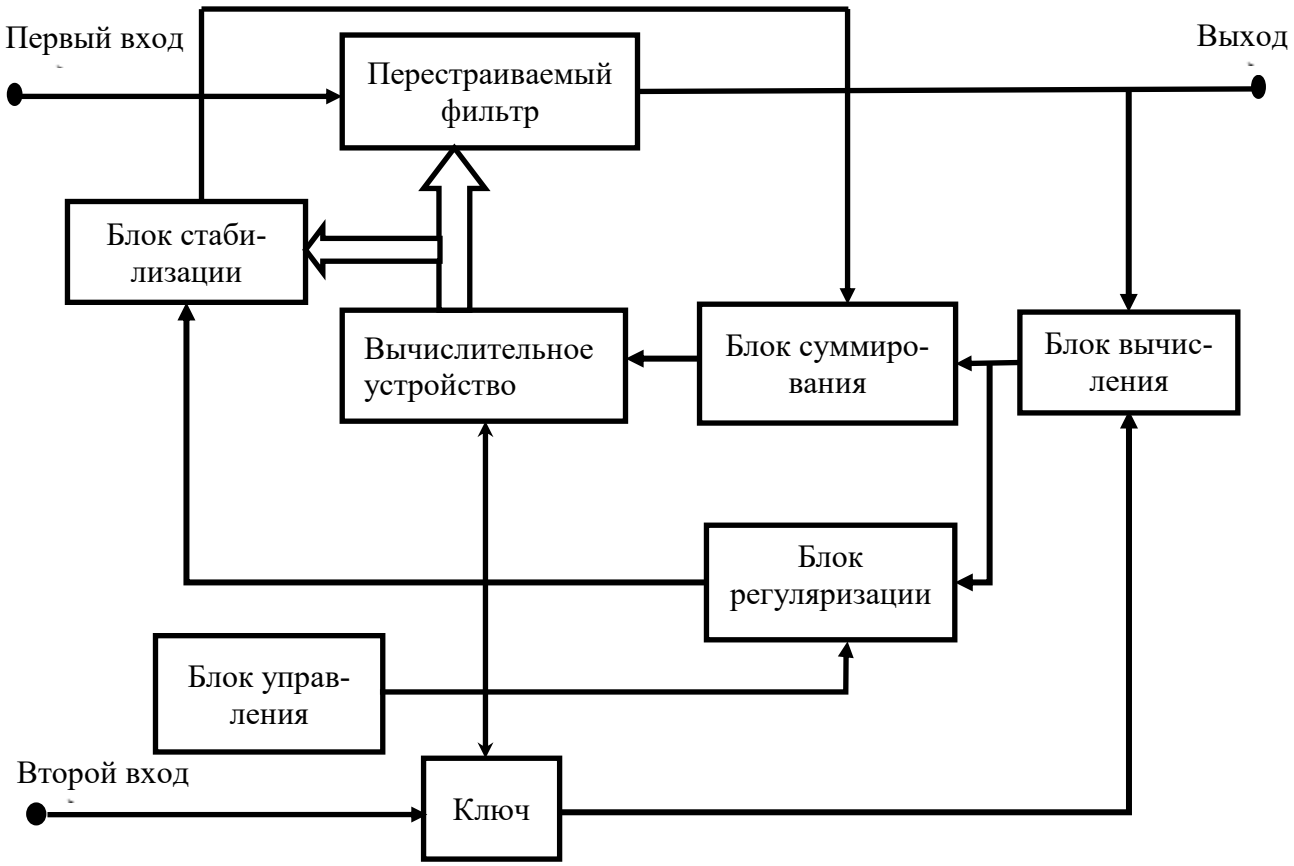
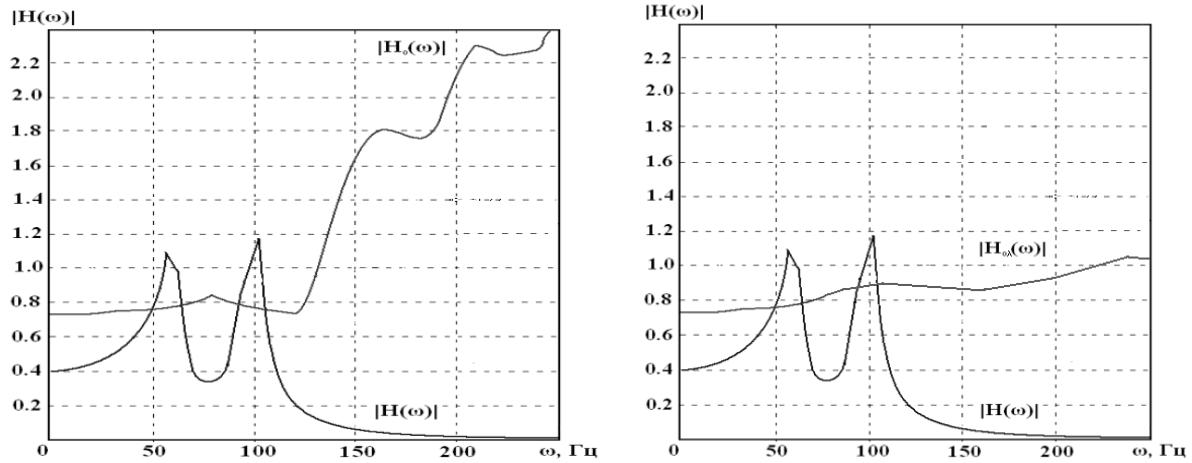


Рисунок 1 - Функциональная схема адаптивного эквалайзера с регуляризацией настройки

На приведены примеры моделирования восстановления сигналов эквалайзерами без регуляризации (а) и с регуляризацией (б) в режиме настройки [5].

Видно, что неравномерность совокупной АЧХ канал-эквалайзер в области существенного «завала» АЧХ канала (выше 125 Гц) у эквалайзера без регуляризации существенно больше по сравнению с эквалайзером, использующим регуляризирующий алгоритм.



(а) (б)

Рисунок 2 – Результаты восстановления сигналов эквалайзерами без регуляризации (а) и с регуляризацией (б) при настройке

Литература

1. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов : пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 440 с.

2. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. – М.: Техносфера, 2013. – 528 с.

3. Засов В. А. Алгоритм регуляризации решения задачи разделения сигналов, использующий результаты анализа устойчивости // Идентификация систем и задачи управления (SICPRO-12): тр. 9-й Междунар. конф. – М. : Изд-во учреждения Российской акад. наук ИПУ им. В. А. Трапезникова, 2012. – С. 949–962.

4. Засов В.А., Никоноров Е.Н. Контроль устойчивости и обеспечение робастности разделения сигналов в условиях вариации параметров объект // Вестник Самарского муниципального института управления: теоретический и научно-методический журнал. – Самара: СМИУ, 2011. - №1(16). – С.158-168

5. Засов В.А., Тарабардин М.А., Никоноров Е.Н. Адаптивный эквалайзер. Патент на полезную модель №104403 от 24.08.2010г. Опубл. в БИ №13 от 11.05.2011г.

А.В. Иващенко, Г.В. Катиркин, А.А. Хорина

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АКЦЕНТНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

(Самарский университет)

Применение современных технологий дополненной реальности (Augmented Reality, AR): очков, планшетов, а также специальных устройств обеспечивает принципиально новые возможности по реализации пользовательских интерфейсов. Решения, основанные на реализации дополненной реальности, активно используются в технике, при реализации интерактивных технических руководств, медицине, для поддержки принятия решений по диагностике и хирургии, на транспорте, для предоставления дополнительной информации водителю, а также в образовании и игротехнике.

При этом, практическое внедрение технологий дополненной реальности сопряжено с рядом трудностей, связанных с особенностями организации пользовательского интерфейса. В среде дополненной реальности отсутствуют границы экрана, при этом появляется глубина восприятия наблюдаемой сцены, а различные наблюдаемые объекты и элементы управления могут перекрываться, а иногда мешать друг другу. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать новые принципы размещения элементов пользовательского интерфейса в пространстве, для чего требуется изучать и понимать закономерности процессов деятельности пользователей в виртуальной среде дополненной реальности.

На основе практического опыта реализации ряда решений дополненной реальности был предложен новая технология акцентной (фокусной) визуализации [1], суть которой состоит в отслеживании внимания пользователей

устройств дополненной реальности в контексте наблюдаемой сцены и адаптивной подстройке виртуальных и активных элементов пользовательского интерфейса. Данный подход может быть успешно применен, например, в медицине, при построении ассистирующих средств дополненной реальности для поддержки принятия решений хирургом в ходе оперативного вмешательства [2, 3].

Реализация предложенной технологии дополненной реальности может быть произведена с помощью технических решений, проиллюстрированных на рис. 1. Однако, для отслеживания внимания пользователей также весьма эффективны системы управления компьютером с помощью взгляда (Eye tracker, ай-трекер), весьма популярные в современных компьютерных играх [4]. Ай-трекер представляет собой контроллер для управления в играх и компьютерных приложениях с помощью взгляда и способно одновременно отслеживать положение головы и направление взгляда пользователя. Примеры успешного использования данной системы в образовании приведены в работах [5, 6].

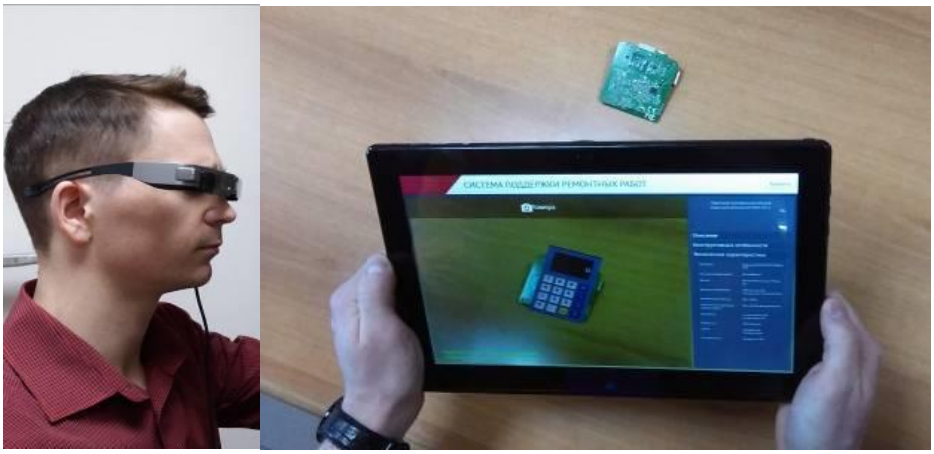


Рис. 1. Современные технические средства акцентной визуализации

Практическое использование ай-трекера в качестве технического средства акцентной визуализации позволяет определить основные особенности по реализации пользовательского интерфейса и адаптировать его для конкретных особенностей восприятия каждого человека.

Например, проведенные эксперименты показали, что различное восприятие пространства определяет требования по удобству организации пользовательского интерфейса. Для группы из 20 человек разного пола была предложена картина (см. Рис. 1), на которой необходимо было найти особый элемент (буква N).

Ай-трекер был использован для отслеживания взгляда пользователей. В результате было выделено две группы людей, использующих разные траектории поиска. На рис. 3 представлены обобщенная траектория построчного поиска (слева), которую использовало 70% пользователей и траектория комплексного восприятия (справа), которую продемонстрировало 30%. Эти пользователи обладают хорошим периферическим (боковым) зрением и требуют особого подхода при организации интерфейса.

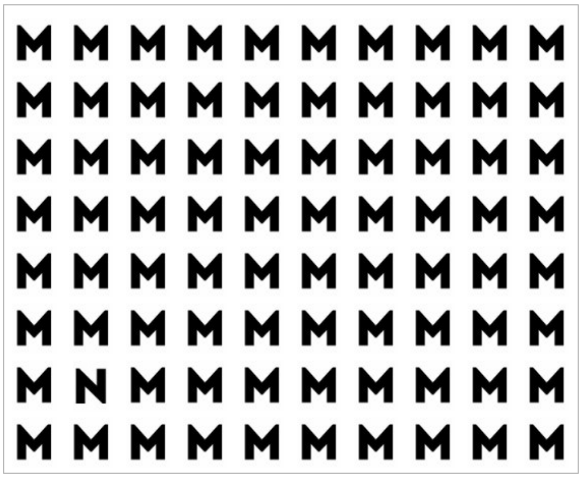


Рис. 2. Тестовый пример

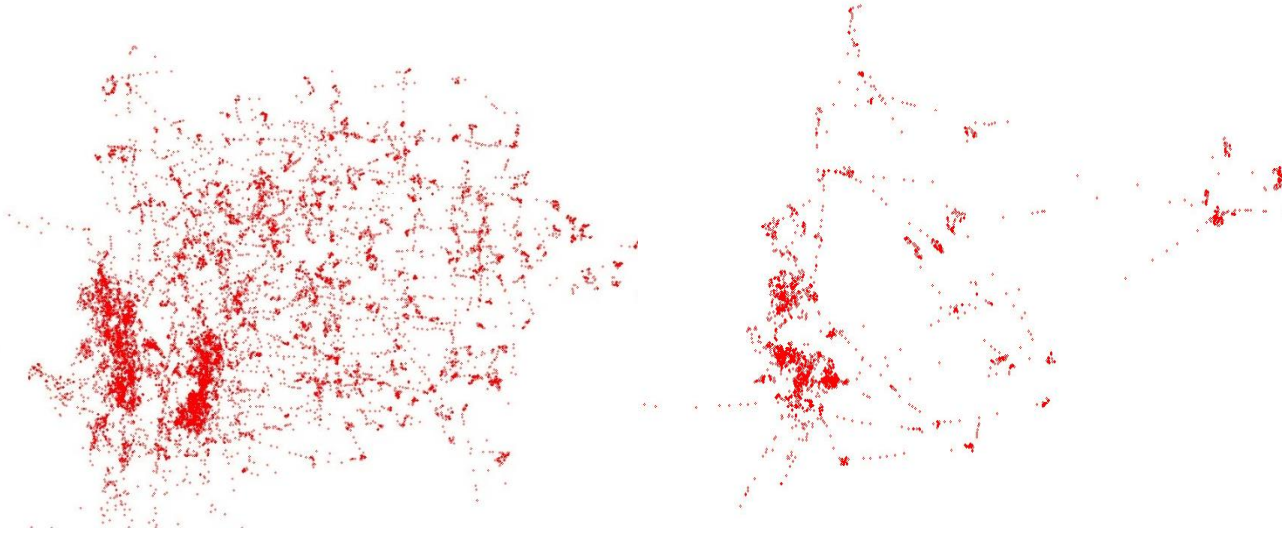


Рис. 3. Идентификация особого элемента при построчном сканировании (слева) и с помощью бокового зрения (справа)

Последующие исследования показали, что для первой группы более удобными являются линейные представления элементов управления, а для второй – облачные.

Данный результат полезен при построении интерфейсов дополненной реальности. Применение акцентной визуализации позволяет повысить удобство работы с элементами дополненной реальности, обеспечивая адаптации виртуальных и активных элементов пользовательского интерфейса под требования и предпочтения пользователей.

Литература

1. Ivaschenko A., Milutkin M., Sitnikov P. Accented visualization in maintenance AR guides // Proceedings of SCIFI-IT 2017 Conference, April 10-11, 2017, Novotel Bruges Centrum Bruges, Belgium, EUROSIS-ETI. – p. 42 – 45

2. Ivaschenko A., Gorbachenko N., Kolsanov A. Focused visualization in interactive applications for surgery training // Communications in Computer and Information Science, Vol. 754, Springer International Publishing AG, 2017. – pp. 723 – 734

3. Ivaschenko A., Kolsanov A., Nazaryan A. Surgery assistant based on augmented reality // Proceedings of the 2017 European Simulation and Modeling Conference (ESM 2017), Lisbon, Portugal, EUROSIS-ETI. – pp. 390 – 393

4. Tobii Ай-трекинг – технология управления компьютером с помощью взгляда https://www.tobii.ru/

5. Lyamin A.V., Cherepovskaya E.N. An approach to biometric identification by using low-frequency eye tracker//IEEE Transactions on Information Forensics and Security, IET - 2017, Vol. 12, No. 4, pp. 881 – 891

6. Cherepovskaya E.N., Lyamin A.V. An evaluation of biometric identification approach on low-frequency eye tracking data//Proceedings of the IEEE 15th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI 2017), IET - 2017, pp. 123 – 128

М.Е. Калинкина

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

Развитие данной области науки и техники началось в 1960-х гг., однако вопросы теоретического и практического характера остаются нерешенными и, становятся все более сложными из-за растущих требований к системам автоматического контроля и мониторинга

Спустя десятилетия, характеристики микроэлектромеханических системы (MEMS) - датчиков значительно улучшились, сделав их ключевым сегментом на текущем рынке технологий MEMS [1], включая инновации в виде интегрированных комбинированных датчиков (модулей, инерциальных блоков) [2].

Датчики MEMS - это ключевая технология разработки миниатюрных инерциальных навигационных систем [3]. Также они характеризуются высокой надежностью и высокой нагрузкой [1]. Эти функции привели к быстрому расширению областей применения. Технология MEMS создала новый сегмент рынка инерционной навигации, а именно навигацию беспилотных летательных аппаратов, автомобильной промышленности, персональных навигаторов и т. д.

Расширение области применения инерциальных датчиков приводит к разработке устройств с меньшими параметрами, такими как вес, размер, энергопотребление и себестоимость, которые выполняют функцию с абсолютной точностью [3]. Поэтому датчики линейного ускорения MEMS и датчики угловой скорости, становятся все более популярными в сочетании со встроенными электронными компонентами.

В настоящее время принято подразделять уровни мощности инерционных датчиков на сегменты устройств с высоким и низким диапазоном [2]. В сегменте высокопроизводительных MEMS понимаются как устройства, способные

обеспечивать достаточно точные тактические характеристики, а также системы, используемые в военных, аэрокосмических и специальных применениях. Обычно эти датчики недостаточно хороши для этого сегмента, но они подходят для низкодиапазонных технологий, включая автомобили, смартфоны и современные планшеты, квадроциклы и мелкие бытовые приборы.

Существует большая разница между устройствами для высокопроизводительных и низкопроизводительных систем. Первый уровень состоит из автомобильных датчиков и даже датчиков низкой подвижности, индивидуальных или в комбинации. Следующий уровень - это промышленный класс. Разница этих категорий в калибровке датчиков. Инерционные навигационные системы используются в небольших коммерческих транспортных средствах, включая краткосрочную навигацию с потерей сигнала GPS. Верхний уровень - морская или воздушная навигация, а также космическое, военное и морское оборудование, которое требует навигационных спецификаций или стратегических датчиков. Стратегический уровень включает межконтинентальные баллистические ракеты [4].

Акселерометры, которые в настоящее время существуют на розничном потребительском рынке, недостаточно хороши для использования в высокопроизводительном сегменте. Однако именно они инициировали разработку инерционных датчиков MEMS, которые в конечном итоге обеспечили возвращение инерционных датчиков в сегмент высокопроизводительных в MEMS исполнении. Технологическое развитие, которое привело к переходу от автономных датчиков к интегрированным блокам инерционных измерений и комбинированных датчиков, потребовало впоследствии оптимизации существующих технологий и внедрения новых [3].

Слияние датчиков, значительное сокращение количества корпусов, - все это достижения потребительской электроники за последние годы, которые сегодня можно использовать в сегменте высокопроизводительных. Тем не менее, влияние потребительского рынка в сегменте высокопроизводительных подходит к концу. Этот рынок требует стабильных и высокоточных датчиков, разработка которых на основе технологии MEMS требует значительных усилий со стороны производителей.

Сегодня производители микромеханических датчиков готовы предоставить микромеханические акселерометры (ММА) и модули на их основе, уровень которых тактичен, т.е. высокопроизводителен. Основные характеристики MEMS, доступные на текущем уровне, определяются для акселерометров в 1 мг.

Основные производители акселерометров стремятся уменьшить нестабильность смещения менее 1 мг.

Заключение

Усовершенствования в области технологий корпусирования, микропроизводства, электронных систем обработки сигналов и новых предложений для компонентов MEMS для сегмента высокого уровня последних лет, улучшат свойства ММА и модулей на их основе и выведут эти датчики на новый уро-

вень навигации в следующем десятилетии. Можно сделать вывод, что разработка инерционных датчиков влияет на их появление в инновационных приложениях и приводит к появлению новых квот спроса и предложения на рынке MEMS.

Литература

1. Пат. RU 2 486 468 (C1), МПК7 G01 C19/56. Измеритель угловой скорости // Некрасов Я.А. (RU); заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электроприбор" (RU) – No 2012103742/28; заявл. 31.01.2012; опубл. 27.06.2013– 2 с. – 0,04 п.л.

2. Куликов К. В., Микроэлектромеханические устройства систем связи : учеб. пособие / К. В. Куликов, В. Н. Ланцов ; Владимир. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 11- 34, 48 с.

3. Пат. RU 2371378 (C2), МПК7 B81 C 5/00. Микромеханический компонент и способ его изготовления // Гайгер Вольфрам (DE), Бренг Уве (DE); заявитель и патентообладатель ЛИТЕФ ГМБХ (DE) – No 2007133922/28; заявл. 03.04.2006; опубл. 27.10.2009– 2 с. – 0,04 п.л.

4. Гуртов, В. А. Микроэлектромеханические системы : учебное пособие для студентов физико-технических специальностей университетов / В. А. Гуртов, М. А. Беляев, А. Г. Бакшеева ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Петрозав. гос. ун-т. - Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2016. – 9-18, 70-72с

А.Н. Косыгин

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ФОТОУПРУГОСТИ

(Самарский университет)

Метод фотоупругости (поляризационно-оптический метод) − это метод определения внутренних напряжений в прозрачных телах, которые полагаются изотропными в ненапряженном состоянии. Он позволяет определять распределение напряжений (деформаций) без использования аппарата математической теории упругости. Получаемые в результате эксперимента фотоупругости данные используются для вычисления разности главных напряжений в точках модели по закону Вертгейма

$$\sigma_1 - \sigma_2 = N\frac{f_\sigma}{h},$$

здесь σ_1, σ_2 – главные напряжения, N – порядковый номер полосы, f_σ – цена полосы материала (материальная постоянная, определяемая в ходе тарировки), h – толщина испытуемого образца [1]. Таким образом, необходимо знать в каждой экспериментальной точке ее координаты и номер изохромы, которой она принадлежит. Использование данного метода целесообразно и оправданно для

задач механики разрушения, так как не требует процедуры разделения напряжений, необходимой для многих задач других разделов механики деформируемого твердого тела.

Метод фотоупругости начал разрабатываться в начале XX века, но является очень трудоемким, рутинным и требующим высокой квалификации персонала. Поэтому, несмотря на все преимущества, область его применения в конце XX в. существенно сократилась, уступив место ряду других набирающих популярность методов – метод корреляции изображений, спекл-интерферометрия, голография [2]. Однако с развитием цифровой техники процедура проведения испытаний на фотоупругость значительно упростилась: теперь не требуется вручную проводить зарисовку полос непосредственно при проведении самого опыта или вручную обрабатывать полученные фотографии, поскольку теперь есть возможность получения цифровых изображений с высоким разрешением [3]. Но полученные графические множества требуют расшифровки, которая также достаточна сложна и требует больших трудо-временных затрат. В связи с этим возникла необходимость в разработке программы, позволяющей провести цифровую обработку картин интерференционных полос: изохроматических полос, получаемых в рамках метода фотоупругости.

Этапами работы программы являются:

1) Загрузка исходного изображения.

2) Предобработка изображения. С целью избавления от шумов перед получением координат точек, принадлежащих интерференционным полосам, изображение проходит предобработку. Эта процедура осуществляется при помощи усреднения, в ходе которого изображение пропускается через размывающий фильтр Гаусса радиуса 3-13 пикселей с ядром, имеющим вид

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\omega^2}} e^{-\frac{x^2}{2\omega^2}},$$

где ω – радиус окрестности сглаживания, x – удаление от центра окрестности. Фильтр применяется для каждой точки изображения.

3) Локализация полос. После предобработки изображения выделяется скелет интерференционных полос [2]. Выделение проводится с помощью основанного на масках алгоритма извлечения скелета по изменению интенсивности в полосе. Используется маска 5x5 пикселей, которая перемещается по изображению в различных направлениях (вверх, вниз и по диагонали). Полученные диагональным и горизонтальным сканированием остовы складываются в отдельные изображения, а затем перемножаются с помощью логической операции «и». Таким образом, в конечном остове остаются только те точки, которые распознаются в обоих случаях.

4) Трассировка полос (определение точек каждой полосы). Далее происходит нахождение точек каждой полосы [2].Трассировка происходит по следующему алгоритму:

а) последовательный перебор всех точек изображения до тех пор, пока не обнаруживается точка, принадлежащая полосе;

б) движение по полосе с запоминанием её точек;

в) если на 1-м шаге точки не закончились, то происходит возвращение на 1-й шаг, иначе дальше;

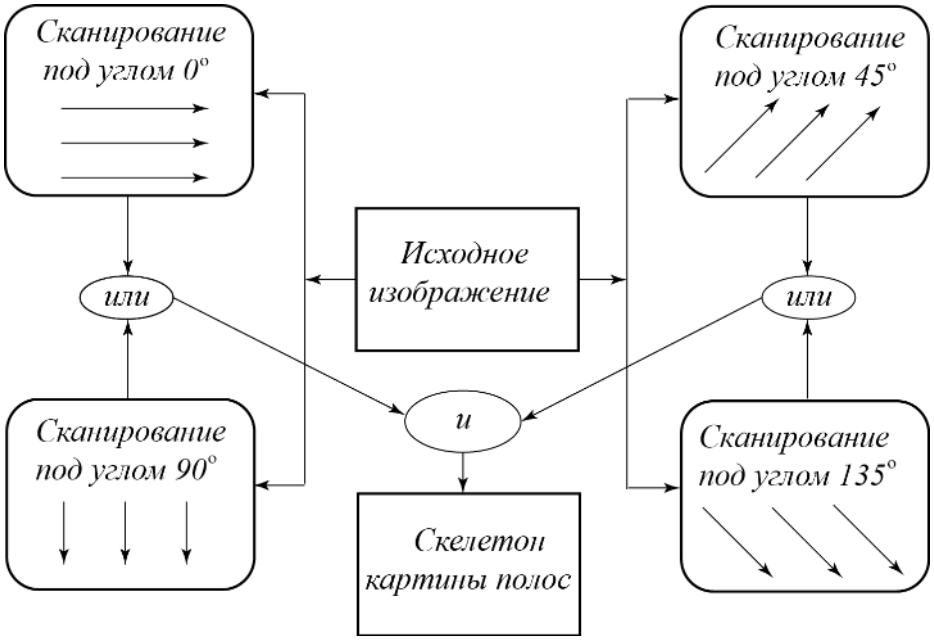


Рис. 1. Общий вид алгоритма построения скелетона изображения

5) Проводится нумерация полос с помощью присвоения каждому распознанному множеству своего порядкового номера.
6) Выгрузка полученных данных в текстовый файл.
Для разработки программы использовался язык программирования JavaScript.

Рассмотрим применение разработанной программы на примере задачи о растяжении пластины с центральной трещиной.

В разработанный комплекс загружается картина изохроматических полос, полученная при растяжении пластины из эпоксидной смолы с центральным разрезом силой $P = 135$ кг, показанная на Рис. 2 (слева). После запуска и работы программы поверх этой картины накладывается слой, содержащий скелетон данного изображения Рис. 2 (справа).

Далее проводится процедура нумерации полос. Вручную выбираются множества точек, принадлежащие одной изохроме, и присваивается определенный порядковый номер изохроматической полосы Рис. 3.

В результате работы программы получается текстовый файл, содержащий определяемое пользователем программы число точек изохроматической картины: тройки вида $\{N, x_1, x_2\}$, содержащих N – номер полосы и x_1, x_2 – пиксельные координаты точки, принадлежащей этой полосе. Полученные экспериментальные данные имеют наиболее удобный формат для определения параметров механики разрушения: коэффициентов интенсивности напряжений, T-напряжений и коэффициентов высших приближений асимптотического представления М. Уильямса поля напряжений.

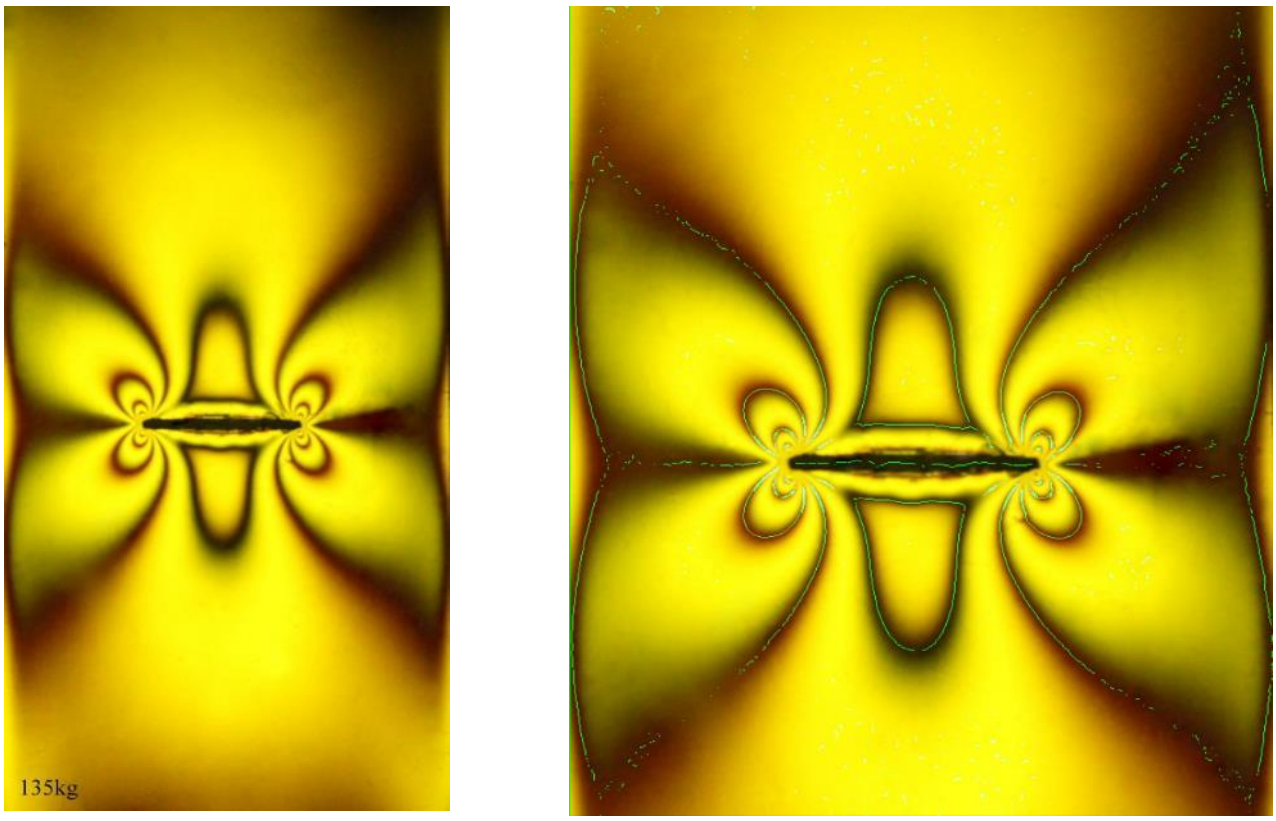


Рис. 2. Построение скелетона изображения

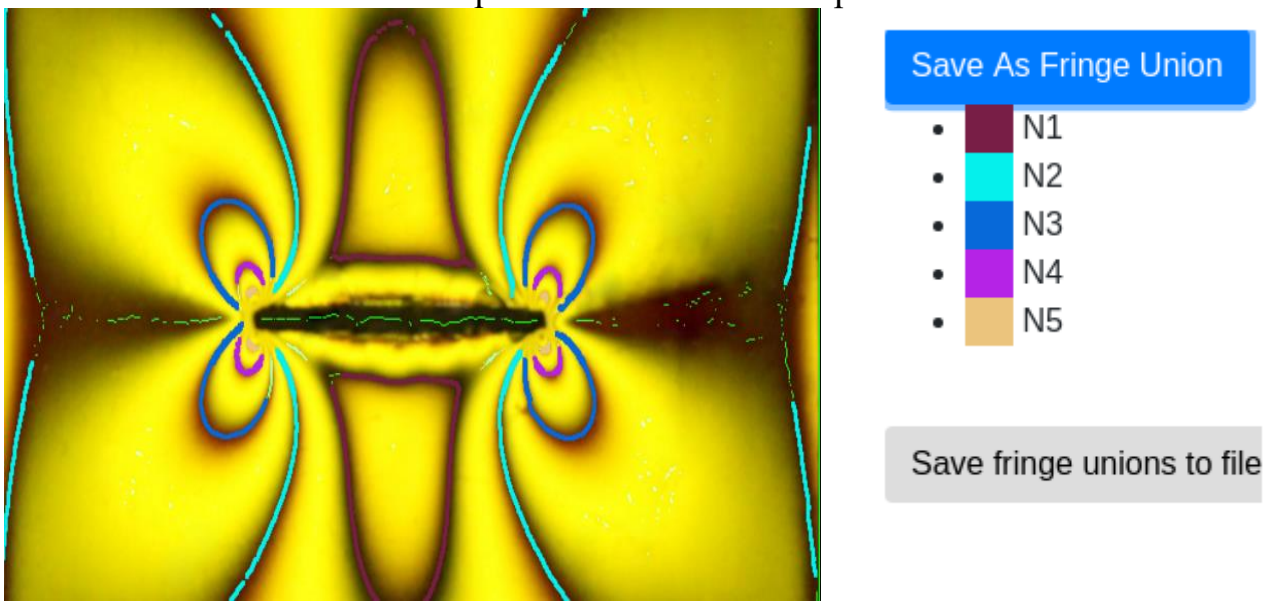


Рис. 3. Процедура нумерации полос

Литература

1. Разумовский, И.А. Интерференционно-оптические методы механики деформируемого твердого тела [Текст]: монография / И. А. Разумовский. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 240 с.

2. Ramesh, K. Digital photoelasticity. Advanced Techniques and Applications [Текст]: монография / K. Ramesh. – Berlin: Springer, 2000. – 424 p.

3. Stepanova, L. V. A Photoelastic Study for Multiparametric Analysis of the Near Crack Tip Stress Field Under Mixed Mode Loading [Текст] / L. V. Stepanova,

P. S. Roslyakov, P. N. Lomakov // Procedia Structural Integrity, 2016. – V. 2. – P. 1797–1804.

Л.Н. Косыгина

РАСТЯЖЕНИЕ УПРУГОЙ ПЛАСТИНЫ С БОКОВЫМИ НАДРЕЗАМИ

(Самарский университет)

Введение. Асимптотическое поведение напряжений у вершины трещины

Актуальной задачей механики сплошных сред и, в частности, механики разрушения является аккуратное описание напряженно-деформированного состояния у вершины трещины в линейно упругом изотропном материале. Одним из эффективных представлений поля напряжений у вершины трещины является асимптотическое разложение М. Уильямса. Асимптотическое разложение функции напряжений Эри $\chi(r,\theta)$ в ряд по собственным функциям имеет вид

$$\chi(r,\theta) = \sum_{i=0}^{\infty} f_i(\theta) r^{\lambda_i}, \quad (1)$$

где r,θ – полярные координаты с полюсом в вершине трещины, λ_i – собственные значения, $f_i(\theta)$ – собственные функции. Тогда компоненты напряжений имеют вид

$$\sigma_{ij}(r,\theta) = \sum_{m=1}^{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k^m \; f_{m,ij}^{(k)}(\theta)\, r^{k/2-1}, \quad (2)$$

где индекс m отвечает типу нагружения функции ($m=1$ соответствует нормальному отрыву, $m=2$ поперечному сдвигу), $f_{m,ij}^{(k)}(\theta)$ являются универсальными угловыми функциями [1]. Коэффициенты a_k^m являются функциями приложенных нагрузок и геометрии образца. Все разнообразие задач механики разрушения отражается в амплитудных множителях: для каждой конфигурации тела с трещиной, находящейся под действием системы нагрузок, будет своя последовательность амплитудных множителей a_k^m. Разложение (2) широко используется для описания поля напряжений в окрестности вершины трещины в линейно упругом изотропном теле.

Задача определения первых двух слагаемых для ряда М. Уильямса достаточно легко разрешима и существует большое количество аналитических решений, полученных посредством разложения М. Уильямса для различных образцов с трещинами. При этом в задачах механики долгое время принято было учитывать только первое слагаемое с амплитудным множителем a_1^1, называемым коэффициентом интенсивности напряжений, поскольку в ближайшей окрестности вершины трещины оно даёт довольно точное описание поля напряжений. В последнее десятилетие появился ряд работ, учитывающих и второе слагаемое, называемое Т-напряжением. Однако, как можно увидеть из

экспериментальных и теоретических работ [2] – [4], опубликованных в самое последнее время, возникает необходимость учета большего количества слагаемых, так как при удалении от вершины трещины обнаруживается существенное несоответствие данных, полученных, например, экспериментально или с помощью комплексного представления решения, и решений, полученных с помощью разложений М. Уильямса, учитывающих только одно или два первых слагаемых. В настоящее время с развитием компьютерных технологий стало возможным применение многопараметрического асимптотического разложения, в котором удерживаются высшие приближения.

Для нахождения амплитудных множителей a_k^m можно использовать один из следующих способов: 1) экспериментально; 2) теоретически; 3) численно с помощью метода конечного элемента (МКЭ). Фотоупругость является эффективным способом нахождения коэффициентов полного асимптотического разложения М. Уильямса [2]-[4], поскольку экспериментально можно определить разность главных напряжений и найти амплитудные коэффициенты с помощью оптико-механического закона. С другой стороны, закон Вертгейма приводит к системе нелинейных алгебраических уравнений, решение которой в случае большого количества удерживаемых слагаемых в асимтотическом разложении М. Уильямса наталкивается на серьезные математические трудности. В силу указанных причин представляется важным и актуальным рассмотреть конфигурации образцов с трещинами, для которых имеется аналитическое решение, раскладывая которое в ряд в окрестности трещины можно получить высшие приближения в асимптотических разложениях (1) и (2), и оценить их вклад в общее поле напряжений и перемещений в окрестности вершины трещины. Одной из плоских задач теории упругости, позволяющих провести такого рода оценку, является задача о растяжении линейно упругой пластины с двумя полубесконечными боковыми разрезами.

Методы теории функции комплексного переменного.

Рассмотрим бесконечную пластину с двумя полубесконечными боковыми разрезами, симметричными относительно мнимой оси (вершины разрезов располагаются на расстоянии a от мнимой оси). Пластина растягивается сосредоточенными силами величины $\boldsymbol{P}$, приложенными в точках iy_0 и $-iy_0$ (Рис. 1).

Поскольку материал пластины линейно упругий изотропный, то для решения задачи может быть использована теория функции комплексного переменного.

Комплексный потенциал $\Phi_1(z)$ в этом случае имеет вид [5]

$$\Phi_1(z) = \frac{P}{\pi}\left(f - \alpha\, y_0 \frac{\partial f}{\partial y_0}\right), f = \frac{y_0}{y_0^2 + z^2}\sqrt{\frac{y_0^2 + a^2}{a^2 - z^2}}\ , \alpha = \frac{1}{2(1-\nu)}, \qquad (3)$$

здесь $z = x + iy$, ν – коэффициент Пуассона.

Комплексное решение (3) позволяет найти всю последовательность коэффициентов a_k^m путем разложения комплексного потенциала в ряд по степеням r в окрестности вершины трещины $z = a + re^{i\theta}$ и $z = -a + re^{i\theta}$.

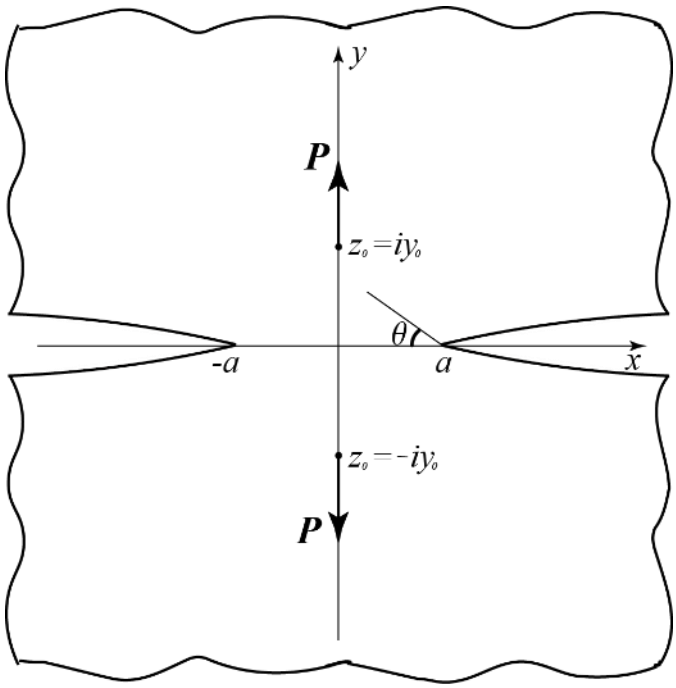
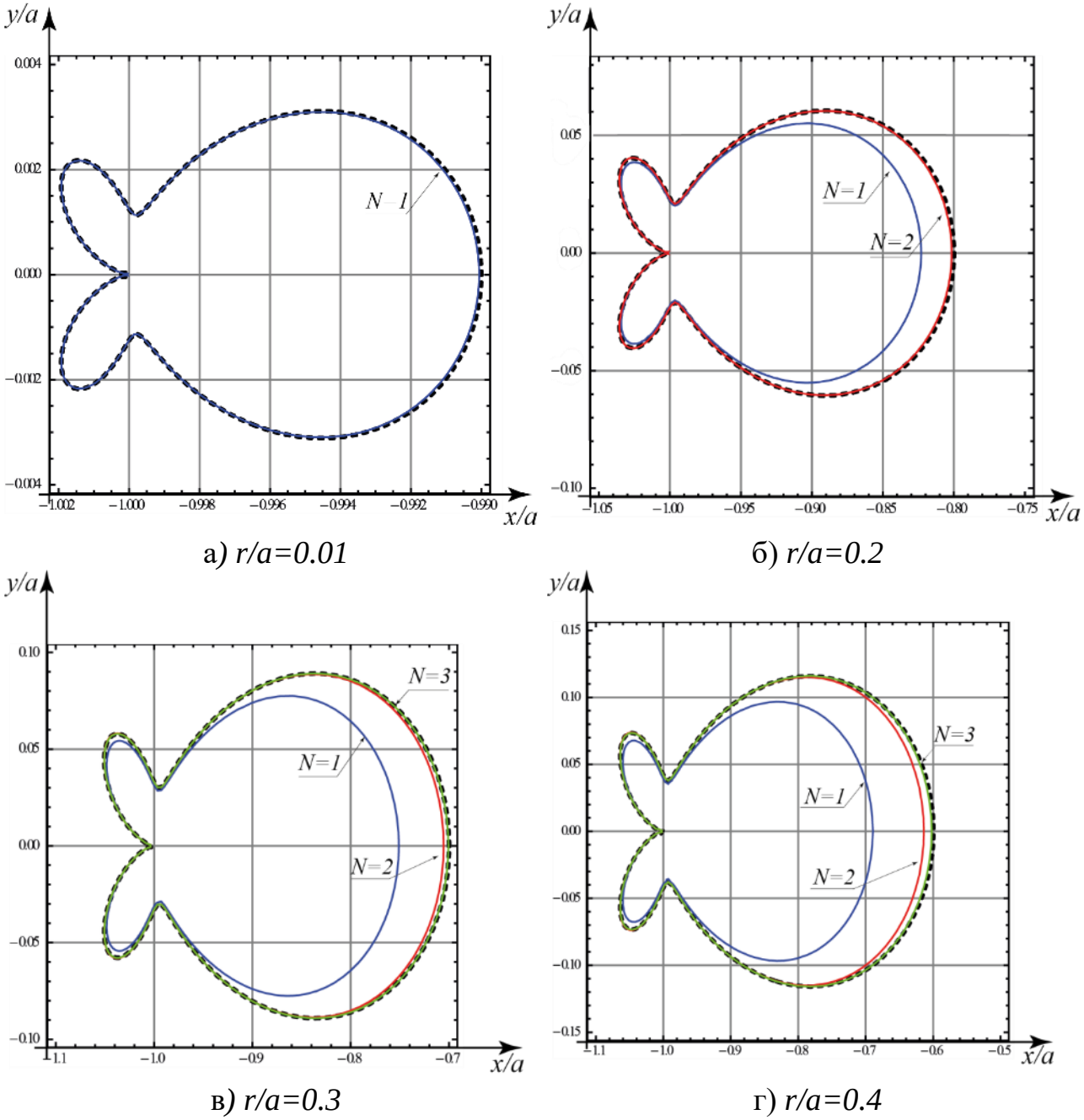


Рис.1. Геометрия пластины с боковыми надрезами.

В системе компьютерной алгебры Mathematica была разработана программа, которая позволяет вычислить любое наперед заданное количество коэффициентов асимптотического разложения (2). Что, в свою очередь, дает возможность оценить вклад высших приближений и ответить на вопрос: нужно ли учитывать высшие приближения и, если да, то сколько слагаемых в разложении следует учитывать. На Рис. 2 приведены распределения нормального напряжения σ_{11} на разных расстояниях от кончика трещины $z = -a$. Анализируя полученные представления, можно сделать вывод, что при удалении от вершины трещины действительно необходимо увеличивать количество учитываемых слагаемых в разложении М. Уильямса. Например, для достижения точности 10^{-6} на расстояниях от кончика трещины, равных $0.4\,a$, требуется учитывать девятнадцать слагаемых, при расстояниях, эквивалентных $0.1\,a$, требуется учитывать девять слагаемых, а при $0.01\,a$ требуемая точность достигается уже учетом трех слагаемых.

Выводы и обсуждение результатов. Проведенный анализ многопараметрического разложения поля напряжений и вычислительный эксперимент с удержанием различного количества слагаемых показали необходимость учета высших приближений в полном асимптотическом разложении М. Уильямса поля напряжений. Чем больше расстояние от кончика трещины, тем больше слагаемых следует удерживать в разложении. Таким образом, при построении асимптотических решений задач, для которых отсутствуют точные аналитические решения, следует прибегать к построению многопараметрических асимптотических разложений. Проведенный анализ может быть полезен для обработки экспериментальных данных (например, в рамках метода цифровой фотоупругости).



а) *r/a=0.01* б) *r/a=0.2*

в) *r/a=0.3* г) *r/a=0.4*

Рис. 2. Линии уровня напряжений σ_{11} в окрестности вершины трещины $z = -a$ для различных расстояний $\hat{r} = r/a$.

Литература

1. Williams, M. L. On the stress distribution at the base of a stationary crack [Текст] / M. L. Williams // Journal of Applied Mechanics, 1957. – V. 24. – P. 109–114.

2. Hello, G. Analytical determination of coefficients in crack-tip stress expansions for a finite crack in an infinite plane medium [Текст] / G. Hello, M.B. Tahar, J.M. Roelandt // International Journal of Solids and Structure, 2012. – V. 49. – P. 556–566.

3. Stepanova, L. V. A Photoelastic Study for Multiparametric Analysis of the Near Crack Tip Stress Field Under Mixed Mode Loading [Текст] / L. V. Stepanova,

P. S. Roslyakov, P. N. Lomakov // Procedia Structural Integrity, 2016. – V. 2. – P. 1797–1804.

4. Stepanova, L. V. Multi-parameter description of the crack-tip stress field: Analytic determination of coefficients of crack-tip stress expansions in the vicinity of the crack tips of two finite cracks in an infinite plane medium [Текст] / L. V. Stepanova, P. S. Roslyakov // International Journal of Solids and Structures, 2016, V. 100 – 101. – P. 11– 28.

5. Tada, H. The Stress Analysis of Cracks Handbook [Текст]: монография / H.Tada, P. C. Paris, G. R. Irwin. – 3rd ed. – NY: ASME Press, 2000. – 678p.

Г.П. Климашова, А.Н. Коварцев

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЫЯСНЕНИИ ПРАВИЛ ФОРМИРОВАНИЯ НАЧАЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ КОНФОРМАЦИЙ АТОМНЫХ КЛАСТЕРОВ МОРСА НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОГО МЕТОДА

(Самарский университет)

Аннотация

Данная статья посвящена проблеме формирования начальных приближений атомных кластеров Морса для наиболее сложного случая, когда жёсткость кластера равна 14. Рассматривается задача формирования начальных приближений конформаций атомных кластеров Морса на основе геометрически обоснованного метода. Описываются результаты, полученные в ходе проведения экспериментов над кластерами в разработанном авторами с помощью MATLAB, JavaScript, Html и CSS программном продукте, носящего название «Кластеры Морса». Сайт проекта: https://www.clustersofmorse.ru.

Введение

В 1964 году профессором Массачусетского технологического института Ф. Коттоном впервые был употреблён термин «кластер» по отношению к группе частиц [1]. Считается, что именно тогда было сформулировано определение кластера, которое является актуальным и в настоящее время. Так, под кластером сегодня принято понимать группу близко расположенных и связанных друг с другом однотипных частиц (атомов/молекул/ионов), а иногда и ультрадисперсных частиц [2].

Интересно, что систематические исследования свойств кластеров были начаты только в 80-х годах прошлого века. Учёных тогда поразил тот факт, что свойства кластеров сильно отличаются от свойств объёмных соединений того же состава. Стоит отметить, что это неудивительно для небольших кластеров: их электронная и атомная структура кардинально отличается от структуры вещества в объёмном состоянии. Однако, даже достаточно крупные кластеры, имеющие структуру, подобную объёмному веществу, могут иметь отличные от него свойства [3].

Одним из множества вопросов, которые возникают при изучении кластеров, является вопрос о том, *в чём состоит принципиальное отличие атомных кластеров от молекул*, так как и те, и другие по своей природе, представляют собой группы атомов. Было выяснено, что основным отличительным признаком кластеров от молекул служит стабильность последних. В отличие от молекул кластеры не могут существовать при наличии контакта с себе подобными. Столкновение кластеров обязательно ведёт к увеличению или уменьшению их размеров [1]. Таким образом, атомные или молекулярные кластеры состоят из набора частиц и могут иметь новые, совершенно иные физические свойства (магнитные, электрические, оптические) [4] по сравнению с одиночной молекулой или объёмной материей.

Одной из наиболее используемых ***моделей кластера*** является так называемый «кластер Морса» (Филипп Морс учёный из США, разработавший формулу для описания потенциала кластера). Эта модель позволяет описывать различные конфигурации металлических кластеров и находить среди них оптимальные, имеющие минимальную потенциальную энергию межатомных связей.

Известны две основные группы методов для нахождения минимума энергии кластеров. К первой относятся подходы, не использующие свойства, специфичные для данной задачи, т. е. неспециализированные методы оптимизации. Во вторую категорию входят методы, использующие специфику задачи. Эти ***методы основаны на общих геометрических закономерностях***, наблюдаемых для конформаций с минимальной потенциальной энергией. Предполагаемые глобальные минимумы зарегистрированы в Кэмбриджской базе данных (БД) (The Cambridge Energy Lavdscape Database) и её расширении [5,6], они были получены как благодаря применению адаптированных алгоритмов глобальной оптимизации, так и генерации исходных конформаций-кандидатов на основании имеющихся представлений о структурных свойствах кластеров.

Актуальность задачи оптимизации кластеров Морса

Исследование топографии поверхности потенциальной энергии признано важным по той причине, что даже в случае упрощённого допущения об энергии взаимодействия, задача нахождения минимума суммарной потенциальной энергии является крайне сложной, так как она представляет собой случай невыпуклой оптимизации с большим числом локальных минимумов. Так, Хоар утверждал, что число локальных минимумов микрокластера из *n* атомов растёт как exp(n^2).

Уилли и Венник (1985 год) [7] доказали, что сложность задачи определения минимума потенциальной энергии кластера, в котором между атомами учитывается парное взаимодействие и игнорируется химическое, принадлежит к классу NP-полных задач, и до сих пор не известен не экспоненциальный алгоритм её решения.

Как правило, кластеры состоят из одной или нескольких сотен атомов и представляют интерес для физики твёрдого тела, химии и материаловедения. Также изучение кластеров имеет важнейшее значение для различных областей человеческой деятельности. Данные, полученные в ходе исследований класте-

ров, применяются в медицине (в том числе, при разработке новых лекарств), в металлургии (при моделировании металлов), а также при разработке новых материалов. Указанные данные также необходимы для понимания процессов катализа, сворачивания белка, конденсации паров воды в облаках, при расчёте электронных и динамических характеристик наноматериалов, создании новых источников света и т.д. Основной задачей данного направления является *обнаружение такой геометрической структуры атомного кластера (конформации), которая соответствует минимуму энергии взаимодействия входящих в него атомов* [4], т.е. минимальному значению потенциальной энергии кластера.

Постановка задачи

Для кластеров Морса учитывается только парное взаимодействие атомов кластера, которое описывается потенциальной функцией:

$$v(r_{ij}) = M(r;\rho) = e^{\rho(1-r_{ij})}\left(e^{\rho(1-r_{ij})} - 2\right), \quad (1)$$

где r_{ij} – расстояние между атомами i и j; ρ – параметр (иногда называемый «коэффициентом жёсткости»), характеризующий взаимодействие атомов в кластере Морса, который позволяет моделировать различные вещества. Обычно ρ принадлежит диапазону от 3 до 14. Данная работа посвящено кластерам, обладающим $\rho = 14$, т.е. «жёстким» кластерам.

Энергию взаимодействия всех атомов кластера можно вычислить как сумму энергий парных взаимодействий

$$v(X) = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{\substack{j=1 \\ (i\neq j)}}^{N} v(r_{ij}) \to min, \quad (2)$$

где $X = (x_1, \ldots, x_N), x_i \epsilon R^3$ – координаты центров атомов кластера [4].

Разработанное программное обеспечение

Интерфейс программного продукта «Кластеры Морса» разработан на базе диалоговых окон без использования стандартных шаблонов от MATLAB. В системе предусмотрена одна роль пользователя – оператор (аналитик). Справка реализована в виде html-страниц с использованием JavaScript и CSS. Программа также содержит внутри себя разработанные авторами, а потому и не имеющие аналогов, «Банк статей» и «Словарь терминов».

В ходе работы над кластерами Морса, информация о которых была взята из источника [5, 6], с применением уникальных алгоритмов послойного препарирования кластера и алгоритма формирования начальных приближений конформаций атомов кластера Морса, разработанных на базе кафедры программных систем факультета информатики Самарского университета профессором Коварцевым А.Н., была получена таблица закономерностей роста кластеров. Следует заметить, что целью построения этой таблицы было выяснение правил и закономерностей формирования «дочернего» кластера из «родительского». При этом, «дочерним» считается кластер, следующий за «родительским» в уже упомянутых БД.

В ходе тестирования разработанного программного обеспечения было обработано 234 кластера с размерностями от 7 до 240 элементов.

Результаты работы

В результате проведённых экспериментов были получены следующие результаты:

1 Обнаружена слоистая структура «жёстких» кластеров. При этом было выяснено, что существуют, так называемые, «эталонные» слои, то есть слои, геометрическая структура которых остаётся неизменной и повторяется для каждого кластера, обладающего достаточным для этого числом элементов;

2 Найдены «магические числа». Все остальные кластеры могут быть получены, либо добавлением к кластеру с магическим числом элементов нового атома, либо разборкой такого кластера;

3 Установлены конформации, которыми обладают «жёсткие» оптимальные кластеры. Стало большой неожиданностью открытие секторальной структуры. Также было обнаружено, что самой популярной конформацией является декаэдрическая;

4 Обнаружено, что существует всего два пути «наращивания» каждого слоя кластера: классический (центральный) и секторальный. По классической схеме слой постепенно доводится до эталонного, в то время как при секторальной схеме существует не весь слой, а лишь его сектор. И как бы много элементов не было к нему добавлено, сектор никогда не вырастет до полного слоя.

Выводы

Обнаруженные закономерности формирования дочернего кластера из родительского дают право надеяться, что по прошествии некоторого времени и количества дополнительно проведённых экспериментов, будет выяснен весь список правил получения оптимальной конформации для дочернего кластера без полного перебора всех существующих вариантов. Вообще говоря, после проведённых экспериментов стало ясно, что существует реальная возможность выявления списка из 10-20 правил, применение которых позволит сократить число возможных конформаций формируемого кластера хотя бы до 10-30 штук.

Литература

1 Сидоров Л.Н. Молекулы, ионы и кластеры в газовой фазе [Электронный ресурс] // Русский переплёт. Статьи Соросовского Образовательного журнала в текстовом формате (2000 г.). URL: http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/1112.html (дата обращения: 20.03.2018).

2 Смирнов, Б.М. Кластеры и фазовые переходы / Б.М. Смирнов // Успехи физических наук. – 2007. – Т. 177, №4, – С. 369-373.

3 Напольский К.С., Лукашин А.В., Елисеев А.А. Кластеры и наноструктуры. Москва: МГУ, 2007. 60 с.

4 Коварцев А.Н. Геометрически-обоснованный метод формирования атомных кластеров Морса больших размерностей / А.Н.Коварцев // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, №4 – С. 234-240.

5 База кластеров Морса The Cambridge Cluster Database [Электронный ресурс]. URL: http://www-wales.ch.cam.ac.uk/CCD.html (дата обращения: 21.03.2018).

6 База кластеров Морса The Cambridge Cluster Database. Morse Cluster: Table of global minima (7-240) [Электронный ресурс]. URL: http://staff.ustc.edu.cn/~clj/morse/table.html (дата обращения: 21.03.2018).

7 Pereira F. B., Marques J. M. C. Analysis of Crossover Operators for Cluster Geometry Optimization [Электронный ресурс] // Chapter, November 2010. URL: https://www.researchgate.net/publication/226395707 (дата обращения: 20.03.2018).

А.С. Кабильджанов, Ч.З. Охунбабоева, А.А. Авазбаев

МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МЕЛИОРАТИВНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТИ

(Ташкентский инситут инженеров ирригации
и механизации сельского хозяйства)

Проведение культуртехнической мелиорации осуществляется при помощи мелиоративной техники, к параметрам которой предъявляются определенные требования по обеспечению эффективности технологических процессов обработки почвы [1]. Определение наиболее приемлемых значений параметров мелиоративной техники (МО) в строгой математической постановке трактуется как оптимизационная задача, которая на практике носит многопараметрический и многокритериальный характер и решается с использованием полиномиальных математических моделей [2].

Представим математическую модель МО в следующем виде:

$$y_i = f_i(x, z, a); \quad i = \overline{1,k}, \qquad (1)$$

где y_i; $i = \overline{1,k}$ - выходные параметры МО, играющие роль частных критериев оптимальности; x - входные параметры МО; z - конструктивные параметры; f_i; $i = \overline{1,k}$ - заданные полиномиальные функции; a - параметры математической модели МО, значения которых известны.

Как правило, при проектировании МО на его параметры накладываются следующие ограничения:

1) $y_i \le t_i$; $y_j = t_j$; $y_l \ge t_l$ - функциональные ограничения на выходные параметры, определяющие условия работоспособности МО, где t_i - заданные числовые значения;

2) $z_{j\min} \le z_j \le z_{j\max}$; $j = \overline{1,n}$ - прямые ограничения на внутренние параметры МО.

Переписав функциональные ограничения на выходные параметры МО в виде: $g_i(z) \le 0$, общую детерминированную задачу принятия решения по выбору вектора внутренних параметров при оптимальном параметрическом синтезе МО можно формализовать следующим образом:

$$f_i(x,z,a) \to \min_{Z}, \; z \in W_Z, \; (i = \overline{1,k}), \qquad (2)$$

где $W_Z = \{Z \in R^n | g_i(z) \le 0; \; i = (\overline{1,k}); \; z_{j\min} \le z_j \le z_{j\max}; \; j = \overline{1,n}; \; x = x_{зад.}\}$- множество допустимых решений.

Оптимизационная задача (2) не является стандартной в силу наличия векторного критерия оптимальности [3-5]. Произведем редуцирование исходной задачи с векторным критерием оптимальности (2) к однокритериальной оптимизационной задаче на основе комбинации методов *максиминной* и *среднестепенной сверток* [3]. Окончательно получим скалярный критерий оптимальности вида:

$$F(z) = \sum_{i=1}^{k} \exp[-\gamma \cdot \varphi_i(x,z,a)] \to \min_{ZOD}; \quad \gamma = 1,2,... \qquad (3)$$

где D - множество допустимых решений, задаваемое функциональными ограничениями на внутренние параметры; $\varphi_i(x, z, a) = \alpha_i [(t_i - f_i(x, z, a)) / \delta_i - 1] \ge 0$ -запас, являющийся оценкой степени выполнения функциональных ограничений на выходные параметры МО $y_i \le t_i$, $i = \overline{1,k}$; δ_i - оценка рассеяния i-го выходного параметра; α_i - весовые коэффициенты, определяющие относительную значимость отдельных выходных параметров МО: $\alpha_i > 0$; $(\sum_{i=1}^{k} \alpha_i = 1)$; $\gamma = 1, 2,\ldots$- целое число, используемое для управления сходимостью процедуры оптимизации.

Основная проблема при решении задачи (3) заключается в том, что значения $\alpha_i, i = \overline{1,k}$ могут быть заранее неизвестны, что приводит к *неопределенности приоритетов*. В этом случае общая постановка многокритериальной оптимизационной задачи (2) может быть сформулирована следующим образом. Пусть задана векторная функция $\Psi(x,z,a) = (f_1(x,z,a), f_2(x,z,a),\ldots f_k(x,z,a))$, компонентами которой являются частные критерии оптимальности и, которая определена на множестве альтернатив W_Z вектора варьируемых параметров Z. Необходимо найти такое решение на множестве W_Z, которое минимизировало бы все компоненты вектор-функции $\Psi(x,z,a)$.

При каждом фиксированном векторе $A = (\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_k)$ комбинированный метод свертки сводит решение задачи (3) к решению однокритериальной оптимизационной задачи вида:

$$\min_{ZOD} F(z, A) = F(z^*, A), \qquad (4)$$

решение которой, как было показано в [6], существует.

Обозначим множество достижимости задачи (множество, в которое векторный критерий оптимальности отображает множество W_Z) как Ω_Ψ; фронт Парето задачи - Ω^*_Ψ, $\Omega^*_\Psi \subset \Omega_\Psi$; множество Парето - Ω^*_Z. Если $z \in \Omega^*_Z$ то будем считать, что вектор z - эффективный по Парето вектор [8].

Если при каждом $A \in D_A = \{A \mid \alpha_i \le 0, \sum_{i=1}^{k} \alpha_i = 1\}$ решение задачи (4) единственно, то это означает, что каждому из допустимых векторов A соответствует единственный вектор z^* и соответствующие значения частных критериев оптимальности $f_1(x,z,a),\ f_2(x,z,a),\ldots f_k(x,z,a)$. Исходя из этого, можно построить некоторую *функцию предпочтения* $\zeta(A)$ *лица, принимающего решение*, определенную на множестве D_A: $\zeta : A \to R$.

Тогда задача многокритериальной оптимизации сводится к выбору такого $A^* \in D_A$, при котором $\max_{A \in D_A} \zeta(A) = \zeta(A^*)$.

Таким образом, задача многокритериальной оптимизации сводится к отысканию вектора $A^* \in D_A$, обеспечивающего максимум дискретной функции $\zeta(A)$:

$$\max_{A \in D_A} \zeta(A) = \zeta(A^*), \qquad (5)$$

т.е. к аппроксимации функции предпочтения лица, принимающего решение.

Общая схема решения такой задачи носит итерационный характер и имеет несколько этапов [10].

На *первом этапе* случайным или каким-либо другим образом генерируется n векторов $A_1, A_2,\ldots, A_m$. Порядок следующих действий сводится к следующему.

1) Решается однокритериальная задача:

$$\min_{ZOD} F(z, A_l) = F(z^*, A_l),\ l = \overline{1,m}. \qquad (6)$$

2) Выводятся найденные значения $z_l^*; l = \overline{1,m}$; $f_i(z_l^*);\ i = \overline{1,k}$.

3) Оцениваются полученные значения $f_i(z_l^*);\ i = \overline{1,k};\ l = \overline{1,m}$ и вводятся значения функции предпочтения $z(A_l);\ l = \overline{1,m}$.

На *втором этапе* на основе значений $A_1, A_2,\ldots, A_m$ и оценок $z(A_l);\ l = \overline{1,m}$ выполняются следующие действия:

1) Строится функция $\tilde{\zeta}_1(A)$, аппроксимирующая $\zeta(A)$ в окрестности точек $A_1, A_2,\ldots, A_m$;

2) Решается однокритериальная задача

$$\max_{A \in D_A} \tilde{\zeta}_1(A) = \tilde{\zeta}(A_1^*); \qquad (7)$$

3) Решается однокритериальная задача $\min_{ZOD} F(z, A_1^*) = F(z^*, A_1^*)$;

4) Выводятся найденные значения $z^*;\ f_i(z^*);\ i = \overline{1,k}$;

5) Оцениваются полученные значения $f_i(z^*)$; $i = \overline{1,k}$ и вводится значение функции предпочтения $\zeta(A_1^*)$.

На *третьем этапе* на основе имеющихся значений A_1, A_2,…, A_m, A_1^* и соответствующих оценок функции предпочтения $\zeta(A_1), \zeta(A_2),...,\zeta(A_k), \zeta(A_1^*)$ выполняется аппроксимация функции $\zeta(A)$ в окрестности точек A_1, A_2,…, A_m, A_1^*, в результате которой строится функция $\tilde{\zeta}_2(A)$. Далее процедура продолжается по схеме второго этапа до тех пор, пока лицом, принимающим решение, не будет принято решение о прекращении вычислений. На каждой итерации допускается «откат» с целью изменения введенных ранее оценок своей функции предпочтения.

$$if\langle\text{значение входных переменных}\rangle, then\langle\text{значение выходной переменной}\rangle\ (w_i), \quad (8)$$

где $w_i \in [0,1]$ – веса нечетких правил, которые первоначально принимаются равными 1.

Значения нечетких входных переменных, выходных лингвистических переменных, а также правила нечетких продукций образуют нечеткую базу знаний. В качестве схемы нечеткого вывода используется алгоритм Мамдани [3, 10].

Практическая реализация методики оптимального параметрического синтеза МО осуществлялась в среде MatLab 7.8.0 на примере технологического процесса распашки земли с остатками корневищ. Вычислительный эксперимент проводился на персональном компьютере с процессором Intel Core Duo CPU E7500, 2.93Ггц и оперативной памятью 2 Гбайт.

Математическая модель технологического процесса распашки земли с остатками корневищ в безразмерном масштабе имеет следующий вид [2]:

$$y_1 = 102.43 + 14.19 * z_1 - 28.68 * z_2 + 5.73 * z_3 + 2.42 * z_4 - 7.34 * z_1 * z_2 + 2.92 * z_1 * z_3 - 2.42 * z_2 * z_3 - 2.04 * z_2 * z_4 - 1.09 * z_2 * z_5 - 1.83 * z_3 * z_4 - 1.28 * z_3 * z_5 - 1.34 * z_4 * z_5; \quad (9)$$

$$y_2 = 25.4 + 1.29 * z_1 + 0.74 * z_2 - 1.85 * z_3 + 2.45 * z_4 + 1.54 * z_5,$$

где y_1 - усилие среза корневищ; y_2 - расход горючего; z_1 - угол установки лемеха ко дну борозды; z_2 - угол установки лемеха к стенке борозды; z_3 - угол заточки лемеха; z_4 - толщина режущей кромки; z_5 - скорость движения агрегата.

При решении задачи (3) использовался методом покоординатного спуска. Для решения задачи (5) использовался метод золотого сечения. Промежуточные точки функции $\zeta(\alpha_1)$ определялись с помощью кубического сплайна [11]. Тонкая настройка модели нечеткого вывода (8) решалась с использованием генетического алгоритма [10, 12]. Количество «разгонных» решений n выбиралось равным шести: A_1, A_2,…, A_6. Причем, крайние значения A_1, A_6 выбирались на границах области изменения весового коэффициента α_1, а средние значения A_2, A_3,…, A_5 генерировались случайным образом.

Результаты решения задачи многокритериальной оптимизации приведены в таблице 1 и иллюстрированы рис. 2. В таблице 1 серым цветом выделены «разгонные» итерации. На рис. 2 синими кружками отмечены результаты «разгонных» итераций, промежуточные значения - черными квадратами, а малиновым кружком отмечено значение функции $\zeta(A)$ на последней итерации. Максимальное время для одной итерации при решении задачи (5) составило 4,5 с. Общее время решения задачи (4) составило 26 с.

Таблица 1

№	α_1	α_2	$y_i;\ i=\overline{1,2}$	t_1 - y_1	t_2 - y_2	F	Время решения, сек.
1	0	1	y(1)= **111.03** y(2)= 17.530	**-41,3**	2,47	1.99882569004221	1.9
2	0.1	0.9	y(1)= 69.770 y(2)= 19.010	0,23	0,99	2.00275219786779	0.98
3	0.2	0.8	y(1)= 69.770 y(2)= 19.010	0,23	0,99	2.00297649677717	0.87
4	0.3	0.7	y(1)= 6.9770 y(2)= 1.9010	0,23	0,99	2.00320108731789	0.76
5	0.4	0.6	y(1)= 69.770 y(2)= 19.010	0,23	0,99	2.00342596958248	0.65
6	0.5	0.5	y(1)= 69.770 y(2)= 19.010	0,23	0,99	2.00365114366353	0.54
7	0.6	0.4	y(1)= 62.770 y(2)= **22.710**	0,23	**-2,71**	2.00338400420795	0.49
8	0.7	0.3	y(1)= 62.770 y(2)= **22.710**	0,23	**-2,71**	2.00197896435816	0.38
9	0.8	0.2	y(1)= 62.130 y(2)= **26.990**	7,87	**-6,99**	2.00221175145834	0.27
10	0.9	0.1	y(1)= 62.130 y(2)= **26.990**	7,87	**-6,99**	1.99967036059541	0.16
11	1	0	y(1)= 62.130 y(2)= **26.990**	7,87	**-6,99**	1.99713411451284	0.05

Приведенные результаты исследования показывают, что для многокритериальной оптимизационной задачи аппроксимация функции предпочтений лица, принимающего решение, с помощью нечеткой логики позволяет относительно быстро найти решение задачи с приемлемой точностью.

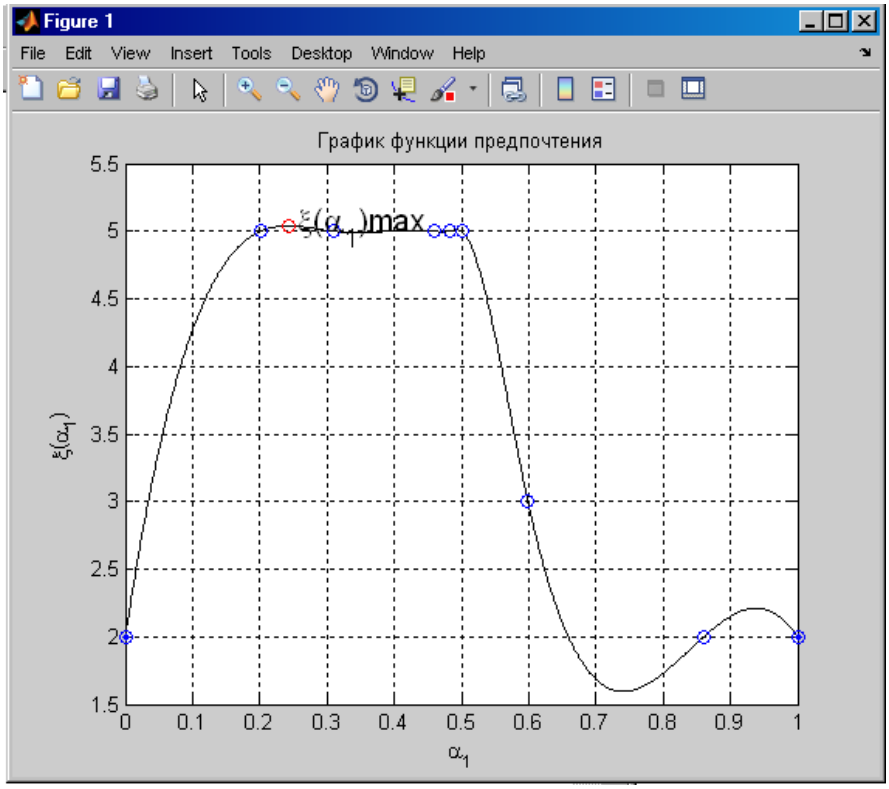


Рис. 2. Функция предпочтения лица,
принимающего решение

Литература

1. Воеводин О. В., Кожанов А. Л., Слабунов В. В., Жук С. Л. Культуртехнические работы на мелиорируемых землях/ Научный обзор. ФГБНУ «РосНИИПМ», 2012.- 24 с.

2. Аугамбаев М., Иванов А., Терехов Ю. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента: Учебное пособие.- Ташкент.: Укитувчи, 2007.- 336 с.

3. Кабильджанов А.С. Принятие решений при статической оптимизации биотехнологических процессов в условиях частичной неопределенности. Журнал «Проблемы вычислительной и прикладной математики», ЦРПП И АПК, Ташкент, №1, 2015. с. 94-101.

4. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.

5. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 416 с.

6. Черноруцкий И.Г. Оптимальный параметрический синтез. Электротехнические устройства и системы.- Л.: Энергоиздат, 1987. -110 с.

7. Ларичев О.И., Горвиц Г.Г. Методы поиска локальных экстремумов овражных функций. М.: Наука, 2003. С.5-12.

8. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.- 488 с.

9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

10. Мухлисуллина Д.Т., Моор Д.А., Карпенко А.П. Многокритериальная оптимизация на основе нечеткой аппроксимации функции предпочтений лица, принимающего решения // Электронное научно-техническое издание: наука и образование. - 2010.- № 1. (http://technomag.edu.ru/doc/135375.html).

11. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.

12. Генетический алгоритм в Matlab: учебное пособие/ А.А. Маслов; Балт. гос. техн. ун-т. - СПб., 2014. - 122 с.

Э.С. Константинов

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НА БАЗЕ СМАРТФОНА

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В настоящий момент беспилотные летательные аппараты (БПЛА), с помощью которых проводят множество задач, например, как мониторинг земной поверхности, контроль ситуации и местности при аварийных работ, так и для других целей, получили широкое распространение. В то же время стала еще быстрее расширяться их функциональность, которая в основном обеспечивается за счет разных встроенных датчиков [1, 2].

БПЛА, представляющий летательный аппарат для одноразового пользования, дала идею для создания малогабаритного беспилотного летательного аппарата, который был бы на иной взгляд достаточно бюджетным для однократного применения.

Целью данной работы является анализ возможности применения смартфонов, работающих на операционной системе Android в качестве автопилота БПЛА. В роли системы ориентации малогабаритного беспилотного летательного аппарата применяются такие параметры движения, как углы крена (roll), тангажа (pitch) и рыскания (yaw).

Существование инерциальных приборов, например, как микромеханических гироскопов и акселерометров, позволяет создать известные алгоритмы построения систем ориентации.

Материнская плата современного смартфона включает самые различные датчики движения. Одним из таких самых популярных модулей является гироскоп (gyroscope sensor), изобретенный французским ученым Леоном Фуко, когда он показывал прибор для регистрации суточного вращения Земли. После этого стали применять в качестве морских гирокомпасов, а затем уже начали использовать и в авиации. По своей структуре гироскоп это микромеханическая и микроэлектромеханическая система, которая способна перерабатывать угловые скорости в электрические сигналы.

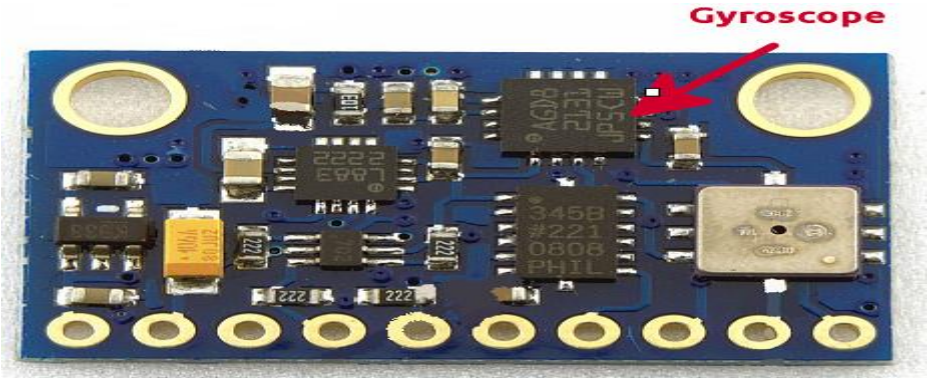


Рис.1. Гироскоп в материнской плате смартфона

Также акселерометр(accelerometer) является самым распространенным датчиком. Его главная функция – это отслеживать ускорение устройства – вес на единицу массы по отношению к силе тяготения Земли на уровне моря. При изменении положения мобильного устройства меняется его состояние по отношению к вектору ускорения силы тяжести. Прибор, получивший это изменение, определяет положение смартфона и расстояние его расстояние в пространстве.

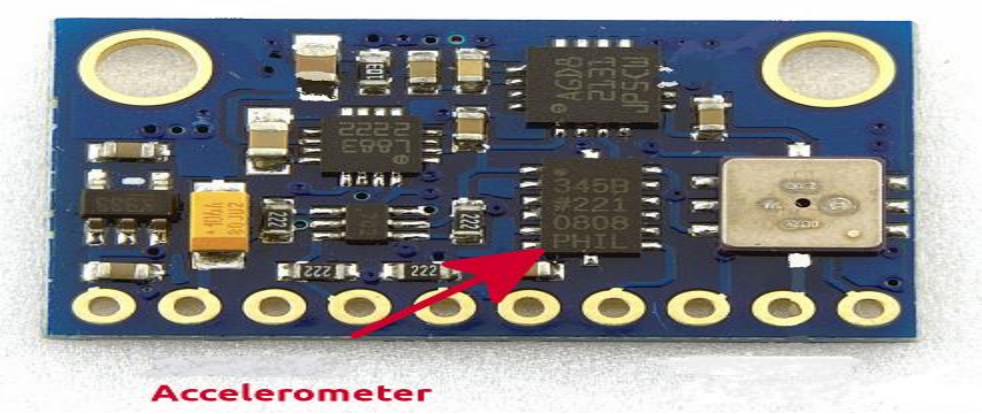


Рис. 2. Акселерометр в материнской плате смартфона

И еще одним прибором, так называемым магнитометром(magnetic field sensor), который представляет собой привычный магнитный компас, относится к датчикам движения. Это прибор для измерения величины магнитного поля и главным его значение является определение местоположения в ходе навигации.

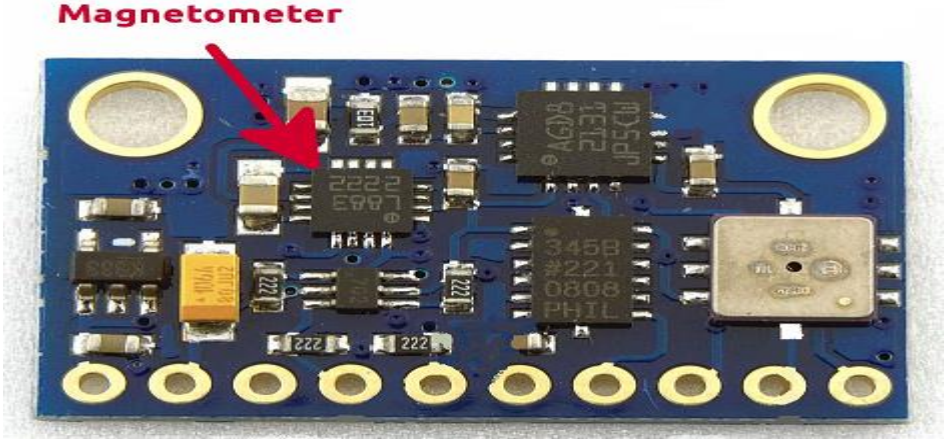


Рис.3. Магнетометр в материнской плате смартфона

Так, на основе этих датчиков (гироскоп, акселерометр, магнитометр), содержащиеся в мобильном устройстве, реализуется алгоритмы ориентации, вычисляющие углы крена, тангажа и рыскания. Следовательно, можно создать БПЛА на базе смартфона, который по каналу wi-fi направляет информацию об углах ориентации, то есть о параметрах движения, на блок управления. Затем сигнал передается на рули высоты и направления, элероны, чтобы регулировать полёт летательного аппарата по заданной траектории. К тому же возможно передача земной поверхности через видеокамеру смартфона на блок управления.

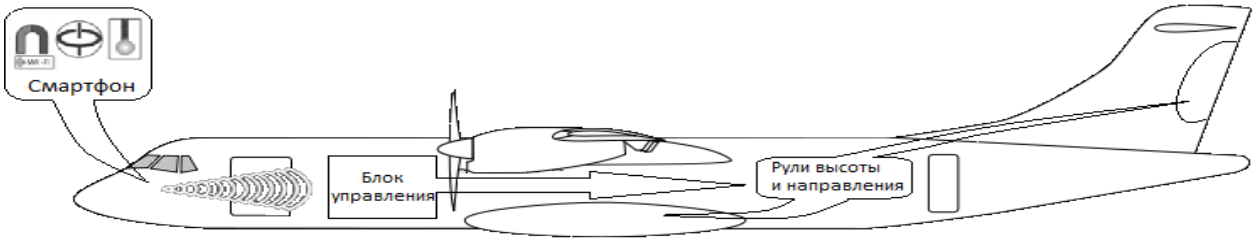


Рис. 4. Система автопилота БПЛА на базе смартфона

Магнитометрическая ориентация основывается на показаниях магнитометрических датчиков. При том, что смартфон (планшет) находится на горизонтальной поверхности, по сигналам датчиков-магнитометров определяется азимут – угол между осью и направлением на магнитный север. Он меняется от 0° до 360°, отсчет ведется по часовой стрелке. Знаки сигналов магнитометров могут информировать о том, в каком секторе находится продольная ось смартфона (планшета). Погрешность при измерении не накапливается, однако есть предрасположенность к воздействию шума магнитометров и внешнего магнитного поля .

Акселерометрическая ориентация. Акселерометры реализовывают вертикаль места в пространстве, то есть плоскость горизонта как строительный уровень. Это дает возможность определить углы тангажа и крена смартфона (планшета), следовательно, БПЛА. Точность по этой ориентации составляет 1-2°. Погрешность при измерении не накапливается, однако сигнал содержит высокочастотный шум и система подвержена ускоренному перемещению.

Гироскопическая ориентация. Она базирована на интегрировании 3 гироскопов. Они считаются датчиками угловой скорости по измерительным свойствам. Каждый из них определяет соответствующую угловую скорость. По данным проекций можно определить углы рысканья, тангажа, крена. Точность воссоздания углов составляет несколько градусов, при продолжительном использовании гиркоскопов погрешность накапливается.

Имея в виду преимущества и недостатки каждого вида ориентации, датчики можно объединить в корректируемые измерительные системы. Коррекция с помощью гироскопической ориентации по акселерометрам устраняет накопление погрешностей угла тангажа и крена, также системе придается свойство избирательности к местному горизонту.

Таким образом, в данной статье описана возможность и целесообразность использования смартфона (планшета) в роли автопилота беспилотного лета-

тельного аппарата. Описаны алгоритмы магнитометрической, акселерометрической и гироскопической ориентаций. Определены плюсы и минусы каждой из них. Предложено объединение датчиков, позволяющие устранить минусы каждой ориентации в отдельности.

Литература

1. Фетисов В. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. – Уфа: Издательство «ФОТОН», 2014. – 217 с.

2. Распопов В.Я. Микросистемы угловой ориентации беспилотных летательных аппаратов // Датчики и системы. 2011, №8. – С. 3-12.

Э.С. Константинов

БЕСПИЛОТНЫЙ АВТОМОБИЛЬ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В настоящий момент беспилотный автомобиль (БПА), который может двигаться без участия человека, является системой автоматического управления и роботизированным устройством. БПА, представляющий собой транспортное средство, дал идею для создания автомобиля с автопилотом, который был бы на иной взгляд достаточно бюджетным средством, безопасным и комфортным для езды.

Целью данной работы является анализ методов и устройств управления беспилотного автомобиля Google, который стал удачным и прогрессивным проектом в мире.

С самого начала работу возглавил инженер Себастьян Трун, директор лаборатории искусственного интеллекта Стенфордского университета, один из создателей сервиса Google Street View. В роли системы пилотирования и ориентации применяются обычно устанавливаемые датчики, как лидар (LIDAR), радар (RADAR), видеокамера (video camera), датчик положения (position sensor), которые способствуют имитировать наличие водителя на уровне принятия решений о рулении и скорости [1]. Компания Google не стала выпускать свой собственный автомобиль, а решила установить все необходимые датчики на серийно выпускающиеся автомобили с высокой степенью объединения электронных систем управления. Программное обеспечение БПА охватывает машинное зрение и нейросети. И в данное время беспилотные автомобили применяют алгоритмы на основе Байесовского метода одновременной локализации и построения карт. Принцип работы автономной системы БПА были представлены на IEEE International Conference on Intelligent Robots (San Francisco, 2011).

Лидар – это способ получения и обработки информации об отдалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих проявления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах. Иными словами,

это дальномер оптического фиксирования, установленный на крыше машины, который порождает трехмерную карту окружающего пространства. Следовательно, дистанционный компьютер формирует показатели вычислений, полученные с лидара, обрабатывая разные типы моделей данных, которые позволяют управлять БПА бесконтрольно, опасаясь столкновений и соблюдая правила дорожного движения.

Радаром называется система для распознавания, которая использует метод радиолокации, созданный на излучении радиоволн, для определения дальности, высоты, направления движения и скорости объектов. Испускающая антенна радара передает сигналы радиоволн, которые отражаются от разных преград на своём пути. Предмет возвращает маленькую часть энергии волны в принимающую антенну, которая располагается рядом с передатчиком. Главная роль радаров это реагирование на быстрые изменения на автомагистралях и передача этой информации на блок управления.

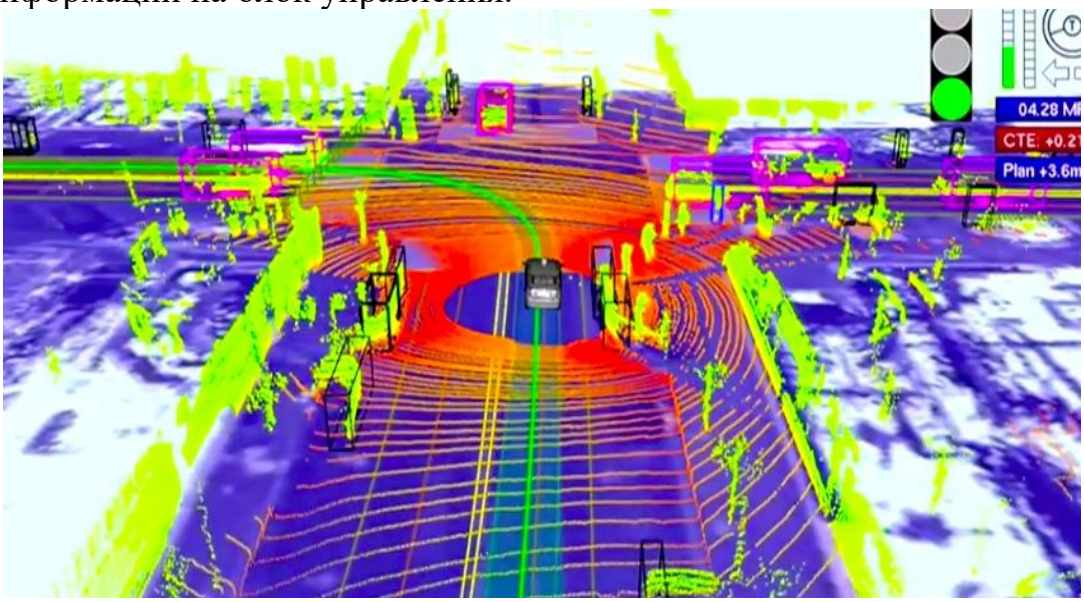


Рис. 1. Представление на экране компьютера бортовой системы

Также на БПА установлена видеокамера рядом с зеркалом заднего вида. Она выявляет светофоры и движущиеся объекты.

Спутниковая система навигации являются приемник GPS, модуль измерения инерции, датчик положения, которые определяют географические координаты, служат для определения местонахождения и позволяют отслеживать его движения.

Алгоритм работы БПА заключается в том, что путем лидара формируется карта окружности и управляющий компьютер объединяет ее уже с содержащими данными в кэше. В зависимости от радаров, видеокамеры и измерителей положения устанавливается состояние на автодороге, учитывая действия движения других транспортов. А затем компьютер, также реагируя на ситуацию на дороге, указывает траекторию беспилотного автомобиля.

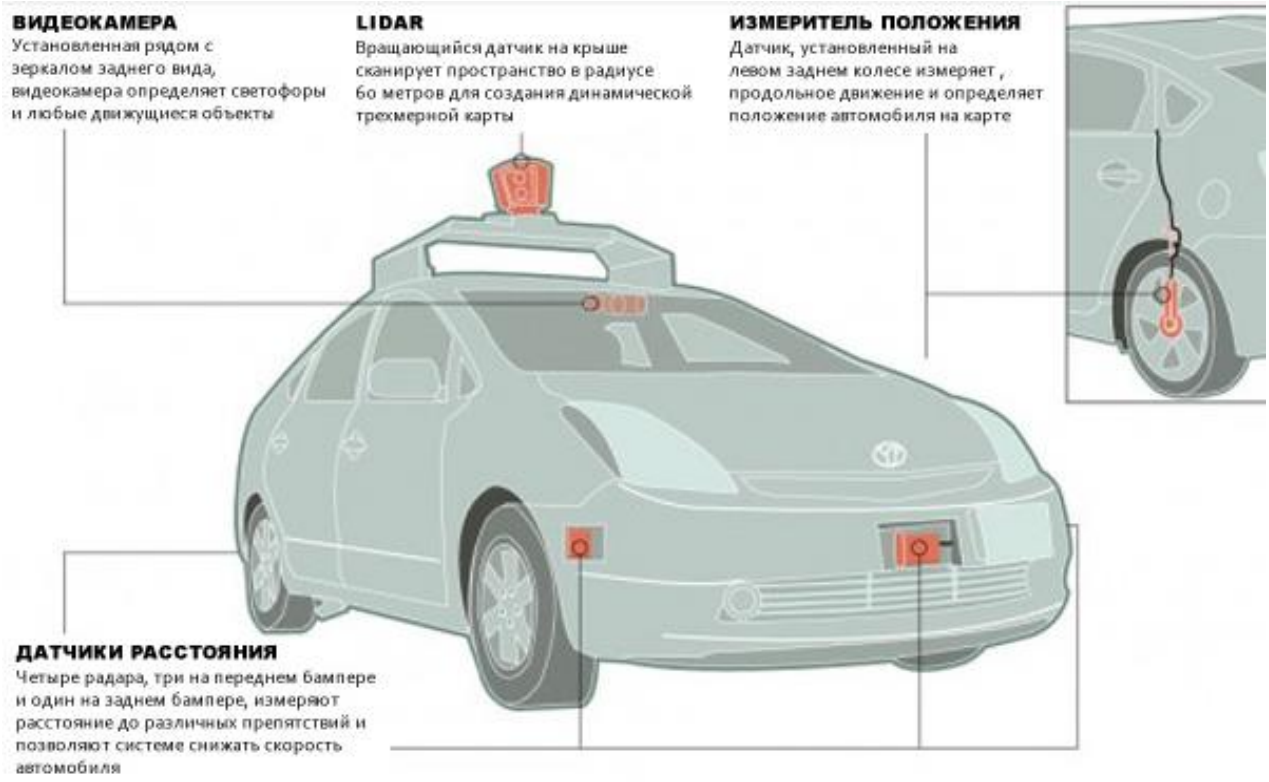


Рис. 2. Основные подсистемы БПА

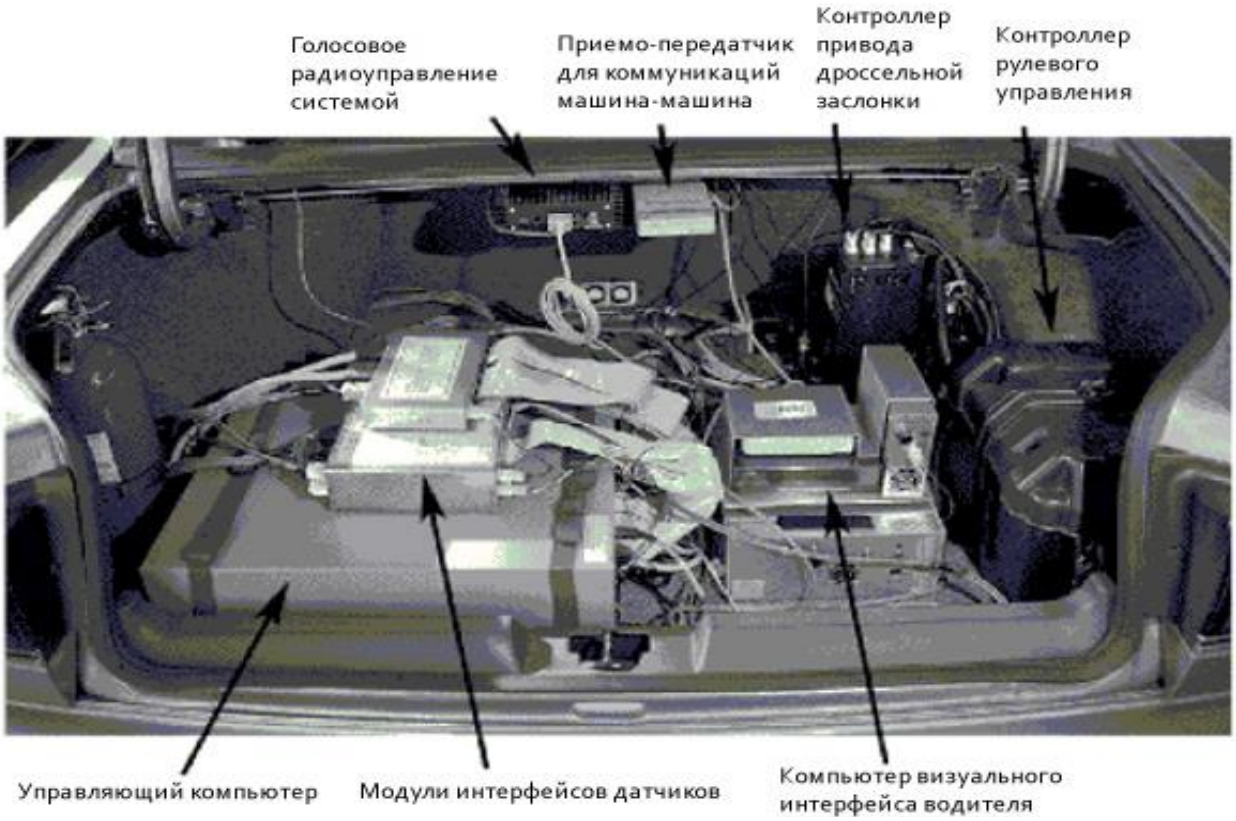


Рис. 3. Блок управления БПА

Таким образом, через некоторое время автомобили с автопилотом станут полностью господствовать на дорогах и будут быстрее реагировать, что и приведёт к сокращению автокатастроф, избеганию несчастных случаев, а также уменьшению пробок и станут общим ресурсом для всех. Кроме всех прочих задач, связанных с навигацией и управлением, необходимо также обеспечить максимально возможную безопасность данного типа транспорта, в том числе и связанную с ее помехоустойчивостью [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Литература

1. Электронный ресурс. https://ru.wikipedia.org /wiki/ Беспилотный_ автомобиль. Дата обращения [03.03.2018].

2. Николаев П.А. Устойчивость автомобиля к электромагнитному воздействию // Технологии электромагнитной совместимости. – 2014. – №4 – С. 72-76.

3. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. – №1-2. – С. 104-112.

4. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

5. Гизатуллин З.М., Фазулянов Ф.М., Шувалов Л.Н., Гизатуллин Р.М. Целостность информации в USB флэш-накопителе при воздействии импульсного магнитного поля // Журнал радиоэлектроники. 2015. – №8. – С. 8.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г., Салимов Р.И. Моделирование электромагнитных помех в неэкранированной витой паре при внешних электромагнитных воздействиях // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №12. – С. 1.

7. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №9. – С. 7.

8. Шкиндеров М.С., Гизатуллин М.С. Информационная безопасность вычислительной техники при воздействии преднамеренных электромагнитных помех // Информация и безопасность. – 2017. – №3(4). – С. 452-455.

А.В. Кравченко

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Постановка задачи

Сравнить количество ошибок первого и второго рода при определении автора анонимного произведения используя метод «Топ 100» и метод опорных слов.

Методы

Для определения авторства текстов используются методы «Топ 100», метод опорных слов. Подобные методы могут найти своё важное применение в работе историков, литературоведов, юристов.

Метод «Топ 100» был описан в предыдущей работе [1].

Метод опорных слов заключается в следующем. На основе произведений известного автора высчитывается средняя частота использования служебных слов. Для того, чтобы определить автора анонимного произведения, для него находится частота использования служебных слов. Из средних частот известных авторов ищется средняя частота с наименьшей разницей относительно частоты анонимного произведения. Пример используемых служебных слов в методе опорных слов: в, на, с, за, к, по, из, у, от, для, во, без, до, о, через, со, при, про, об, ко, над, из-за, из-под, под, и, что, но, а, да, хотя, когда, чтобы ,если, тоже, или, то есть, зато, будто, не, как, же, даже, бы, ли, только, вот, то, ни, лишь, ведь, вон, уже, либо [2].

Описание и результаты эксперимента

Проведем два эксперимента, в которых определения количества ошибок первого и второго рода для методов «Топ 100» и опорных слов. Ошибка первого рода называется ошибка, состоящая в опровержении верной гипотезы, в текущих экспериментах это случай, когда автор не распознает свой собственный текст. Ошибкой второго рода называется ошибка, состоящая в принятии ложной гипотезы, в текущих экспериментах это случай, когда автор распознает чужой текст как свой.

Эксперименты будут проводиться с помощью разработанной автоматизированной системы, которая позволяет рассчитывать характеристики для авторов и определять на основе этих характеристик авторов анонимных произведений (рисунок 1).

Проведем первый эксперимент для определения количества ошибок первого и второго рода для метода «Топ 100».

Взято множество произведений тридцати авторов. Тексты произведений были получены из электронной библиотеки Максима Мошкова [3]. Были взяты произведения известных русских писателей таких

как, А.С. Пушкин, А.П. Чехов, Н.В. Гоголь, Л.Н. Толстой, Ф.М. Достоевский, И.С. Тургенев, М. Горький, М.А. Булгаков, М.Ю. Лермонтов, И.А. Гончаров, И.А. Бунин, В.В. Набоков, А.И. Солженицын, М.Е. Салтыков-Щедрин, В.Я. Брюсов, А.Н. Островский, Н.С. Лесков, М.М. Пришвин, Е.И. Замятин, М.А. Шолохов, А.А. Фадеев, А.И. Герцен, А.Н. Толстой, В.Г. Короленко, Л.Н. Андреев, М.П. Арцыбашев, В.В. Вересаев, А.И. Эртель, Ф.М. Решетников, А.Ф. Писемский.

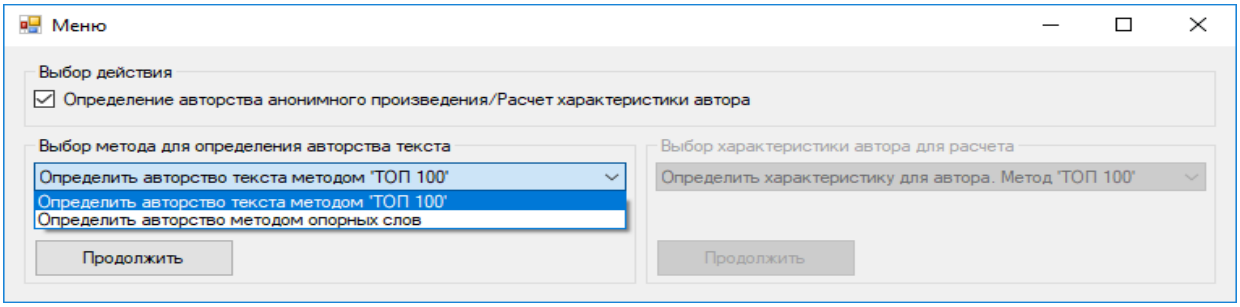


Рисунок 1 – Настройка параметров программы

Сто самых часто используемых слов языка было взято с электронного ресурса «Национальный корпус русского языка» [4]. Пример таких слов это: и, в, не, на, с, что, я, а, он, как, к, по, но, его, это, из, все, у, за, от, то, о, же, так, для, было, она, только, мы, бы, мне, был, ее, или, еще, меня, их, они, до, когда, уже, ты, если, да, вы, вот, при, ни, ему, чтобы, нет, есть, даже, может, быть, во, время, очень, были, была, сказал, ли, под, со, себя, нас, где, него, чем, того, без, будет, этого, теперь, после, там, можно, этом, раз, себе, тем, этот, ну, том, потом, более, них, которые, всех, человек, ничего, надо, тут, тогда, здесь, потому, один, кто, через, который. Для каждого автора на основе текстов его произведений был получен вектор, характеризующий частоту встречаемости ста самых часто используемых слов языка. Вектора составлялись на основе данных, полученных в предыдущей работе, для составления векторов каждого автора использовалось по 60000 – 70000 слов [1]. Для анонимных произведений были составлены аналогичные вектора. Вектора авторов и вектора анонимных произведений были сравнены по формуле среднего абсолютного отклонения. Пример определения автора анонимного произведения, в котором в качестве анонимного произведения выступает третья книга «Тихий дон» представлен на рисунке 2. Как видно, минимальное отклонение относительно анонимного произведения имеет М.А. Шолохов.

В результате проведенных экспериментов было получено, что при определении авторов ста пятидесяти анонимных произведений метод «Топ 100» дает 39 ошибок первого рода и 34 ошибок второго рода.

Проведем эксперимент для метода опорных. Для метода будем использовать те же самые известные произведения авторов и те же анонимные произведения. Для каждого автора на основе его текстов была получена средняя частота использования служебных слов. Для анонимных произведений была рассчитана частота служебных слов. В результате проведенного эксперимента было

получено, что при определении авторов ста пятидесяти анонимных произведений метод опорных слов дает 63 ошибок первого рода и 47 ошибок второго рода.

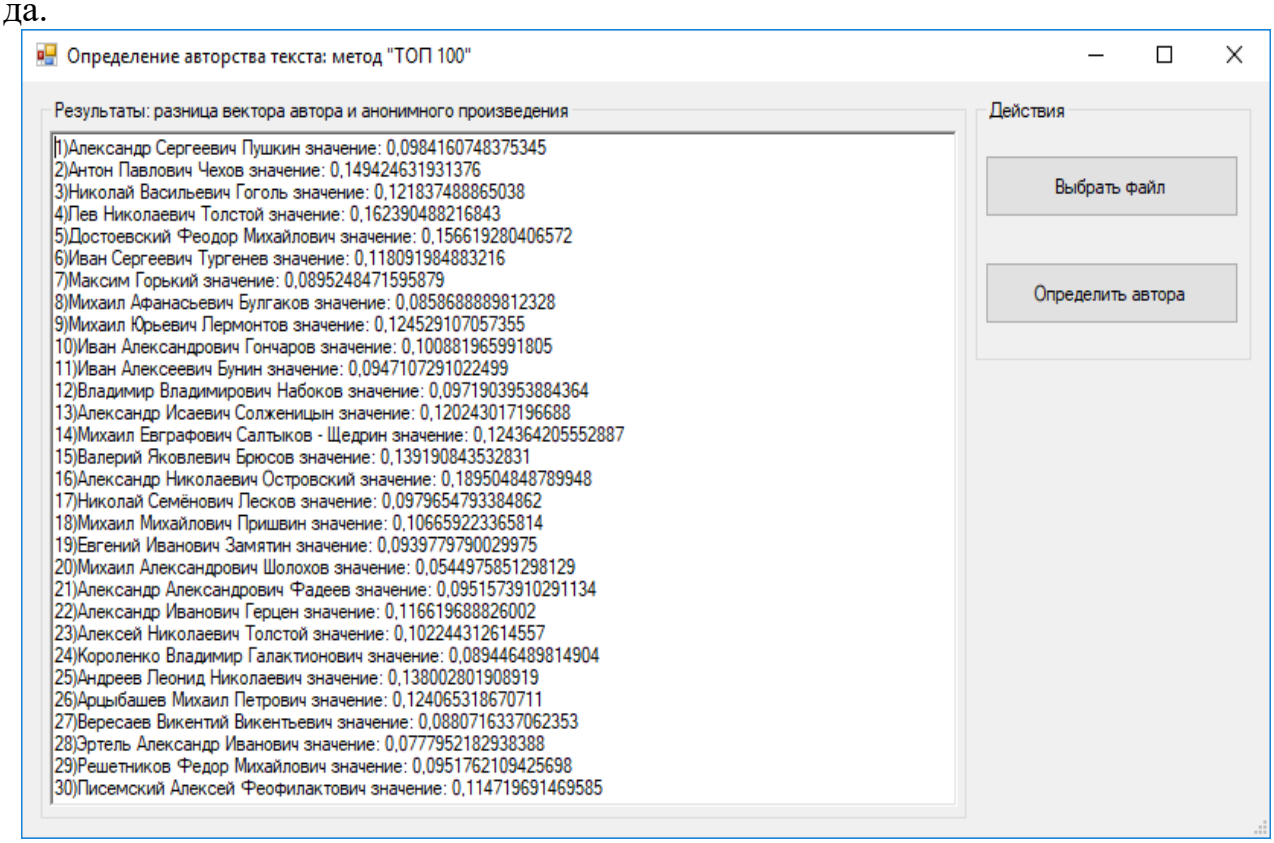


Рисунок 2 – Определение авторства анонимного произведения методом «Топ 100»

Заключение

Таким образом метод «Топ 100» позволяет определить авторство произведения с достаточной долей для большинства практических задач. В результате проведенных экспериментов при использовании формулы среднего абсолютного отклонения метод «Топ 100» дает на выходе 39 ошибок первого рода и 34 ошибок второго рода для ста пятидесяти анонимных произведений.

В результате второго эксперимента при использовании формулы среднего абсолютного отклонения метод опорных слов дает на выходе 63 ошибок первого рода и 47 ошибок второго рода для ста пятидесяти анонимных произведений.

Литература

1 Кравченко, А.В Исследование методов определения авторства текстов [Текст] / А.В Кравченко // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международный научной – технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – с. 102…105.

2 В.П. Фоменко, Т.Г. Фоменко Дополнение 3. Авторский инвариант русских литературных текстов. Приложение: Кто был автором «Тихого дона»? [Электронный ресурс]. – http://chronologia.org/seven2_2/add3.html (дата обращения 01.02.2018 г.).

3 Библиотека Максима Мошкова [Электронный ресурс]. – http://www.lib.ru/ (дата обращения 01.02.2018 г.);

4 Национальный корпус русского языка [Электронный ресурс]. – http://ruscorpora.ru/1grams.top.html (дата обращения 01.02.2018 г.).

Т. Г. Кудрявцева

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТОПОЛОГИИ ГРАФОВ

(Самарский университет)

Графы являются универсальным средством представления структурированной информации во многих областях науки и применимы для отображения любой информации, которая может быть представлена в виде совокупности объектов и связей между ними. Поэтому визуализация графов является ключевой компонентой во многих приложениях науки и техники.

Для удобного анализа графовых моделей широко применяются различные средства визуализации. Все системы визуализации предоставляют возможность загрузить граф из файла, рассчитать какие-либо его характеристики и построить изображение. Но ни одна из них не позволяет осуществить определение топологии графа, что позволило бы строить более качественные изображения.

Целью работы является решение проблемы визуализации графовых моделей, которая возникает при обработке больших объемов информации и сложных структур данных. Значительное внимание уделяется способам отображения графов в зависимости от их топологии. Анализ топологии графа позволяет определить наиболее оптимальный метод визуализации, учитывающий эстетические критерии для конкретного типа графа.

В работе анализируются следующие основные топологии графов:

6. безмасштабный граф (scale-free) (рисунок 1);
7. геометрический граф (рисунок 2);
8. граф Эрдеша-Реньи (рисунок 3).

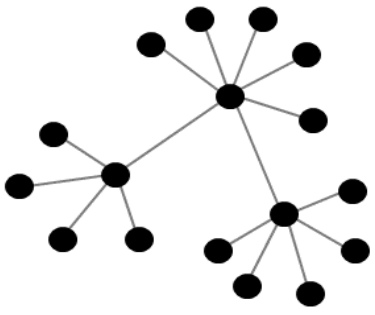


Рисунок 1 – Безмасштабный граф

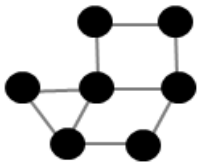


Рисунок 2 – Геометрический граф

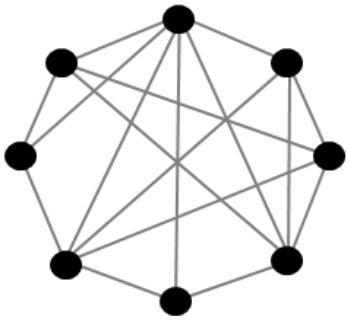


Рисунок 3 – Граф Эрдеша-Реньи

Главная особенность безмасштабных графов – небольшое количество узлов с большим количеством связей, и большое количество узлов с малым количеством связей. Для данной топологии также характерно наличие некоторого количества «тесных миров» – групп вершин, в которых все вершины связаны друг с другом [1].

Геометрический граф, или граф расстояний, – любой граф $G = (V,E)$, у которого $V \subseteq R_n$, $E \subseteq \{\{x,y\}: |x-y| = a\}, a > 0$. Здесь $|x-y|$ – евклидово расстояние между векторами x,y. Коэффициент кластеризации подобного графа всегда примерно равен $c \approx 0{,}6$ [2].

Граф Эрдеша-Реньи, также называемый графом Радо, строится путем соединения вершин i и j графа с некоторой вероятностью p независимо от всех остальных пар вершин.

Определение топологии графа производится на основе анализа гистограммы распределения степеней вершин. На рисунках 4 и 5 представлены гистограммы распределения степеней вершин для названных выше графов.

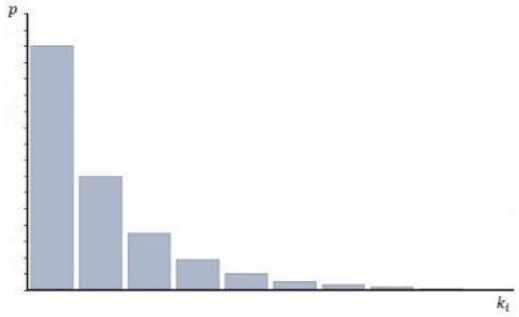


Рисунок 4 – Гистограмма распределения степеней вершин безмасштабного графа

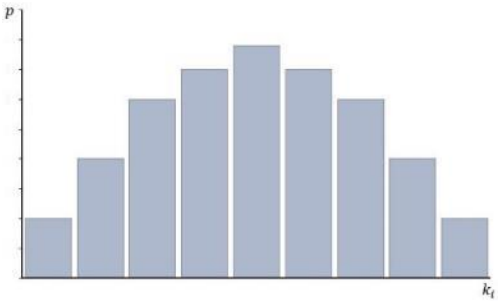


Рисунок 5 – Гистограмма распределения степеней вершин геометрического графа и графа Эрдеша-Реньи

Если распределение степеней вершин графа не удовлетворяет ни одному из указанных видов, то будем считать отображаемый граф графом Эрдеша-Реньи.

Наиболее гибкими алгоритмами визуализации графов являются пружинные алгоритмы. Их сущность заключается в следующем. Вершины графа рассматриваются как шары, соединенные пружинами. Между каждой парой вершин действует сила отталкивания, а между смежными вершинами – сила притяжения. Для системы вводится функция энергии, при этом задача поиска лучшей укладки графа сводится к поиску минимума энергии.

Для изображения геометрических и безмасштабных графов была выбрана одна из модификаций базового пружинного алгоритма – алгоритм Фрюхтермана-Рейнголда. Вершины, связанные ребром, располагаются на одинаковом расстоянии, задаваемом «идеальной» длиной ребра. Сила пружины вычисляется как сумма сил притяжения и отталкивания. В этом алгоритме также используется понятие «температуры», которая убывает в процессе работы алгоритма и управляет перемещениями вершин [3].

В рамках выполнения научно-исследовательской работы был разработан программный комплекс, осуществляющий визуализацию графов. На вход подается модель графа в одном из двух форматов – GraphML, основанный на языке XML, или Full Matrix, содержащий матрицу смежности графа. Затем рассчитываются основные характеристики графа: число вершин, плотность, средний коэффициент кластеризации и средняя степень вершин, после чего строится гистограмма распределения степеней вершин, определяется предполагаемый тип графа и строится его изображение.

На рисунках 6 и 7 представлены результаты работы системы при визуализации безмасштабного и геометрического графов соответственно.

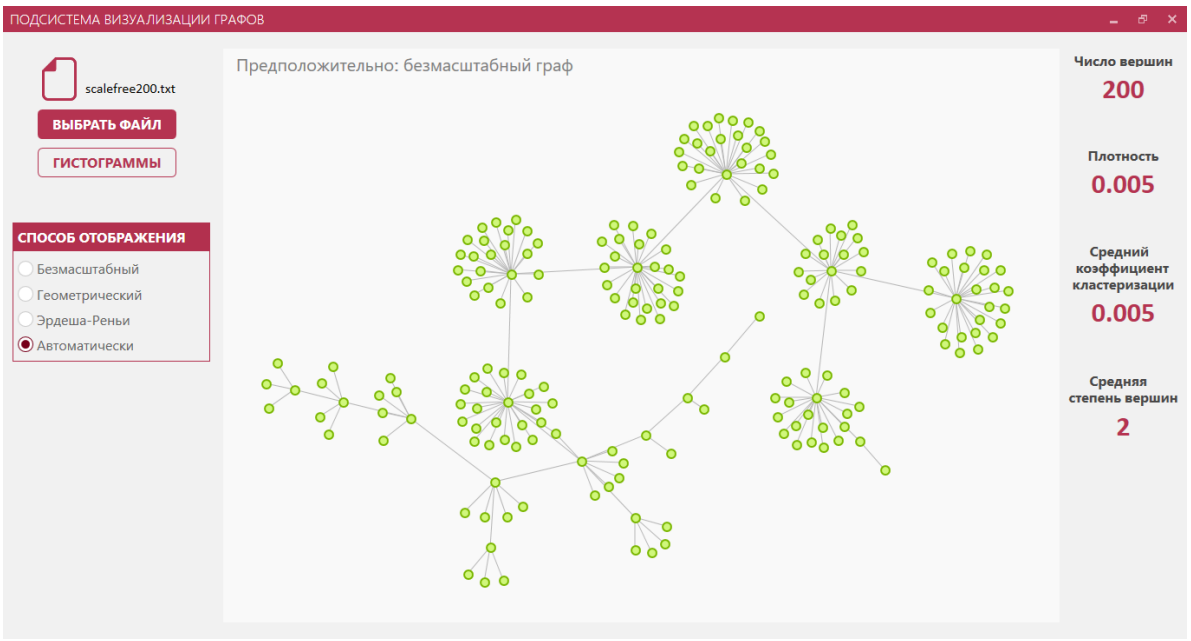


Рисунок 6 – Результат визуализации безмасштабного графа

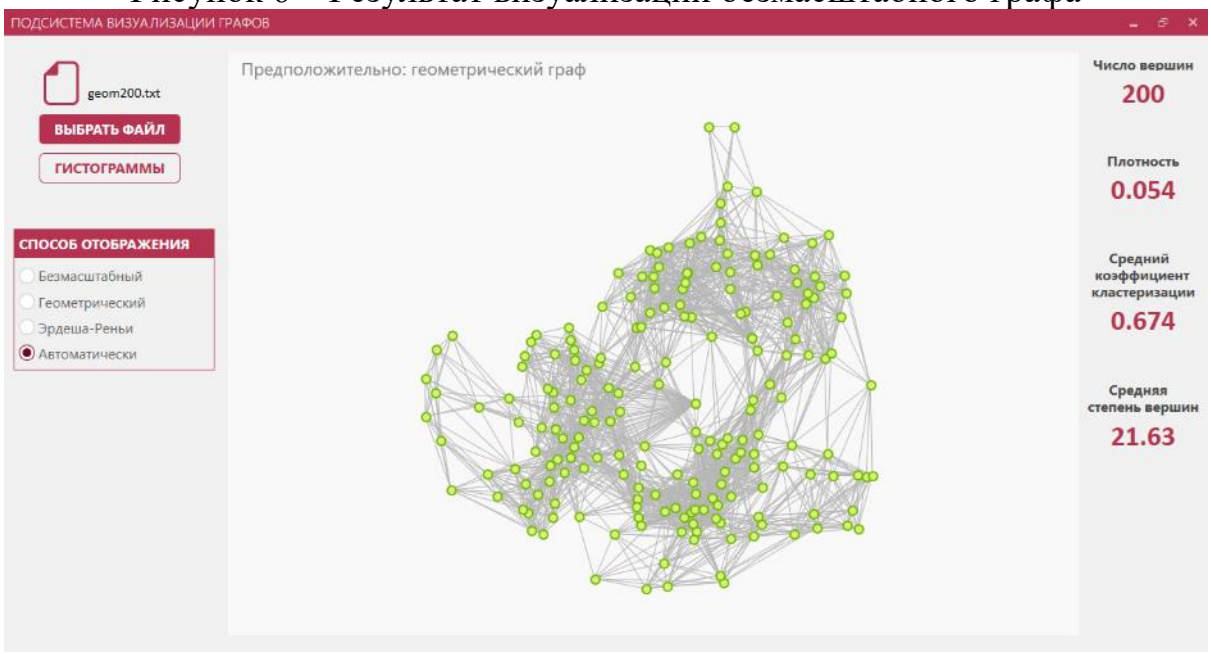


Рисунок 7 – Результат визуализации геометрического графа

Литература

1. Климентьев, К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста [Текст]. – М.: ДМК-Пресс, 2013. -656 с.

2. Звонарев, А.В. О дистанционных графах с большим хроматическим и малым кликовым числами [Текст]/А.В. Звонарев, А.М. Райгородский //Труды московского физико-технического института – Московский физико-технический институт (государственный университет). - 2012. - №1. - С. 122-126

3. Апанович, З.В. Современные силовые алгоритмы для визуализации информации большого объема [Текст]/З.В. Апанович //Проблемы управления и

моделирования в сложных системах: Труды XIV Международной конференции – Самара: СНЦ РАН, 2008. С. 164-171

И.М. Куликовских, С.А. Прохоров

НЕЯВНАЯ РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева, Самара, Россия)

В области активно развивающихся алгоритмов глубинного обучения традиционные методы оценки сложности алгоритмов являются нецелесообразными, так как не объясняют исключительной обобщающей способности алгоритмов глубинного обучения. Последние исследования оценки качества таких алгоритмов вводят понятие неявной регуляризации как разновидности метода обучения. Данный вид регуляризации находит решение в виде модели наименьшей сложности, но не накладывает штрафа на модель и не модифицирует напрямую метод оптимизации. Согласно результатам Б. Нейшабура, Р. Салахутдинова, Н. Сребро и др. [1-3], обобщающая способность контролируется геометрией пространства параметров обучаемого алгоритма и эмпирической оптимизацией, адаптированной с учетом данной геометрии. Качество алгоритмов, в данном случае, будет обуславливаться их способностью хранить и извлекать структуру данных в течение длительных интервалов времени, компенсируя недостаток внешней памяти.

Постановка задачи

Данное исследование нацелено на создание метода неявной регуляризации обучаемых алгоритмов, который для повышения их обобщающей способности моделирует процессы кратковременной и долговременной памяти. Основной акцент работы сделан на частной проблеме формирования и контроля так называемых *когнитивных карт*, впервые предложенных психологом Э. Толменом [4].

Когнитивные карты создаются и видоизменяются в результате активного взаимодействия объекта обучения со средой окружения и могут обладать различной степенью общности, масштаба и организации в зависимости от полноты представленности пространственных отношений и выбранной точки отсчета. В рамках данного исследования рассматривается возможность формирования когнитивной карты с системой координат «угадывание-забывание», которая отражает поведение обучаемой алгоритма через последовательное представление его связи с другими алгоритмами и средой окружения.

Для формирования системы координат карты при переходе от процессов кратковременной памяти к процессам долговременной взаимодействие объекта со средой окружения рассматривается для двух задач:

1. Теории цифровой фильтрации, предлагающей методы синтеза фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтров), которые позволяют моделировать постепенное накопление и исчезновение информации из памяти фильтра на основе оптимизации его полюсов.
2. Теории тестирования, описывающей эффект забывания, вызванный извлечением информации (Retrieval-Induced Forgetting, RIF) [5]. Данный эффект возникает как следствие сознательного запоминания тестируемой информации через ее явное извлечение, что приводит к неявному забыванию нетестируемой информации на бессознательном уровне, что позволяет моделировать процессы стимулирования памяти при тестировании с множественным выбором.

Таким образом, проводя аналогию между моделями памяти *фильтра* и *человека* в условиях фильтрации в первом случае и тестирования во втором случае, предлагаемый метод обучения позволяет моделировать взаимодействие объекта обучения со средой окружения с помощью динамических когнитивных карт, повышая обобщающую способность модели обучения. При этом рассматриваемые задачи позволяют представить модель обучения в виде обобщенной регрессионной модели и требуют ее регуляризации для понижения сложности банка фильтров и банка тестовых заданий.

Формализация задачи

Представим задачу оценивания параметров обобщенной модели регрессии, учитывающей процессы кратковременной и долговременной памяти в цифровой фильтрации, обучении моделей и тестировании, и ее решение в следующем виде:

$$\|f - B\nu\|_2^2 + \sigma^2 \nu^{\mathrm{T}} \mathrm{K}(C)^{-1} \nu \underset{\nu}{\rightarrow} \min, \;\; \nu = K(C) B^{\mathrm{T}} (BK(C)B^{\mathrm{T}} + \sigma^2 I)^{-1} f, \qquad (1)$$

где

$f = \{H, y, y_s\}$ – обобщенное множество допустимых ответов, включающее: H – множество значений передаточной функции в непрерывной и дискретной областях (теория цифровой фильтрации), y – множество ответов алгоритма (теория обучающих систем), y_s – множество ответов человека (теория тестирования);

$B = \{D, X, X_s\}$ – обобщенное множество объектов, которое включает: $D = \{\Lambda, G\}$ – банк цифровых фильтров в непрерывной Λ и дискретной G областях, X – объекты обучающей и тестовой выборок, X_s – банк тестовых заданий с множественным выбором;

$\nu = \{\beta, \theta, \theta_s\}$ – обобщенное множество допустимых параметров модели, включающее: β – множество параметров цифрового фильтра в непрерывной и дискретной областях, θ – множество параметров модели обучения, θ_s – множество параметров тестового задания;

$\mathrm{K}(C)$ – ядро, задающее множество когнитивных карт $C = \left\{c^{\phi,\alpha}, c^{g,f}, c_s^{g,f}\right\}$: $c^{\phi,\alpha}$ – когнитивная карта с системой координат в теории цифровой фильтрации, за-

дающая положение полюса фильтра $\phi \in \Phi$, $\Phi \in \{\Gamma, \Xi\}$ в непрерывной $\gamma \in \Gamma$ и дискретной $\xi \in \Xi$ областях, и параметр забывания (затухания) $\alpha \in \mathrm{A}$; $c^{g,f}$ – когнитивная карта с системой координат в теории обучаемых систем, задающая параметр угадывания c^{g}и забывания c^{f}; $c_s^{g,f}$ – когнитивная карта с системой координат в теории тестирования, задающая параметр угадывания c_s^{g} и забывания c_s^{f} в терминах эффекта RIF; σ^2 – дисперсия случайной составляющей множества ответов.

При этом под неявной регуляризацией регрессионной модели из соотношения (1) будем понимать задачу формирования и контроля когнитивной карты $c \in C$ согласно

$$\|f - B\nu\|_2^2 + \sigma^2 \nu^{\mathrm{T}} \mathrm{K}(c)^{-1} \nu \underset{c \in C}{\longrightarrow} \min.$$

На основе введенных понятий разработана модель перехода от процессов кратковременной памяти к процессам долговременной на основе когнитивной карты (см. рис. 1). Ниже дана интерпретация цифровых обозначений:

1. Анализ методов понижения сложности регрессионных моделей.
2. Анализ методов понижения сложности банка цифровых фильтров.
3. Анализ методов понижения сложности банка тестовых заданий.
4. Неявная регуляризация банка цифровых фильтров на основе $c^{\phi,\alpha}$, где $\alpha = 0$ (кратковременная память).
5. Неявная регуляризация банка цифровых фильтров на основе $c^{\phi,\alpha}$, где $\alpha \in \mathbb{N}$ (долговременная память).
6. Неявная регуляризация банка цифровых фильтров на основе $c^{\phi,\alpha}$, где $\alpha \in \mathbb{R}$ (долговременная память).
7. Неявная регуляризация банка тестовых заданий на основе эффекта RIF $c_s^{g,f} \in [0,1]$ (кратковременная память).
8. Неявная регуляризация банка тестовых заданий на основе эффекта RIF $c_{L\,s}^{g,f} \in [0,1]$ при индивидуальном обучении (долговременная память).
9. Неявная регуляризация банка тестовых заданий на основе эффекта RIF $c_{L\,s}^{g,f} \in [\underline{c_{L\,s}}, \overline{c_{L\,s}}]$ при групповом обучении (долговременная память).
10. Неявная регуляризация регрессионных моделей на основе $c^{g,f} \in [0,1]$ при индивидуальном обучении (кратковременная память).
11. Неявная регуляризация регрессионных моделей на основе $c_L^{g,f} \in [\underline{c_L^{g,f}}, \overline{c_L^{g,f}}]$ при групповом обучении (кратковременная память).
12. Неявная регуляризация регрессионных моделей при индивидуальном и групповом обучении $c^{\phi,\alpha} \sim \{c^{g,f}, c_L^{g,f}\} \sim \{c_s^{g,f}, c_{L\,s}^{g,f}\}$ (долговременная память).

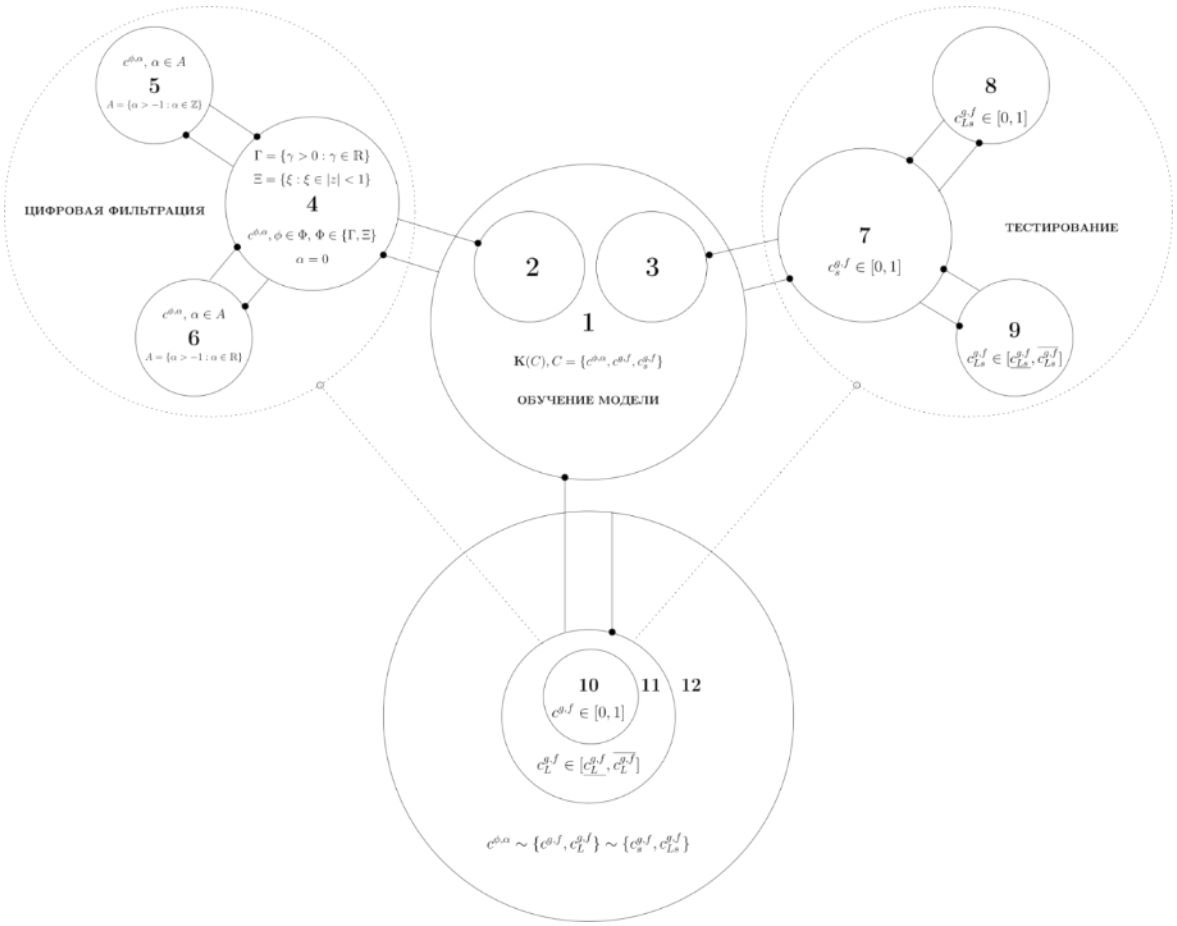


Рис. 1. Модель перехода от процессов кратковременной памяти к процессам долговременной памяти на основе динамической когнитивной карты

Благодарности

Работа выполнена при поддержке грантов Президента РФ № МК-6218.2018.9 и Минобрнауки РФ № 074-U01, а также Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 18-37-00219.

Литература

[1] Neyshabur B., Tomioka R., Srebro N. In search of the real inductive bias: On the role of implicit regularization in deep learning. arXiv:1412.6614. - 2014.

[2] Neyshabur B. Implicit regularization in deep learning. arXiv:1709.01953.

[3] Neyshabur B., Tomioka R., Salakhutdinov R., Srebro N. Geometry of optimization and implicit regularization in deep learning. arXiv:1705.03071.

[4] Tolman E.C. Cognitive maps in rats and men//Psychological Review. - 1948. - 55(4). - pp. 189-208.

[5] Anderson M.C., Bjork R.A., Bjork E.L. Remembering can cause forgetting: Retrieval dynamics in long-term memory//Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. - 1994. - 20(5). - pp. 1063-1087.

З.М. Курбанов

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ДВУХМЕРНЫХ,ТРЕХМЕРНЫХ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ГРАФИКОВ В СРЕДЕ MATLAB

(Каршинский государственный университет)

Здесь более подробно рассмотрим графические команды программы MATLAB и самые основные способы обработки и настройки графики. Чтобы просмотреть команды, введем **help graphics** (для основных графических команд), **help graph 2d** (для двухмерных графических команд), **help graph3d** (для трехмерных графических команд).

Двухмерные чертежи. Зачастую бывает необходимо начертить кривую на плоскости **x-y**, где переменная **y** не задана, как функция **x**. Существует две основных техники для начертания таких кривых: параметрическое начертание и контурное, или неявное, начертание.

Параметрические чертежи. Иногда **x** и **y** задаются как функции с некоторым параметром. Например, окружность с радиусом 1, центрированная в точке $(0,0)$, может быть выражена в параметрической форме как **xecos(2πt), y=sin(2πt),** где **t** может быть значением от 0 до 1. Хотя **y** не задана, как функция от **x**, тем не менее вы можете легко начертить эту кривую с помощью команды **plot**, как показано ниже на Рис. 1:

```
>> t =  0:0.01:1;
>> plot(cos(2*pi*t),   sin(2*pi*t))
>> axis  square
```

Если бы мы использовали приращение 0.1 в векторе t, результатом был бы многоугольник с отчетливо видимыми углами. Когда наш график имеет углы, которых быть не должно, нам следует повторять процесс с меньшим приращением до тех пор, пока наш график не станет выглядеть нормально. Здесь также присутствует команда **axis square,** которая обеспечивает одинаковую шкалу на обеих осях; без этой команды окружность приняла бы вид эллипса.

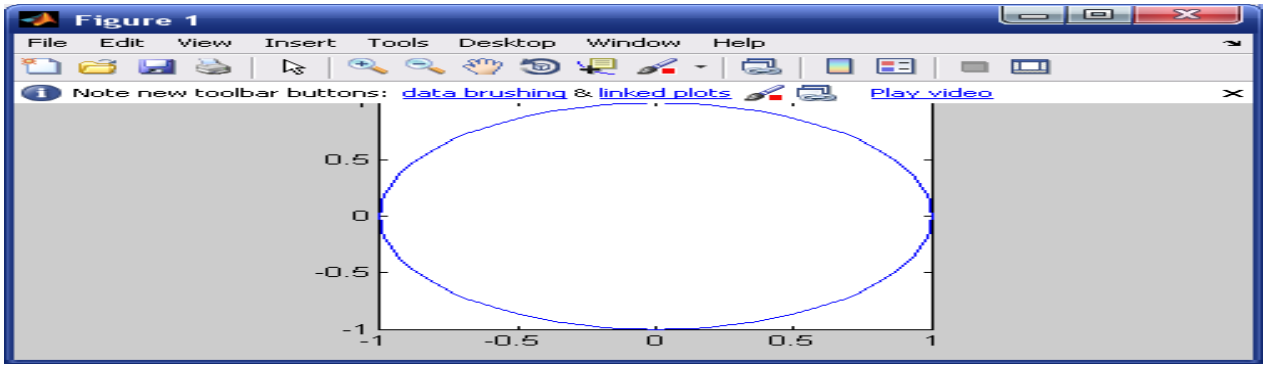


Рис. 1. Единичная окружность $x^2 + y^2 = 1$

Параметрическое начертание можно также производить с помощью команды **ezplot.**

» ezplot('cos(t)', 'sin(t)', [0 2*pl]); axis square

Здесь мы использовали точку с запятой после команды **ezplot,** но это не прервет отображение графика. В основном точка с запятой прерывает только текстовый вывод.

Контурные и неявные чертежи. Контурный чертеж функции с двумя переменными представляет собой кривые уровня функции, то есть множества точек в плоскости x-y, где функция принимает постоянное значение. Например, кривые уровня для $\mathbf{x^2 + y^2}$ представляют собой окружности, центрированные в начале координат, а уровни представляют собой квадраты из радиусов этих окружностей. Контурные чертежи создаются в программе MATLAB с помощью команд **meshgrid и contour.** Команда **meshgrid** создает сетку из точек в прямоугольной области с заданными интервалами. Эта сетка используется командой **contour** для создания контурного чертежа в заданной области. Мы можем создать контурный чертеж для $x^2 + y^2$ следующим образом (см. Рис. 2): » [X Y] = **meshgrid**(-3:0.1:3, -3:0.1:3);

» **contour**(X, Y, X.^2 + Y.^2); **axis square**

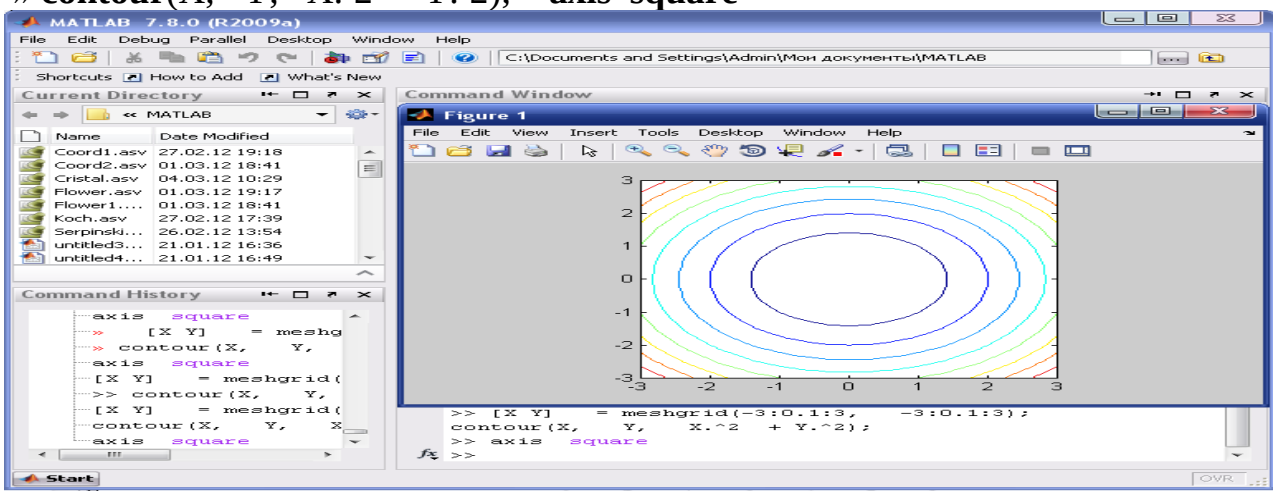


Рис. 2. Контурный чертеж для $x^2 + y^2$

Вы можете определить множество уровней путем включения дополнительного векторного аргумента в команду **contour**. Например, чтобы начертить окружности с радиусами 1, √2 и √3, введите следующее:

>> **contour**(X, Y, X.^2 + Y.^2, [1 2 3])

Векторный аргумент должен содержать, по крайней мере, два элемента; то есть, если вы захотите начертить одноуровневое множество, вам потребуется задать один и тот же уровень дважды. Это полезно для неявного начертания кривой, заданной уравнением в переменных x и y. Например, чтобы начертить окружность радиусом 1 вокруг начала координат, введите следующее:

>> **contour** (X, Y, X.^2 + Y.^2, [1 1])

А чтобы начертить график лемнискаты $x^2 - y^2 = (x^2 + y^2)^2$, перепишите уравнение в виде

$$(x^2 + y^2)^2 - x^2 + y^2 = 0$$

и введите следующее (см. Рис. 3):

```
>>  [X Y]  = meshgrid (-1.1:0.01:1.1,  -1.1:0.01:1.1);
>>  contour (X,  Y,  (X.^2+Y.^2).^2-X.^2+Y.^2,  [0  0])
>>  axis  square
>>  title (' Лемниската  x^2-y^2=  (x^2+y^2)^2')
```

Контурные чертежи вы можете также производить с помощью команды **ezcontour**, а неявное начертание кривой f (x, y) = 0 - с помощью команды **ezplot**.

```
>> ezcontour ('x^2+y^2',  [-3  3],  [-3  3]);
>> axis  square
```

А чтобы получить изображение введите следующую команду:

```
>>  ezplot ('(x^2+y^2)^2-x^2+y^2',  ...
[-1.1,  1.1],  [-1.1,  1.1]);  axis  square
```

Лемниската $x^2-y^2=(x^2+y^2)^2$

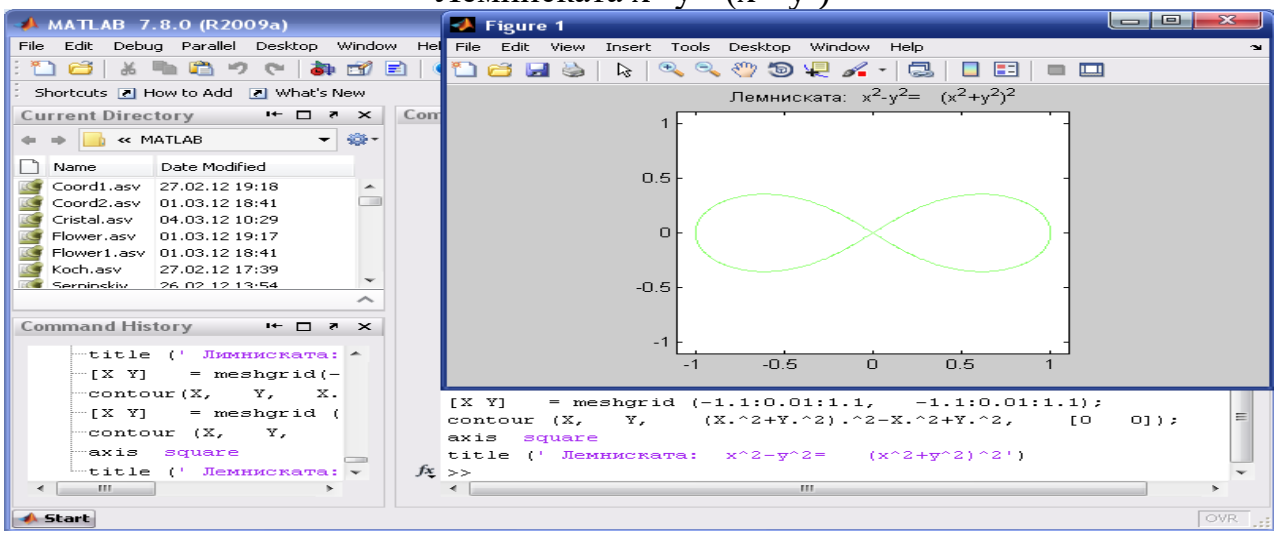


Рис. 3. Лемниската

Чертежи полей. Команда **quiver** программы MATLAB используется для начертания векторных полей и массивов стрелок. Стрелки могут находиться на равномерно расположенных точках плоскости (если координаты **x** и **y** не заданы точно), или их местоположение может быть задано. Иногда требуется совсем немного, чтобы отмасштабировать стрелки, чтобы они не выглядели слишком большими или слишком маленькими. Для этой цели команда **quiver** использует опциональный аргумент масштаба. Например, представленный ниже код позволяет начертить векторное поле с **«седлообразной точкой»,** где наблюдается притягивание стрелок в сторону оси x и отталкивание от оси y. Вывод результата показан на Рис. 4:

```
>>  [x,  y]  = meshgrid (-l.1:0.2:1.1,  -1.1:0.2:1.1);
>> quiver(x, -y); axis equal; axis off
```

Трехмерные чертежи. Программа MATLAB имеет несколько возможностей для создания трехмерных чертежей.

Кривые в трехмерном пространстве. Для начертания кривых в трехмерном пространстве основной командой является команда **plot3.** Эта команда работает так же, как и команда **plot,** за исключением того, что использует три

вектора, а не два: один вектор для координаты **x**, один - для координаты **y** и один - для координаты **z**. Например, мы можем начертить спираль, введя следующее:

```
>> t =  -2:0.01:2;
>> plot3(cos(2*pi*t),  sin(2*pi*t),  t)
```

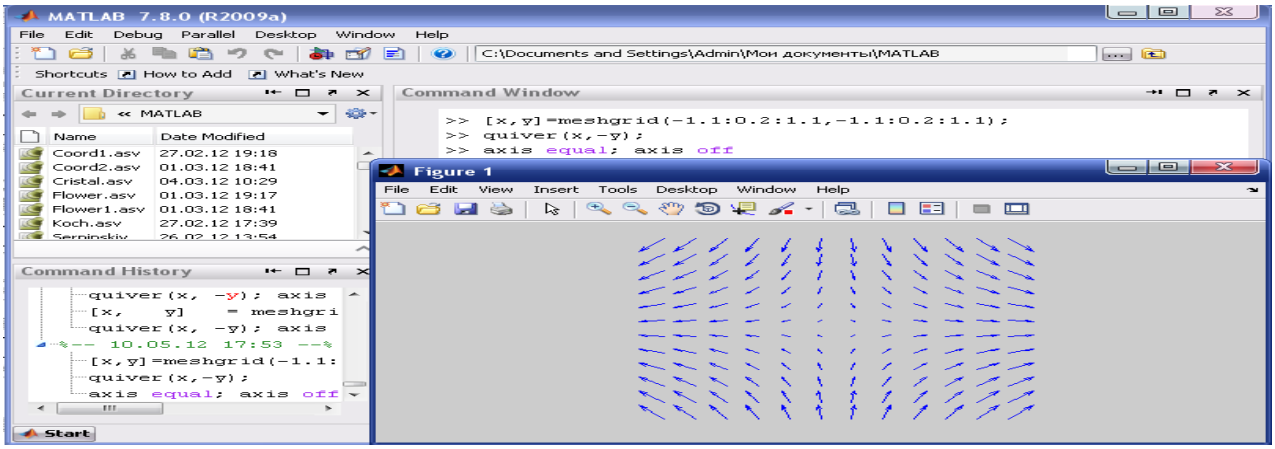


Рис. 4. Чертеж векторного поля (x, -y)

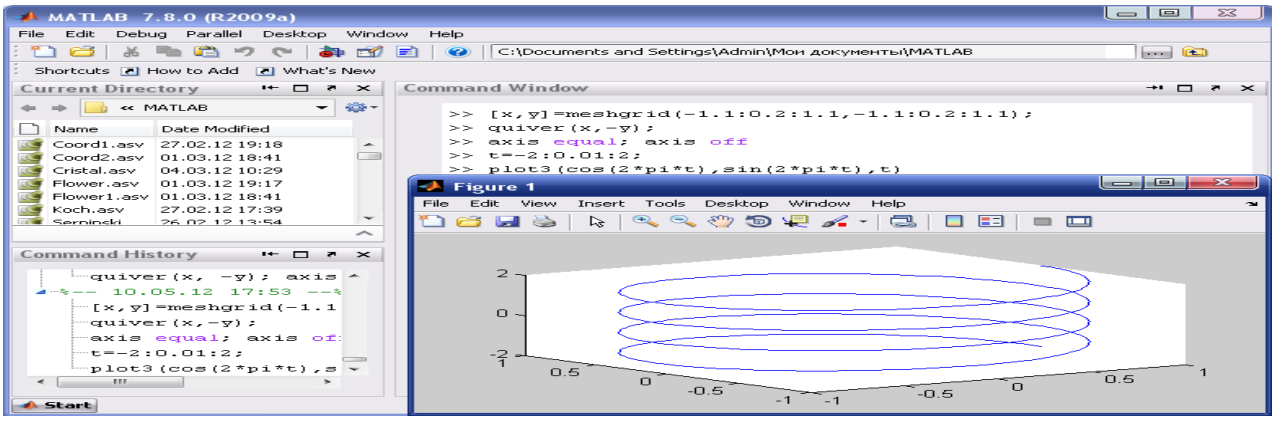


Рис. 5. Спираль с координатами x=cos (2nz) , y=sin (2nz)

Для команды **ezplot** также существует трехмерный аналог - команда **ezplot3**; с помощью этой команды можно начертить такую же спираль, как на Рис. 1.5, введя следующее:

```
» ezplot3('cos(2*pi*t)',  'sin(2*pi*t)',  't',  [-2,  2])
»  ezmesh ('x^2-y^2',  [-2,  2  -2,  2])
```

Литература

1. Потемкин В.Г. Вычисления в среде MATLAB. М., Диалог МИФИ, 2004.

2. Ануфриев И., Смирнов А., Смирнова Е. MATLAB 7 в подлиннике. С.-П., БХВ-Петербург, 2005.

3. Дьяконов В.П. MATLAB 7*/R2006/R2007:Самоучитель.-М.:ДМК Пресс, 2008.-768 с.

Е.С. Ларькова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЦИФРОВОЙ ФОТОУПРУГОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛНОГО АСИМПТОТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ М.УИЛЬЯМСА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П.Королева)

В настоящее время в механике разрушения определение напряженно-деформированного состояния (НДС) вблизи острых вырезов и трещин было и остается актуальной задачей [1-5]. Сегодня наиболее популярны интерференционно-оптические методы механики деформируемого твердого тела, среди которых метод цифровой фотоупругости является классическим методом исследования НДС оптически чувствительных материалов [6, 7].

Асимптотическое разложение М.Уильямса поля напряжений представляет собой удобный инструмент для описания НДС в окрестности вершины трещины в изотропном линейно упругом материале:

$$\sigma_{ij}(r,\theta) = \sum_{m=1}^{2}\sum_{k=1}^{\infty} a_k^m r^{\frac{k}{2}-1} f_{m,ij}^{(k)}(\theta), \qquad (1)$$

где σ_{ij} – компоненты тензора напряжений, m соответствует типу нагружения; значение m=1 отвечает нормальному отрыву, m=2 – поперечному сдвигу, a_k^m – амплитудные (масштабные) множители, коэффициенты, зависящие от геометрии образца с трещиной и от приложенной нагрузки, r и θ – полярные координаты, $f_{m,ij}^{(k)}(\theta)$ – угловые распределения нагружения, которые известны и определяются с помощью формул [8]:

$$f_{1,11}^{(k)}(\theta) = \frac{k}{2}\left[\left(2+\frac{k}{2}+(-1)^k\right)cos\left(\frac{k}{2}-1\right)\theta - \left(\frac{k}{2}-1\right)cos\left(\frac{k}{2}-3\right)\theta\right],$$

$$f_{1,22}^{(k)}(\theta) = \frac{k}{2}\left[\left(2+\frac{k}{2}-(-1)^k\right)\cos\left(\frac{k}{2}-1\right)\theta + \left(\frac{k}{2}-1\right)\cos\left(\frac{k}{2}-3\right)\theta\right],$$

$$f_{1,12}^{(k)}(\theta) = \frac{k}{2}\left[\left(\frac{k}{2}-1\right)\sin\left(\frac{k}{2}-3\right)\theta - \left(\frac{k}{2}+(-1)^k\right)\sin\left(\frac{k}{2}-1\right)\theta\right],$$

$$f_{2,11}^{(k)}(\theta) = -\frac{k}{2}\left[\left(2+\frac{k}{2}-(-1)^k\right)\sin\left(\frac{k}{2}-1\right)\theta - \left(\frac{k}{2}-1\right)\sin\left(\frac{k}{2}-3\right)\theta\right],$$

$$f_{2,22}^{(k)}(\theta) = -\frac{k}{2}\left[\left(2-\frac{k}{2}+(-1)^k\right)\sin\left(\frac{k}{2}-1\right)\theta + \left(\frac{k}{2}-1\right)\sin\left(\frac{k}{2}-3\right)\theta\right],$$

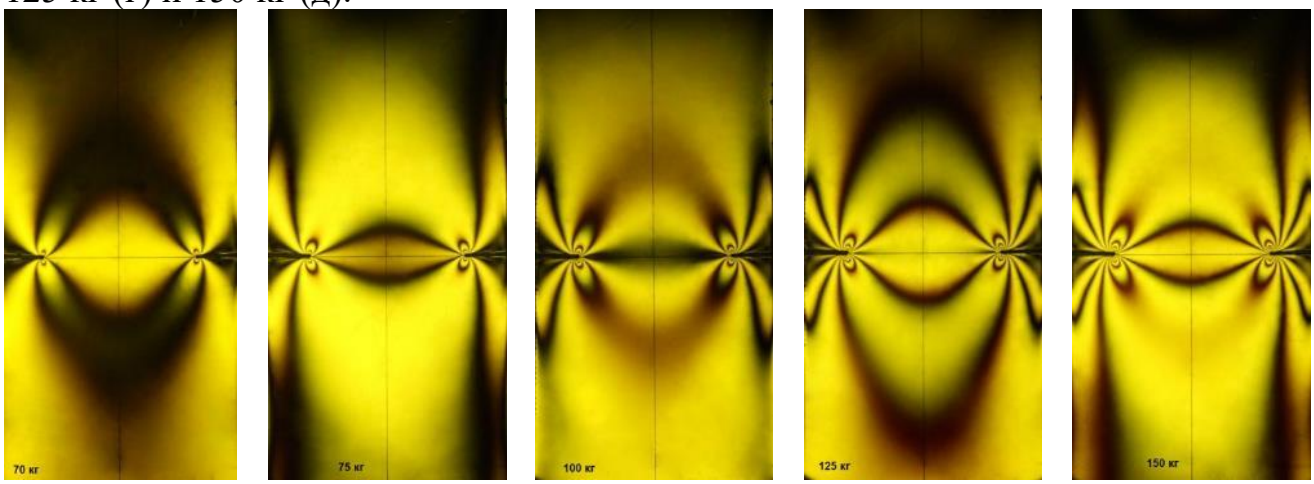
$$f_{2,12}^{(k)}(\theta) = \frac{k}{2}\left[\left(\frac{k}{2}-1\right)\cos\left(\frac{k}{2}-3\right)\theta - \left(\frac{k}{2}-(-1)^k\right)\cos\left(\frac{k}{2}-1\right)\theta\right].$$

Коэффициенты интенсивности напряжений (КИН) используются для описания полей напряжений, возникающих у вершины трещины, и вычисляются следующим образом:

$$K_I = \sqrt{2\pi a_1^1} f_{1,22}^{(1)}(\theta = 0), K_{II} = \sqrt{2\pi a_2^1} f_{2,12}^{(1)}(\theta = 0), T = a_1^2 f_{1,11}^{(2)}(\theta = 0),$$

где последнее выражение носит название *T*-напряжений.

Целью настоящей работы является экспериментальное определение коэффициентов асимптотического разложения М.Уильямса a_k^m (1). Была рассмотрена пластина из поликарбоната с двумя симметричными боковыми надрезами (Рис.1). Геометрические размеры пластины: длина равна 12 см, ширина равна 5 см, толщина равна 0.48 см, длина надрезов имеет длину по 0.85 см. Пластина находилась под растягивающей нагрузкой. На Рис.1 показана картина изохроматических полос пластины, нагруженная силой 70 кг (а), 75 кг (б), 100 кг (в), 125 кг (г) и 150 кг (д).

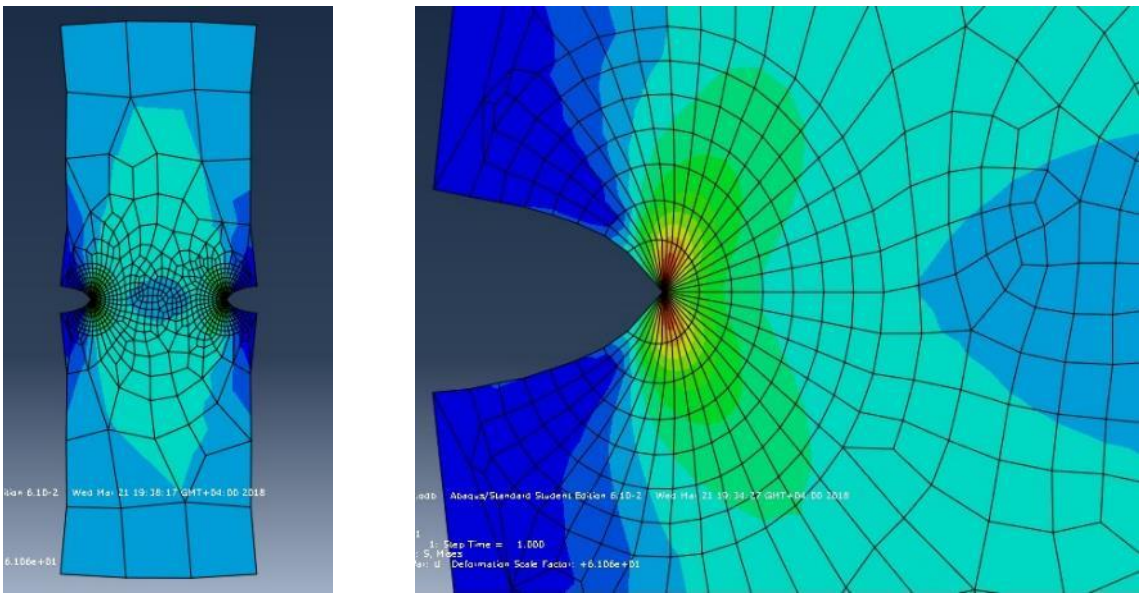


а) 70 кг б) 75 кг в) 100 кг г) 125 кг д) 150 кг

Рис.1. Картина изохроматических полос для нагруженной пластины с двумя боковыми надрезами

Вычисление коэффициентов асимптотического разложения М.Уильямса проводилось несколькими способами:

1. Метод фотоупругости. Следует отметить тот факт, что при удалении от вершины надреза значение КИН сильно увеличивается и существенно отличается от справочных данных [9]. Поэтому для вычисления КИН были использованы изохромы и точки, находящиеся в непосредственной окрестности вершины трещины. На картине изохроматических полос были выделены точки, принадлежащие разным изохромам. На каждой изохроме выбиралось от 45 до 55 точек. Для обработки экспериментальной информации разработана программа, реализованная в пакете символьной математики *Maplesoft Maple*. В программе с помощью основного закона фотоупругости были вычислены параметры механики разрушения a_k^m, в частности K_I, K_{II}, *T*-напряжения.
2. Использование метода конечного элемента. Для вычисления КИН и *T*-напряжений использовался программный комплекс *Simulia Abaqus (Student Edition)*.



а) Пластина с двумя боковыми симметричными надрезами

б) Выделенная область у левого надреза пластины

Рис.2. Компьютерное моделирование пластины с боковыми симметричными надрезами в программном комплексе *Simulia Abaqus (Student Edition)*

Для проверки вычислений полученные значения a_1^1, a_2^1, a_1^2 сравнивались со справочными данными [9] и конечно-элементным решением. В таблице приведены полученные значения КИН с помощью методов фотоупругости и конечного элемента, и сравнение их с существующими справочными данными [9].

Таблица 1. Сравнение значений КИН, полученных методом фотоупругости, справочника по КИН и метода конечного элемента

Метод фотоупругости	Метод КЭ	Справочник [9]
114.16 кг/см$^{3}/_{2}$	116 кг/см$^{3}/_{2}$	116.1 кг/см$^{3}/_{2}$

Из Таблицы 1 видно, что экспериментально полученные значения коэффициентов интенсивности хорошо согласуются с конечно-элементным решением и справочными данными [9].

Литература

1. Степанова, Л.В., Адылина, Е.М. Напряженно-деформируемое состояние в окрестности вершины трещины в условиях смешанного нагружения [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Адылина // Прикладная механика и техническая физика. - 2014. - Т.55 - № 5. - С. 181-194.

2. Степанова, Л.В., Росляков, П.С. Полное асимптотическое разложение М.Уильямса у вершин двух симметричных трещин конечной длины в бесконечной пластине [Текст]/ Л.В. Степанова, П.С. Росляков // Вестник ПНИПУ. Механика. - 2015. - № 4. - С. 188-225.

3. Stepanova, L.V., Roslyakov, P.S. Multi-parameter description of the crack-tip stress field: analytic determination of coefficients of crack-tip stress expansions in the vicinity of the crack tips of two finite cracks in an infinite plane medium [Текст]/

L.V. Stepanova, P.S. Roslyakov// International Journal of Solids and Structures. – 2016. – V. 100-101. – P. 11-28.

4. Степанова, Л.В., Яковлева, Е.М. Смешанное деформирование пластины с трещиной в условиях плоского напряженного состояния [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Яковлева// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т.3. – С. 129-162.

5. Степанова, Л.В. Влияние высших приближений в асимптотическом разложении М.Уильямса на описание поля напряжений в окрестности вершины трещины в изотропном линейно упругом материале [Текст]/ Л.В.Степанова // Материалы X Всероссийской конференции по механике деформируемого твердого тела. – Самара: Самарский государственный технический университет. – 2017. - Т.2. – С.222-225.

6. Котенко, М.В., Раздорский, В.В., Лелявин, А.Б. Поляризационно-оптический метод в исследовании напряженно-деформированного состояния моделей с дентальными имплантатами из нитинола [Текст]/ М.В. Котенко, В.В. Раздорский, А.Б. Лелявин // Сибирский медицинский журнал. – Иркутск. – 2016. – №8. – С.34-38.

7. Маковецкая-Абрамова, О.В., Хлопова, А.В., Маковецкий, В.А. Исследование напряженных состояний и износа в кривошипе подшипника двигателя М-62 методом фотоупругости [Текст]/ О.В. Маковецкая-Абрамова, А.В. Хлопова, В.А. Маковецкий // Технико-технологические проблемы сервиса. – СПбГЭУ. – 2013. – № 1(23). − С.19-22.

8. Hello, G., Tahar, M.B., Roelandt, J.-M. Analytical determination of coefficients in crack-tip stress expansions for a finite crack in an infinite plane medium [Текст]/ G. Hello, M.B. Tahar, J.-M. Roelandt // International Journal of Solids and Structures. – 2012. - №49. С.556-566.

9. Tada, H. The Stress Analysis of Cracks Handbook Third Edition: учеб.-метод. пособие / H. Tada, C. P. Paris, G. R. Irwin. - New York: ASME Press, 2000 - 696 с.

А.А. Лякишев, И.В. Лёзина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АППРОКСИМАЦИИ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В современном мире мы часто сталкиваемся с большими объемами данных, полученных тем или иным образом. Визуальная или ручная обработка больших числовых массивов невозможна, когда количество полученных значений превышает несколько тысяч чисел. Поэтому для решения подобных задач пишут специальные программы, чтобы проанализировать и определить закон

распределения, которому принадлежат эти данные. Но зачастую вычислительной мощности обычных алгоритмов обработки становится недостаточно. В таком случае целесообразно использовать нейронные сети.

Нейронная сеть представляет собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Каждый нейрон получает входные данные, обрабатывает их и передает результат последующим нейронам.

Аппроксимирующая нейронная сеть представляет собой универсальный аппроксиматор, реализующий нелинейную функцию y = f(x), где x – входной вектор, а y – реализованная функция.

Одной из таких сетей является радиально-базисная сеть (RBF) [1]. Сеть состоит из одного скрытого слоя, выполняющего нелинейное преобразование входной последовательности, и выходного нейрона, суммирующего выходные значения нейронов скрытого слоя [2]. Особенностью этой сети является радиальная функция активации скрытых нейронов:

$$\phi(x) = \phi(\left|\left|x - c_i\right|\right|_{Q_i}) = e^{-(x-c_i)^T Q_i^T Q_i (x-c_i)} = e^{\frac{(x-c_i)^T C_i (x-c_i)}{2}},$$

где матрица $\frac{C_i}{2} = Q_i^T Q_i$ играет роль коэффициента $\frac{1}{2\sigma_i^2}$ стандартной функции Гаусса, которая используется в RBF сетях, имеющей вид:

$$\phi(x) = \phi(\left|\left|x - C_i\right|\right|) = e^{-\frac{||x-C_i||^2}{2\sigma_i^2}},$$

где x – входной вектор, i – индекс нейрона в скрытом слое.

Матрица Q является матрицей весовых коэффициентов эвклидовой меры, которая имеет вид:

$$||x||_Q^2 = (Qx)^T(Qx) = x^T Q^T Q x$$

Масштабирующая матрица для N-мерного вектора имеет вид:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{11} & \cdots & Q_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Q_{N1} & \cdots & Q_{NN} \end{bmatrix}$$

Задача аппроксимации состоит в подборе соответствующего количества радиальных функций $\phi(\left|\left|x - C_i\right|\right|)$ и их параметров, а так же подборе весов. Эту проблему можно свести к минимизации целевой функции:

$$E = \sum_{i=1}^{p}\left[\sum_{j=1}^{k} w_j \phi(\left|\left|x_i - c_i\right|\right|) - d_i\right]^2,$$

где k – количество радиальных нейронов, а p – количество обучающих пар $(x_i d_i)$, где x_i – входной вектор, d_i- ожидаемая величина.

Процесс обучения сети сводится:

1. К подбору центров c_i и параметров σ_i формы базисных функций;
2. К подбору весов нейронов выходного слоя.

Веса нейронов могут инициализироваться различными способами. Самым простым способов является их случайная инициализация на основе равномерного распределения в интервале [0;1].

Вторым способом инициализации весов нейронной сети является алгоритм имитации отжига. Этот алгоритм основывается на имитации физического процесса, который происходит при кристаллизации вещества, в том числе при отжиге металлов. Предполагается, что атомы уже выстроились в кристаллическую решетку, но еще допустимы переходы отдельных атомов из одной ячейки в другую. Предполагается, что процесс протекает при постепенно понижающейся температуре. Так же переход атома происходит с некоторой вероятностью, которая уменьшается вместе с уменьшением температуры.

Перед началом алгоритма веса инициализируются случайными значениями в интервале [0;1]. Далее выполняется имитация отжига по следующим шагам [3]:

1. Генерируется входной вектор – выбирается случайное решение x_0 из системы, которое должно быть оптимизировано.
2. Инициализируется температура T. Причем, если это значение будет слишком высоким, алгоритм будет длиться слишком долго, а если будет маленьким – процесс остановится до нахождения наилучшего решения.
3. Выбирается новое решение из соседних к текущему $x_0 + \Delta x$
4. Оценивается новое решение: если $f(x_0 + \Delta x) \leq f(x_0)$, то $x_0 + \Delta x$ принимается и заменяет текущее решение, после чего производится переход к пункту 6.
5. Периодически уменьшается температура, в результате чего уменьшается вероятность принятия худших решений.
6. Повторить пункты 2 – 6 до тех пор, пока не будет выполнен критерий остановки.

Цель данной работы – реализовать автоматизированную систему для аппроксимации плотности вероятности с использованием радиально-базисной нейронной сети и сравнить между собой два алгоритма инициализации весов нейронной сети: случайным образом и алгоритмом имитации отжига. В системе реализована генерация обучающих выборок, распределенных по различным законам. Также имеется возможность загрузить данные с внешнего носителя.

Исследование данных способов инициализации показало, что при 10000 эпохах обучения СКО для экспоненциального закона распределения со случайной инициализацией весов равняется 0,033, а после алгоритма имитации отжига – 0,027, что показывает незначительное увеличение точности работы сети.

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что случайная инициализация весовых коэффициентов дает результаты хуже, чем алгоритм имитации отжига.

Литература

1. Латыш, С.К., Исследование аппроксимативных возможностей радиально-базисной сети с различными функциями активации [Текст] / С. А. Прохоров, И. А. Лёзин, И. В. Лёзина, С. К. Латыш, С. А. Саиян – Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Механика, т.15, №4, 2013. – с. 271–274. – ISSN 1990-5378.

2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.

3. L.M. Rasdi Rere, Mohamad Ivan Fanany, Aniati Murni Arymurthy. Simulated Annealing Algorithm for Deep Learning [Электронный ресурс] – Электрон. Текстовые дан. – The Third Information Systems International Conference, 2015. – режим доступа к журн.: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915035759#bbib0065, свободный

И.А. Лёзин, Е.С. Худобердина

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК ГИБРИДНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ КОХОНЕНА

(Самарский университет)

В настоящее время искусственные нейронные сети часто используются для решения задач кластеризации. Кластеризация применяется для решения многих прикладных задач, например таких, как сегментация изображений, экономическое прогнозирование, анализ данных. Задачу кластеризации кристаллических решеток можно свести к установлению типов решеток.

Кристаллическая решётка – присущее веществу в кристаллическом состоянии правильное расположение атомов (ионов, молекул), характеризующееся периодической повторяемостью в трёх измерениях. Ввиду такой периодичности для описания кристаллической решетки достаточно знать размещение атомов в элементарной ячейке, повторением которой путём параллельных дискретных переносов (трансляций) образуется вся структура кристалла. Математической схемой кристаллической решетки, в которой остаются лишь геометрические параметры переносов, но не указывается конкретное размещение атомов в данной структуре, является пространственная решётка. В ней система трансляций, присущих данной кристаллической решетки, изображается в виде системы точек – узлов.

Существует 14 различающихся по симметрии пространственных трансляционных решеток, называемых Браве решетками.

По виду примитивной решетки Браве классифицируют семь типов так называемых кристаллических систем, или сингоний. В одну сингонию объединяются примитивная решетка Браве и сложные решетки, у которых одинаковы элементы точечной симметрии, так и кристаллографическая система координат [3].

Данные, подаваемые на вход сети, представлены в виде шести числовых признаков: длины трех сторон и величины углов между сторонами. Эти характеристики однозначно определяют тип кристаллической решетки.

Наиболее популярной архитектурой нейронной сети является многослойный персептрон, который успешно применяется для решения разнообразных

сложных задач. Обучение такой сети выполняется с помощью градиентных алгоритмов.

Выделяют также отдельный класс нейронных сетей, который носит название карт самоорганизации. Эти сети основаны на конкурентном обучении. Отдельные нейроны выходного слоя такой сети соревнуются за право активации, в результате чего активным оказывается один нейрон в сети. Выходной нейрон, который выиграл соревнование, называется победившим [1].

Хороших результатов можно достичь объединением самоорганизующегося слоя Кохонена и многослойного персептрона. Такую сеть называют гибридной сетью Кохонена. Главная особенность сети с самоорганизацией – это очень высокая скорость обучения по сравнению с сетями, тренируемыми с учителем. Их недостатком считается сложность отображения пар обучающих данных (x, d), поскольку сеть с самоорганизацией, выполняющая обработку только входного вектора x, не обладает свойствами хорошего аппроксиматора, присущими многослойному персептрону [2].

Обучение гибридной сети состоит из двух независимых этапов, следующих один за другим.

На первом этапе на множестве входных нейронов обучается слой Кохонена. Для его обучения используются алгоритмы обучения без учителя. Требуемый выход в процессе обучения не указан. При предъявлении входных образов сеть самоорганизуется, настраивая свои веса согласно определенному алгоритму. Целью обучения сети с самоорганизацией на основе конкуренции, считается такое упорядочение нейронов, которое минимизирует значение отклонения вектора весов от входного вектора x. После обучения веса нейронов фиксируются. Выход нейрона-победителя переводится в состояние 1, а выходы остальных нейронов переводятся в состояние из интервала (0-1). Для перехода от фактических выходных сигналов к нормализованным сигналам используется формула:

$$y_j = \exp(-\frac{|u_r - u_{max}|}{\sigma^2}),$$

где y_j – нормализованный выход r-го нейрона, u_r – реальный выход r-го нейрона слоя Кохонена, u_{max} – выход нейрона-победителя, σ – параметр, подбираемый индивидуально для каждой решаемой задачи.

В результате обучения векторы весов нейронов данного слоя с минимальной погрешностью отображают распределение данных обучающих векторов x.

На втором этапе с учителем обучается персептронная сеть. Обучения выполняется при помощи алгоритма обратного распространения ошибки. Обучающими сигналами является множество пар (y_j, d_i), где y_j– выходной вектор, d_i – вектор ожидаемых значений. Процесс обучения протекает гораздо быстрее, чем для обычного многослойного персептрона, благодаря хорошей локализации данных в слое Кохонена.

Разработанная автоматизированная система решает задачу кластеризации семи типов кристаллических решеток при помощи гибридной сети Кохонена.

Литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст] / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.: ил.
3. Барыбин, А. А. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов / А.А. Барыбин, В.И. Томилин, В.И. Шаповалов; под общей редакцией А.А. Барыбина – М.: Физматлит, 2011. – 945с.: ил.

А.А. Мартыненко, О.А. Заякин

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГРАДУИРОВКИ МОДАЛЬНЫХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЛИНЗ

(Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева)

Модальные жидкокристаллические линзы (МЖКЛ) – элементы адаптивной оптики. Они перспективны для применений в медицине – это когерентная оптическая томография, в частности, интроскопия внутренних органов. Также они имеют перспективы в фото- и видеокамерах, автоматически фокусирующихся на область предметов в большой глубиной резкости. Еще одна область возможных применений – системы технического зрения, в которых они должны обеспечивать четкое изображение при макросъемке.

Их достоинства: малая себестоимость, малый вес и габариты, механическая надежность, легкость интегрирования в автоматизированные цифровые системы.

Однако их применение затрудняют недостаточно быстрая перестройка фокуса, необходимость индивидуальной градуировки - в силу большого разброса параметров от образца к образцу, а также периодической калибровки.

Важным условием этого исследования был поиск нового подхода к градуировке системы с МЖКЛ, при котором был бы меньше статистический разброс и отсутствовали бы разрывы получаемых градуировочных кривых, что существенно снизило бы риск ухудшения технических характеристик и отказов в работе. Другой целью было увеличение быстродействия системы при сохранении наилучшего качества фокусировки света, которое способна обеспечить используемая в ней МЖКЛ

В работе производится исследование автоматизированной системы градуировки модальных жидкокристаллических линз. Общий вид устройства модальной жидкокристаллической линзы представлен на приведен на рис. 1 [1]. А на рис. 2 показана эквивалентная электрическая схема.

Модальная жидкокристаллическая линза (МЖКЛ) – прибор, фокусирующий свет, с электрически управляемым фокусным расстоянием:

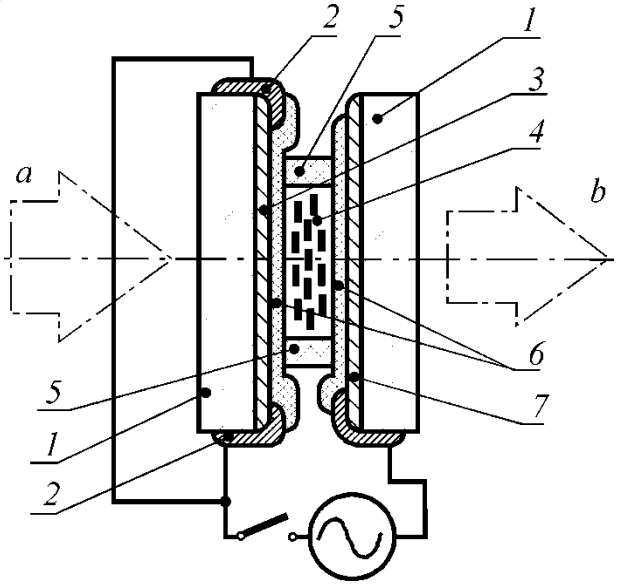
– плавно изменяемое в широких пределах фокусное расстояние;

– управление с помощью переменного напряжения в рабочем диапазоне обычного звукового генератора;

– малая мощность потребления при работе - менее микроватт.

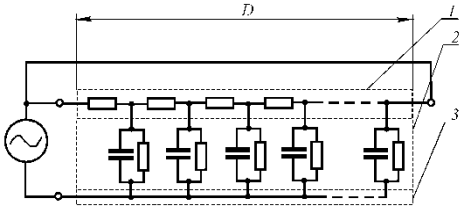
– отсутствие движения частей;

– фокусировка только плоско-поляризованного света (это обстоятельство, однако, успешно преодолевается путем установки на линзу обычного поляроида для фотоаппарата).



1 – стеклянная подложка; 2 – граничные проводящие контакты; 3 – высокоомный слой; 4 – слой жидкого кристалла; 5 – прокладки; 6 – слой, ориентирующий молекулы жидкого кристалла (ЖК); 7 – низкоомный слой; *a* – падающий пучок; *b* – прошедший пучок

Рис. 1. Внутреннее устройство МЖКЛ



показан виду сбоку; *D* – апертура; *a* – падающий, *b* – прошедший пучки; 1 – высокоомный, 3 - низкоомный слои; 2 – слой ЖК

Рис. 2. Эквивалентная электрическая схема МЖКЛ

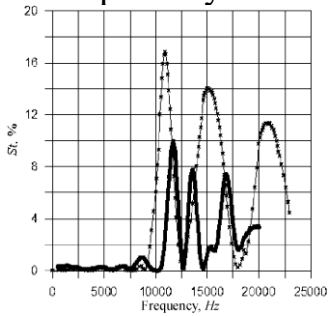
Для исследования более приемлем метод точной фокусировки для МЖКЛ с максимальными апертурами до нескольких миллиметров, когда важно качество каустики пучка.

Использованный метод традиционно применяется для контроля качества обычных линз. Он имеет ряд преимуществ, по сравнению с интерферометрическим методом и использованием гартмановского датчика волнового фронта [2]. Он больше подходит к МЖКЛ, имеющим максимальные апертуры до несколь-

ким миллиметров. При этом сказываются фокусирующие свойства диафрагмы, которые не учитывает интерферометрический метод.

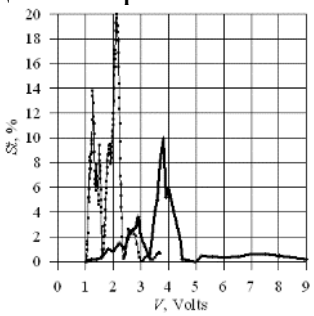
Основа оптической схемы нашей измерительной системы является пинхол, имеющий диаметр меньший в 2 раза, чем ширина главного максимума фокального пятна, определенного по уровню 0,5 от плотности мощности света в максимуме, который расположен в центре пятна. Перед началом измерений требуется юстировка пинхола на максимальное светопропускание, которое показывает, что он расположен в центре фокального пятна. Для предварительной настройки использовалась видеокамера со снятым с нее объективом, при этом фокальное пятно падало на фоточувствительную матрицу видекамеры. Затем камера убиралась, и на ее место устанавливался пинхол.

Сферически фокусирующая МЖКЛ была изготовлена в Самарском филиале ФИАН. В ней использован жидкий кристалл Е49 (Мерк, Германия). Максимальная апертура линзы 3 мм. Толщина слоя жидкого кристалла 0,04 мм. Измеренное число Штреля изменялось от 0,8 при фокусном расстоянии F=2,00 м до 0,1 при F=0,60 м. Тонкие линии на рис. 3а и 3b– данные расчетов. Они были получены на основе уравнения Эриксена – Лесли [3, 4]. Пределы погрешности Δ измерений указаны в подписи к рис. 3



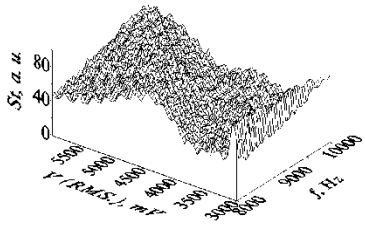
F=0,60 м, f=14.5 кГц, ΔSt≤0.5%

а)



F=0,60 м, U=3,53 ΔSt≤0.5%

б)



F=2.00 *м*, Δ*St*≤5

в)

Рис. 3. Зависимости числа Штреля от величин параметров управляющего напряжения

Число Штреля (*критерий Штреля, Strehl ratio*) показывает влияние аберраций на ФРТ (функция рассеяния точки):

$$St = \frac{h(0)}{h_0(0)}$$

где $h_0(0)$ - значение ФРТ в ее максимуме при отсутствии аберраций, $h(0)$ - значение ФРТ в ее максимуме при наличии аберраций.

Значение числа Штреля находится в пределах $0 \le St \le 1$, энергия в кольца перекачивается в таком же соотношении. Если $St = 1$ – оптическая система безаберрационная, если $St \ge 0.8$ – система практически безаберрационная, поскольку уменьшение центрального максимума на 20% почти незаметно.

Практически число Штреля в системе может быть определено как отношение двух относительных концентраций - экспериментальной и расчетной. Экспериментальная определяется как отношение двух плотностей мощности - сразу за линзой и в фокальной плоскости. Плотность мощности определяется как отношение мощности света к площади апертуры - в первом случае - линзы, во втором - пинхола.

Заключение

Целью данной работы было увеличение быстродействия, повышение качества работы и увеличение надежности адаптивных оптических систем, основанных на модальных жидкокристаллических линзах. Особое внимание было уделено линзам, имеющим большую толщину слоя жидкого кристалла, близкую к предельно допустимой. Чем больше эта толщина, тем больше диапазон изменения фокусного расстояния и, следовательно, больше возможности модальной жидкокристаллической линзы.

В работе было исследовано качество фокусировки когерентного света МЖКЛ. Целевой функцией при оптимизации выбрана зависимость числа Штреля от факторов управления. Выявлены закономерности в этой функции и в ее изменении в зависимости от фокусного расстояния. Данные наших экспериментов подтвердили численные расчеты, сделанные на основе известной физической модели. То есть, имело место качественное совпадение результатов. Однако объяснение количественных различий требует дальнейших исследований. Достигнуто увеличение быстродействия МЖКЛ максимум в два раза.

Литература

1. Vasiliev, A. A. Wave front correction by a liquid-crystal lenses [Текст] / A. A. Vasiliev, A. F. Naumov, V. I. Shmalgauzen // Soviet Journal of Quantum Electronics. 1986. 16. P. 471-474.

2. Vdovin, G. V. Modal liquid crystal wave front correctors [Текст] / G. V. Vdovin, M.Yu Lokev, I. R. Guralnik et al. // Bul. of the RAS: Physics. 2008. T. 72, No. 1, P. 71-77.

3. Ericksen, J. L. Conversation laws for Liquid Crystals [Текст] / J. L. Ericksen // Journal of Rheology. 1961. 5 P. 23- 34.

4. Leslie, F. M. Some constitutive equations for Liquid Crystals [Текст]/ F. M. Leslie // Archives for Rational Mechanics and Analysis 1968. 28. P. 265-283.

И.С. Морозов, И В. Лёзина

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕТЕЙ ХОПФИЛДА И ХЕММИНГА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В современном мире оцифровка текста нейронными сетями находит все больше различных применений. Условия и источники получения образов для распознания задают основные требования к используемой системе и алгоритмам. Основными характеристиками решений чаще всего являются точность и эффективность использования ресурсов. Использование ассоциативных сетей в решении подобных задач получило широкое распространение.

Целью работы является разработка автоматизированной системы, реализующей функционал для проведения ряда экспериментов по распознаванию символов, сбора необходимой статистики и наглядного представления результатов для последующего анализа возможностей и сравнения эффективности нейронных сетей.

Обучающие и распознаваемые векторы для сетей будут формироваться по изображениям символов. В ходе векторизации изображение будет преобразовано в монохромное и сегментировано в соответствии с выбранной размерностью сети.

Для обучения сети Хопфилда, будет использован алгоритм задания матрицы весов, основанный на методах псевдоинверсии, как один из наиболее эффективных. Матрица весов рассчитывается по формуле[1]:

$$W = X * (X^T * X)^{-1} * X^T,$$

где W – матрица весов сети размерностью N x N, а X – прямоугольная матрица размерностью N x p, составленная из p последовательных обучающих векторов.

Устойчивость определения образов обеспечивает выбор размерности сети в соответствии с формулой[2]:

$$M = \frac{N}{2 * \ln N},$$

где M – максимальное количество хранимых образов, N – количество нейронов в сети.

При обучении сети Хемминга, веса входного слоя сети выставляются в соответствии с очередными векторами обучающих образов. Нейроны слоя MAXNET функционируют в режиме WTA, усиливая собственный сигнал и ослабляя остальные. Веса этого слоя будут определены формулами, предложенными Р. Липпманом в своей работе, что обеспечит абсолютную сходимость алгоритма [1]:

$$W_{ij}^{(m)} = -\frac{1}{p-1} + \varepsilon,$$

$$W_{ii}^{(m)} = 1,$$

где $W^{(m)}$ – матрица весов слоя MAXNET, p – количество нейронов сети, ε – случайная величина с достаточно малой амплитудой.

По результатам тестирования разработанной системы можно сделать вывод, что сеть Хемминга превосходит сеть Хопфилда по точности распознания образов.

Sign	/	%
Total	81 / 140	57,86
а	11 / 20	55
г	18 / 20	90
е	13 / 20	65
к	9 / 20	45
л	9 / 20	45
н	13 / 20	65
ч	8 / 20	40

Рис.1 Сеть Хопфилда

Sign	/	%
Total	108 / 140	77,14
а	15 / 20	75
г	18 / 20	90
е	19 / 20	95
к	15 / 20	75
л	15 / 20	75
н	16 / 20	80
ч	10 / 20	50

Рис. 2 Сеть Хемминга

Даже при сопоставимых результатах точности распознания образов, сеть Хемминга превосходит сеть Хопфилда по рациональности использования ресурсов ЭВМ.

Литература

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ Пер. с польского И.Д. Рудинского – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2е издание [Текст]/ С. Хайкин – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006 – 1104 с.

Е.А. Назарова, И.М. Куликовских

НЕЧЕТКИЙ АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ЗАБЫВАНИЯ, ВЫЗВАННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ИНФОРМАЦИИ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева, Самара, Россия)

В настоящий момент помимо непосредственно алгоритмов машинного обучения интерес представляют также любые их модификации, позволяющие улучшить их качество работы, добиться более высокой точности вычислений.

Во время обучения модели многослойного персептрона нередко возникает проблема переобучения, когда модель предсказывает выходные значения для известных ей примеров из тренировочной выборки с высокой точностью, но на новых примерах (из тестовой выборки) точность сильно снижается. То есть модель подстраивается под каждый конкретный пример из тренировочной выбор-

ки и ее обобщающая способность теряется. Чтобы преодолеть проблему переобучения, необходимо препятствовать модели подстраиваться под каждый конкретный пример. Для этого можно увеличить размер тренировочной выборки, уменьшить количество признаков, воспользоваться техниками регуляризации (L1, L2, dropout) [1] или приостанавливать обучение модели на этапе, когда средняя ошибка на валидационной выборке начинает увеличиваться (early stopping) [2].

В данной работе будет предложен алгоритм обучения с использованием модификаций сигмоидальной функции с введенным нечетким параметром c и группой нечетких параметров c_g и c_f в качестве функции активации [3,4].

Идея добавления данных нечетких параметров возникла на основе RIF-эффекта (retrieval-induced forgetting) [5], который также называют эффектом забывания, вызванного извлечением информации. Суть его в следующем: были описаны эксперименты, во время которых испытуемым были представлены категории предметов и несколько предметов из каждой категории. Затем часть представленных предметов одной из категорий испытуемые пытались запомнить, то есть набор данных был разбит таким образом:

– тренируемые предметы из тренируемой категории,
– не тренируемые предметы из тренируемой категории,
– не тренируемые предметы из не тренируемой категории.

В итоге хуже всего испытуемым удавалось вспомнить именно не тренируемые предметы из тренируемой категории (55%), результаты для остальных групп были следующими: тренируемые предметы из тренируемой категории – 81%, не тренируемые предметы из не тренируемой категории – 68%.

В классической модели многослойного персептрона в качестве функции активации используется сигмоидальная функция:

$$F(x) = \frac{1}{(1+e^{-x})} \quad (1)$$

С ее помощью удается получить степень принадлежности конкретного примера из выборки к каждому из классов. Но вместо одного конкретного значения степени принадлежности к классу хотелось бы иметь возможность работать с диапазоном таких значений и выбирать в итоге наиболее оптимальное в данной ситуации. Введение нечетких параметров позволяет этого достичь. При этом введенный параметр c (или пара параметров: c_g и c_f) добавляет в исходную функцию некоторое отклонение, что и моделирует «забывание», убирая излишнее внимание модели к каждому конкретному примеру из выборки. Множество всех измененных функций, параметр c в которых принимает значение из диапазона [0;1], образует область определения нечеткого множества [4].

Нечеткие параметры были добавлены разными способами:

$$F_1(x) = c + \frac{1-c}{(1+e^{-x})} \quad (2)$$

$$F_2(x) = \frac{1-c}{(1+e^{-x})} \quad (3)$$

$$F_3(x) = c + \frac{1-2c}{(1+e^{-x})}, \quad (4)$$

включая добавление пары нечетких параметров c_g и c_f :

$$F_4(x) = c_g + \frac{1-(c_g+c_f)}{1+e^{-x}} \quad (5)$$

Среднее значение ошибки [6] для одного примера по выборке оценивалось в виде [6],

$$Error = \frac{1}{2}MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{2}(y_i - \hat{y}_i)^2 , \quad (6)$$

где n – количество всех примеров в выборке (тренировочной или тестовой), m – количество классов, принадлежность к которым определяется для каждого примера, y_i – идеальное значение выходного параметра (принадлежность классу i), $\hat{y}_i$ – оцениваемое значение y_i, предсказанное сетью.

Параметры обучения модели были заданы следующим образом: количество итераций: 500, коэффициент обучения: 0.001, размер тренировочного набора данных по отношению ко всему набору данных: 80%. Обучение проводилось на наборе данных «Statlog (Heart) Data Set» [7].

Кривая обучения (график значений средней ошибки в зависимости от числа итераций) на тренировочной и тестовой выборках для сигмоидальной функции активации и ее модификации (5) показана на рис. 1. Здесь можно заметить, что хоть ошибка вычисления значений для примеров из тестовой выборки снижается незначительно, добавление нечетких параметров c_g и c_f позволяет повысить обобщающую способность.

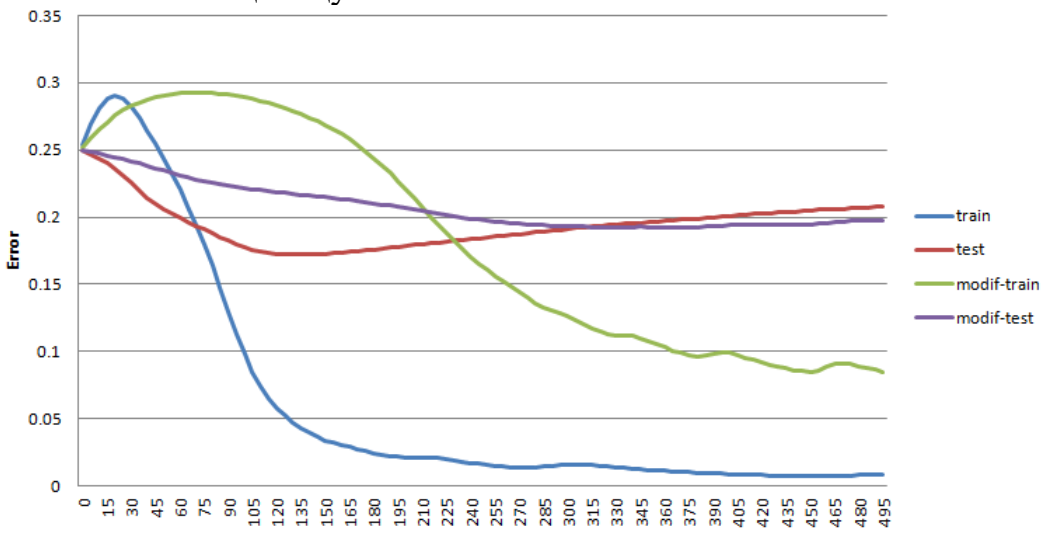


Рисунок 1 – График ошибки обучения от числа итераций

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-6218.2018.9.

Литература

1. Deep Learning, Regularization [Электронный ресурс]. – URL: http://www.deeplearningbook.org/contents/regularization.html (дата обращения: 20.03.2017)

2. Wikipedia, Early stopping [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Early_stopping (дата обращения: 20.03.2017)

3. Kulikovskikh I.M. Cognitive validation map for early occupancy detection in environmental sensing // Engineering Applications in Artificial Intelligence – 2017. – 65. – pp. 330-335.

4. Prokhorov S.A., Kulikovskikh I.M. Fuzzy learning performance assessment based on decision making under internal uncertainty/7th Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC 2015). – Colchester, UK, 2015. – pp. 65-70.

5. Wikipedia, RIF-effect [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Retrieval-induced_forgetting (дата обращения: 20.03.2017)

6. Jerry M. Mendel, Robert I. Bob John. Type-2 Fuzzy Sets Made Simple [Текст] // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2002. – vol. 10, no. 2. – С. 117-127.

7. Wikipedia, MSE [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mean_squared_error (дата обращения: 20.03.2017)

8. UCI Machine learning repository, Statlog (Heart) Data Set [Электронный ресурс]. – URL: http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/statlog+(heart) (дата обращения: 20.03.2017)

А.О. Новиков, Н.Г. Чернобровин

АВТОМАТИЗИРОВННАЯ УСТАНОВКА ДИАГНОСТИКИ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

(Самарский университет)

Известен способ отбраковки дефектных биполярных структур, основанная на эффекте отрицательного дифференциального сопротивления в динамическом режиме питания высокочастотным напряжением [1]. Типовая S-образная вольт-амперная характеристика в координатах Uб (Uк), где Uэ=IбRб амплитуда напряжения на токоизмерительном резисторе в цепи базы, Uк-амплитуда напряжения питания на частоте 1МГц, представлена на Рис.1.

Разработана автоматизированная установка диагностики биполярных транзисторов, в основу которой положено устройство для измерения параметров полупроводниковых приборов с S-образной вольт-амперной характеристикой [2].

Установка является периферийным устройством ПЭВМ типа IBM PC и реализует автоматизированное измерение напряжений и токов исследуемого транзистора, соответствующих характерным точкам динамической S-образной вольт-амперной характеристики. Функциональная схема установки представлена на рис. 2.

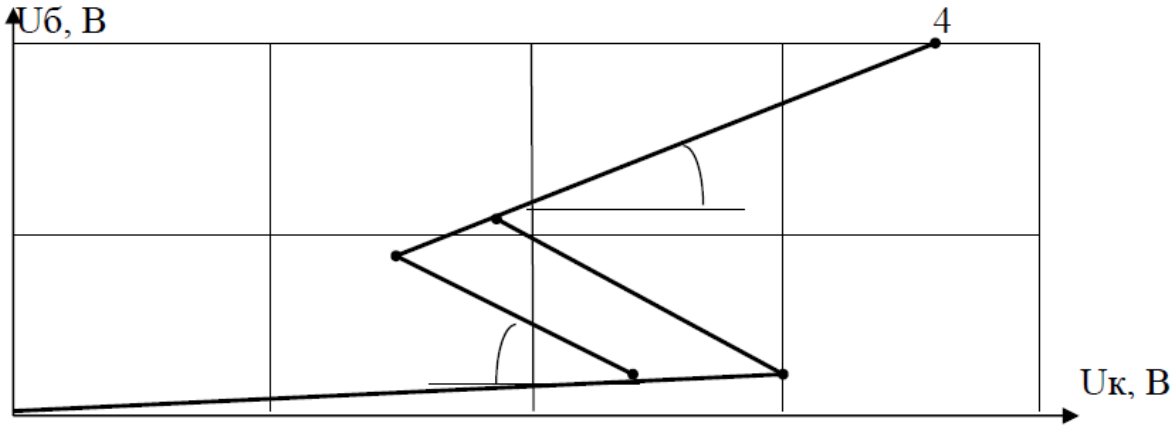


Рис. 1 Типовая *S*-образная характеристика транзистора
в динамическом режиме питания

Установка содержит автогенератор, цифро-аналоговый преобразователь, модулятор, амплитудные детекторы, делитель напряжения, регистры временного хранения данных, электронный коммутатор, аналогово-цифровой преобразователь.

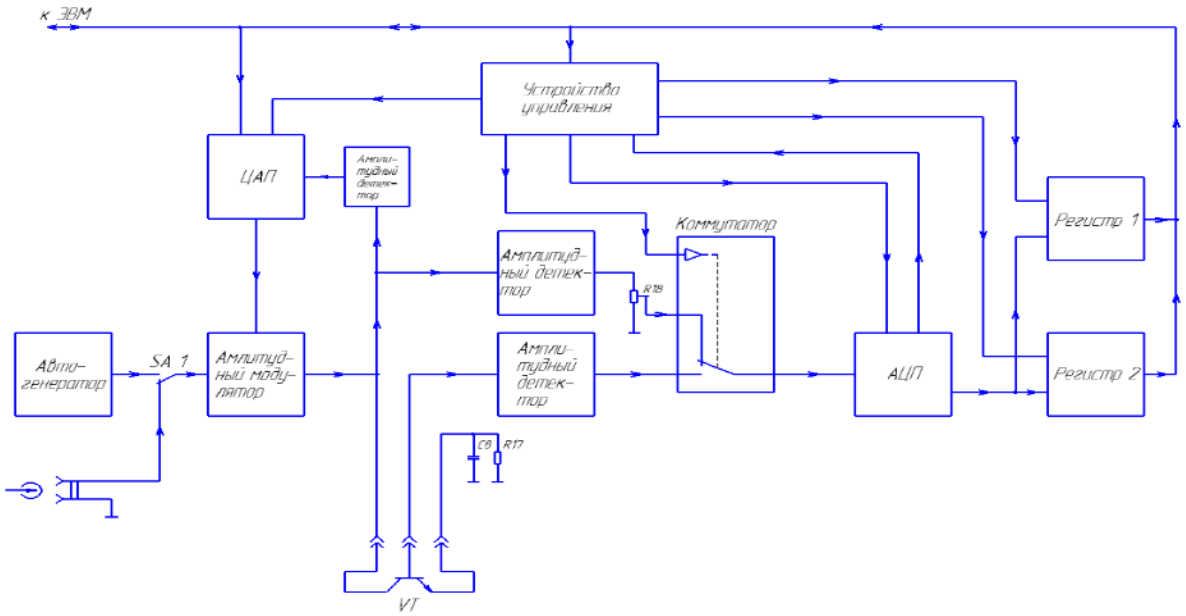


Рис. 2. Функциональная схема установки

Установка содержит автогенератор, цифро-аналоговый преобразователь, модулятор, амплитудные детекторы, делитель напряжения, регистры временного хранения данных, электронный коммутатор, аналогово-цифровой преобразователь. Предусмотрена работа с внешним генератором высокой частоты.

Работа установки активизируется подачей с параллельного порта в приборный блок сигнала «ЗАПУСК». По переднему фронту этого сигнала происходит запись в регистр ЦАП цифрового кода, соответствующего необходимой амплитуде переменного напряжения на коллекторе испытуемого транзистора. Модулятор и усилитель мощности высокочастотного сигнала для стабильности в работе охвачены цепью отрицательной обратной связи.

Управляющая программа ПЭВМ через устройство сопряжения выдаёт на вход буферного регистра цифровой код, соответствующий определённому уровню амплитуды напряжения холостого хода на контакте для подключения коллектора испытуемого транзистора. При подаче высокого уровня на вход «ЗАПУСК» приборного блока, этот код записывается в регистр, оттуда поступает на вход ЦАП, выходное напряжение которого определяет амплитуду высокочастотного напряжения на выходе модулятора.

Высокочастотное синусоидальное напряжение с заданной амплитудой с выхода модулятора поступает на коллектор исследуемого транзистора. Одновременно происходит детектирование переменного напряжения на коллекторе и базе транзистора с помощью амплитудных детекторов. Полученные постоянные напряжения поступают на вход электронного коммутатора, который необходим для организации считывания напряжений попеременно с коллекторной и базовой цепей исследуемого транзистора. Переключение электронного коммутатора происходит по сигналу, поступающему с блока управления. Включенный в коллекторную цепь транзистора делитель напряжения позволяет привести к одному порядку уровни напряжений на базе и коллекторе, что необходимо для нормальной работы АЦП.

С выхода электронного коммутатора коллекторное и базовое напряжение поступает на вход блока АЦП, где оно преобразуется в восьмиразрядный параллельный десятичный код.

Полученный код по сигналу «КОНЕЦ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ» записывается в один из буферных регистров. Нужный в данный момент регистр выбирается по сигналу с блока управления, который открывает сначала верхний, затем нижний по схеме канал. После записи в регистры цифрового кода, пропорционального соответственно коллекторному и базовому напряжениям, блок управления вырабатывает сигнал «ОКОНЧАНИЕ». Далее, программными средствами осуществляется считывание содержимого буферных регистров путём поочерёдной подачи с устройства сопряжения с ПЭВМ сигналов «ЧТЕНИЕ1» и «ЧТЕНИЕ2». Следующий этап измерения коллекторного и базового напряжений инициализируется управляющей программой после анализа предыдущих данных.

Литература

1. Чернобровин Н.Г., Дмитриев В.Д., Пиганов М. Н., Новиков С.А. Способ отбраковки биполярных транзисторов. Описание изобретения к авторскому свидетельству, МПК G01 R 31/26 №1825155

2. Патент РФ №2024031, МПК G01 R 31/26, Устройство для измерения параметров полупроводниковых приборов с S-образной вольт-амперной характеристикой, Чернобровин Н.Г., Пиганов М.Н., Епифанцев А.С., Капитонов В.А., Ефремов Е.В.; Опубликовано:30.11.1994,Бюл. №22.

Д.А. Новиков, И.В. Лезина

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ ДЛЯ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВ НЕЧЕТКОГО МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

(Самарский университет)

Введение

Задача прогнозирования нейронной сетью сводится к поиску глобального минимума функции ошибки между прогнозируемым значением и прогнозом, сделанным нейронной сетью по определенному набору входных данных, так называемому «скользящему окну».

Нечеткий многослойный персептрон - это нейронная сеть, состоящая из двух частей: «нечеткого слоя» и многослойного персептрона. Функция активации нейронов «нечеткого слоя» является радиально-базисной функцией. Выходы нейронов «нечеткого слоя» используются в качестве входов традиционного многослойного персептрона. А выходы многослойного персептрона трактуются как степени принадлежности предъявленного объекта соответствующему классу. [1]

Алгоритм муравьиной колонии - это мультиагентная система, в которой поведение каждого муравья соответствует поведению реальных муравьев при поиске пищи. Классический алгоритм используется для нахождения кратчайшего пути между точками А и Б. [2]

Для поиска глобального минимума функции ошибки нечеткого многослойного персептрона при решении задачи прогнозирования курса золота используется модифицированный алгоритм муравьиной колонии.

Описание модифицированного алгоритма муравьиной колонии

В предложенном алгоритме число m муравьев соответствует числу m случайных начальных векторов $x_{initial}^{k}, (k = 1,\ 2, \dots, m)$.

Затем, к каждому вектору применяются модификации, основанные на тропе феромонов. В данном алгоритме количество феромона τ_t усиливается только вокруг наилучшего значения целевой функции, полученного на прошлом шаге итерации и все муравьи направляются в эту сторону для поиска наилучшего решения.

Вектор решения каждого муравья обновляется в начале каждой итерации по следующей формуле:

$$x_t^k = x_{t-1}^{best} \pm dx\ (t = 1, 2, \dots, I), \quad (1)$$

где x_t^k это решение k -го вектора на итерации t, x_{t-1}^{best} это лучшее решение, полученное на итерации $t-1$ и dx - это случайно сгенерированный в диапазоне $[-\alpha,\ \alpha]$ вектор, который определяет длину прыжка. В конце каждой итерации, количество феромона τ_t обновляется. Количество феромона τ_t уменьшается, для симуляции процесса испарения по следующей формуле:

$$\tau_t = 0.1 \times \tau_{t-1}. \quad (2)$$

Затем, количество феромонов увеличивается только вокруг наилучшего значения целевой функции, полученного из предыдущей итерации.

$$\tau_t = \tau_{t-1} + \left(0.01 \times f(x_{t-1}^{best})\right). \quad (3)$$

Этот процесс длится пока не было превышено максимальное число итераций I.

В формуле 1, знак + используется когда точка x_t^k находится слева от глобального минимума по оси абсцисс. С другой стороны, знак − используется когда точка x_t^k находится справа от глобального минимума по оси абсцисс. Направление движения определяется по формуле 4.

$$\bar{x}_{initial}^{best} = x_{initial}^{best} + \left(x_{initial}^{best} \times 0.01\right). \quad (4)$$

Если $f\left(\bar{x}_{initial}^{best}\right) \le f\left(x_{initial}^{best}\right)$, то в формуле 1 используется знак +, иначе знак −. Знак $\pm$ определяет направление движения, которое появляется после начального решения.

Для того, чтобы не пройти мимо глобального минимума (I – максимальное число итераций) применяется обновление $\alpha = 0.1 \times \alpha$ в конце каждой $\sqrt{I}$ итерации. Таким образом, длина прыжка будет постепенно уменьшаться. [3]

Исследование результатов оптимизации весовых коэффициентов нейронов сети модифицированным муравьиным алгоритмом

В качестве выборки для обучения и тестирования нейронной сети были выбраны данные о курсе золота с 1 января 1950 года по 1 июля 2014 года. Всего 774 записи. Эти записи были объединены в 771 набор по 4 записи в каждом. Из которых 3 записи являются сквозным окном, а последняя запись – прогнозом. Наборы были перемешаны в случайном порядке и разбиты на обучающую и тестовую выборку в соотношении 4 к 1.

В модифицированном алгоритме муравьиной колонии используется следующие параметры – число муравьев m, число итераций I, длина прыжка α. Проведем 2 эксперимента для 15 вариаций алгоритма с различными параметрами. Для каждого эксперимента будем считать значение коэффициента несовпадения Тейла [4] до отработки алгоритма оптимизации - U до и сразу после работы алгоритма оптимизации - U после. После каждого эксперимента массив входных данных перемешивается и все веса нейронной сети обнуляются.

В результате исследования, результаты которого приведены в таблице 1, были найдены оптимальные значения этих параметров. Оптимальными параметрами считаются такие параметры, при которых разница Δ между значением коэффициента U до оптимизации весов и значением коэффициента U после оптимизации будет максимальна.

Таблица 1

Оптимальные параметры модифицированного алгоритма муравьиной колонии

m	*I*	*α*	Эксперимент 1			Эксперимент 2		
			U до	U после	Δ	U до	U после	Δ
5	30	10	0,641719	0,213281	0,428438	0,605621	0,199716	0,405904
5	50	0.1	0,641678	0,205006	0,436673	0,599606	0,143747	0,455859
5	75	0.1	0,655653	0,187861	0,467793	0,599892	0,153265	0,446626
5	100	0.1	0,667683	0,187788	0,479895	0,586367	0,155175	0,431192
15	30	10	0,646113	0,198570	0,447542	0,602385	0,187037	0,415349
15	25	0.1	0,639030	0,186125	0,452905	0,605498	0,174980	0,430517
15	**50**	**0.1**	**0,639505**	**0,183650**	**0,455855**	**0,602582**	**0,154434**	**0,448147**
15	75	0.1	0,646452	0,193116	0,453336	0,602942	0,154713	0,448229
30	30	10	0,637000	0,185620	0,451380	0,637583	0,237224	0,400359
30	**25**	**0.1**	**0,654151**	**0,180147**	**0,474004**	**0,595736**	**0,145182**	**0,450554**
30	50	0.1	0,651809	0,184385	0,467424	0,605438	0,152141	0,453298
50	10	10	0,677611	0,234821	0,442790	0,621694	0,213186	0,408508
50	20	0.1	0,669774	0,200059	0,469715	0,618883	0,205786	0,413097
50	**30**	**0.1**	**0,662121**	**0,190986**	**0,471135**	**0,616264**	**0,165527**	**0,450737**
75	20	0.1	0,618049	0,166914	0,451135	0,616695	0,184554	0,432141

Литература

1. Ходашинский И.А. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы // Проблемы управления. – 2009. – № 4. – С. 15–23.

2. M. Duran Toksari. Ant colony optimization for finding the global minimum // Статья. – Applied Mathematics and Computation 176, 2006. – С. 308–316.

3. M. Duran Toksari. A heuristic approach to find the global optimum of function // Статья. – Journal of Computational and Applied Mathematics, 2007. – С. 160–166.

4. Уразаев Р.П. Методы генерации алгоритмов прогнозирования при помощи операций над базовыми алгоритмами. – М.: Вычислительный центр АН СССР, 1988. – С. 25.

А.Л. Никишина

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ ПРОЕКТА В ИНТЕРАКТИВНОМ ПРИЛОЖЕНИИ ДЛЯ БИЗНЕС-АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ «ANALYSIS AND PROJECT MANAGEMENT»

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Согласно результатам проведенного автором в 2017 г. опроса среди проектных менеджеров и аналитиков, наиболее популярным методом анализа рис-

ков, столь необходимого для успешного управления проектом, стал сценарный анализ рисков (из формальных методов анализа рисков данный способ используют 47,1% от числа респондентов).

Данный метод относится к количественным методам анализа рисков. Количественные методы анализа рисков призваны оценивать эффект, который оказывает риск на проект в численном выражении (например, в объеме прибыли). Так, оценка по трем точкам (сценарный анализ) используется для определения ожидаемого результата с использованием трех оценок: пессимистичный, оптимистичный и наиболее вероятный [1].

Например, для оценки возможной прибыли в новом периоде по имеющимся данным о движении денежных потоков за предыдущие периоды, возможно применение данного подхода: так, пессимистичным значением прибыли станет наименьшее за прошлые периоды, оптимистичным – наибольшее. Далее возникает актуальный вопрос об определении наиболее вероятной величины прибыли – зачастую ответ лежит в привлечении эксперта (данный способ используют 82,4% респондентов), который, основываясь на имеющихся знании и опыте устанавливает какое-либо значение. В статье предлагается вычислять наиболее вероятное значение с помощью прогнозирования временного ряда (данных прибыли за предыдущие периоды).

Временной ряд — это последовательность упорядоченных во времени числовых показателей, характеризующих уровень состояния и изменения изучаемого явления [2]. Для выполнения прогнозирования стохастического, нестационарного ряда денежных потоков в рамках поставленной задачи было принято решение использовать одномерное моделирование с помощью модели ARIMA, так как, в частности, модель ARIMA (0, 1, 0) широко используется для нестационарных данных, например, экономических и финансовых наборов [3].

Прогнозирование в рамках приложения «Analysis and project management» возможно в подсистеме прогнозирования, которая предназначена для реализации прогнозирования прибыли с помощью построения модели ARIMA на основе данных о прибыли прошлых периодов.

Возможны два режима работы подсистемы:

1. Загрузка данных в формате *.csv для дальнейшего прогнозирования пользователем вручную с помощью интерфейса загрузки файлов
2. Выполнение прогнозирования по результатам анализа рисков (данных, сформированных подсистемой анализа рисков).

Выходными данными подсистемы являются объемы прибыли заданного количества будущих временных периодов (то есть вектор значений прибыли для указанного пользователем количества будущих периодов), представленные в табличном виде и в виде графика.

Функциональность прогнозирования реализована с помощью Python – используется модель ARIMA из библиотеки statsmodels. Для конкретного временного ряда производится подбор наиболее оптимальных коэффициентов. Для этого производится расчет среднеквардатической ошибки модели – MSE, по формуле:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}$$

где n – количество спрогнозированных значений, y_i – проверочные значения (значения вектора тестовой выборки),$\hat{y}_i$ – вектор спрогнозированных значений. Так, подбор значений производится в рамках условии минимизации значения ошибки модели. В момент, когда значение ошибки стабилизируется (перестает наблюдаться сокращение ошибки), подбор параметров прекращается – найденные параметры считаются оптимальными. С такими параметрами и происходит построение модели ARIMA на основе входных данных о прибыли.

Для тестирования подсистемы был выбран набор исторических данных о прибыли с сайта Blockchain в связи с привлекательностью для исследования большого объема рассматриваемых периодов [4].

Набор данных содержит 2634 значения прибыли, из них 2625 были использованы в качестве тестового набора для прогнозирования, результаты расчета сравнивались с 9 последними значениями в наборе. Результаты представлены в таблице 1. В качестве значения погрешности производился расчет средней абсолютной ошибки, MAPE, так как фактические значения временного ряда в среднем случае будут больше нуля [5].

Таким образом среднее арифметическое значение погрешности составило 0,00759%.

На рисунке 1 представлен график полученных результатов, а именно фактические и спрогнозированные значения.

Таблица 1. Результаты прогнозирования

Номер значения	Реальная прибыль	Спрогнозированное значение	Погрешность (MAPE)
2626	12037733	12703905	0,0021%
2627	14108349	12738582	0,0037%
2628	13224117	12773260	0,0013%
2629	12165126	12807937	0,0020%
2630	13473850	12842614	0,0018%
2631	13483500	12877291	0,0017%
2632	8162322	12911969	0,0221%
2633	6888711	12946646	0,0334%
2634	13055675	12981323	0,0002%

Формируемые временные ряды всегда будут нестационарными, однако, в некоторых наборах данных, загружаемых пользователем, в зависимости от характера проекта возможны сезонные колебания (в рассматриваемом примере отсутствовала сезонная составляющая). Поэтому вопрос минимизации погрешности в случае различных входных данных является интересным для дальнейшего исследования и планируется к рассмотрению автором в дальнейшей работе.



Рис. 1. График полученных результатов

Литература

1 Galway L. Quantitative Risk Analysis for Project Management //A Critical Review, WR-112-RC. – 2004.

2 Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование //М.: Финансы и статистика. – 2001. – Т. 228. – С. 2.

3 Adhikari R., Agrawal R. K. An introductory study on time series modeling and forecasting //arXiv preprint arXiv:1302.6613. – 2013.

4 Bitcoin Miners Revenue [Электронный ресурс]. – URL: www.quandl.com/data/BCHAIN/MIREV-Bitcoin-Miners-Revenue (дата обращения 31.10.17)

5 Mean absolute percentage error [Электронный ресурс]. – URL: en.wikipedia.org/wiki/Mean_absolute_percentage_error (дата обращения 31.10.17)

С.П. Орлов, И.А.Рыбакова

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ПО ВНЕДРЕНИЮ CRM-СИСТЕМ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

В современном мире количество лояльных клиентов можно считать одним из основных и самых важных факторов успешности, устойчивости и процветания предприятия. Это породило новые стратегии, призывающие направить усилия в сторону обслуживания клиентов.

Появление CRM (Customer Relationship Management) – это реакция бизнеса на усложняющиеся запросы клиентов. Стандартная функциональность CRM-системы включает в себя технологии для организации, автоматизации и син-

хронизации бизнес-процессов торговой деятельности, маркетинга, обслуживания и технической поддержки [1].

Принципы разработки архитектуры CRM-систем

В зависимости от предназначения CRM-системы [2] можно определить основные принципы разработки ее архитектуры:

- получение и обработка информации о клиентах на основе различных источников (лендинг, социальные сети, электронная почта, звонки и т.п.);
- обработка и анализ полученных данных от клиентов, автообновление информации;
- наличие единого хранилища данных клиентов, результатов обработки и анализа информации по ним;
- методы анализа и принятия управленческих решений.

На основе сформулированных принципов разработки определена архитектура CRM-системы, представленная на рис.1.

Фронтальный узел системы состоит из блока сбора информации о клиентах. В основе операционного узла заложен блок с данными о результатах взаимодействий с клиентами по средствам различных источников получения информации. Текущие сегменты представляют собой формы заполнения соответствующих данных.

Сосредоточенная реляционная база данных под управлением клиент-серверной системы управления базами данных mySQL входит в узел хранилища данных.



Рис. 1. Архитектура CRM-системы

В основе подсистемы бизнес-анализа и поддержки принятия решения стоит совокупность web-интегрированных скриптов, автоматизирующих процесс математического анализа клиентских данных и выработки на его основе управленческих решений по коррекции процессов взаимодействий с клиентами. Данный узел обозначен блоком поддержки решения по управлению взаимодействиями с клиентами.

Архитектура подсистемы анализа и поддержки принятия решения по управлению взаимодействиями с клиентами представлена на рис. 2. На основе мат. аппарата нечеткой логики исходные данные подвергаются фазификации (блок формирования нечеткой информации клиентов). Использование нейронных сетей позволяет производить расчет значений прибыли с клиента в прогнозном периоде (блок прогнозирования финансовых потоков)[3]. По средством полученной информации из предыдущих блоков происходит сегментация клиентов организации, прорабатываются управленческие решения по каждому сегменту потребителей.

Архитектура интеграции CRM с ИТ-системами

К настоящему моменту CRM-системы легко интегрируются с другими информационными системами, уже использующимися на предприятии. Выделяют два типовых варианта интеграции корпоративных ИТ-систем:

- интеграция CRM-системы с другими ИТ-системами по принципу «каждый с каждым».
- интеграция CRM-системы посредством общей корпоративной шины (ESB, Enterprise Service Bus, Сервисная шина предприятия).

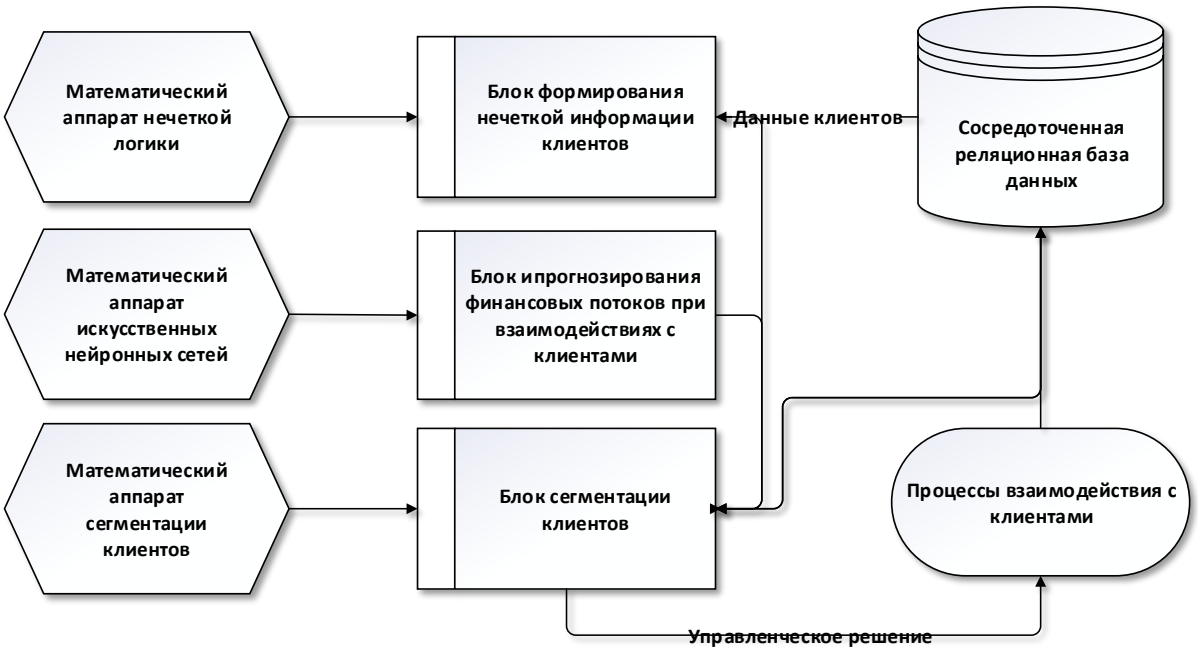


Рис. 1. Архитектура подсистемы анализа и поддержки принятия решения по управлению взаимодействиями с клиентами

Зачастую приоритет отдается варианту интеграции посредством ESB. Основным преимуществом данного варианта является легкость подключения приложений, снижение стоимости на интеграцию. Но существенным замечанием использование данной шины является создание дополнительного модуля (адаптера), отвечающего за подключение приложения к ESB [2].

С технологической точки зрения для интеграции CRM используются следующие способы:

- Интеграция с помощью WEB-сервисов (передача данных в XML-формате по протоколу HTTP, используя архитектуры SOA);
- Интеграция на уровне приложений (COM-объектов);
- Интеграция с помощью промежуточных файлов или базы данных;
- Интеграция на уровне данных (Active Data Object, Data Link).

Заключение

Апробация представленного подхода, произведенная на конкретных примерах, показала, что применение CRM-системы в компаниях позволяет обеспечить автоматизацию оперативного управления процессом оказания услуг, повысить качество предоставляемого сервиса и лояльность клиентов к компании [4].

Литература

1. Албитов А. Е., Соломатин Е. О. Всё о CRM: [Customer Relationship Management] [Текст] / А. Е. Албитов // Информация и бизнес. – 2007. – № 2.

2. Кабенин А.Р., Забержинский Б.Э. Информационные технологии в системе управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-система) // Высшая школа. 2015. № 6.

3. Филиппова Т.С., Новикова А.А. Выбор CRM системы для подразделения системно-технической поддержки пользователей // Nauka-Rastudent.ru. 2016. № 2.

4. Чернова О.В., Шириев Ф.Ф. Использование CRM-системы на предприятии // В сборнике: Реальность - сумма информационных технологий Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2015.

О.С. Паламарчук[1], С.Н Комогорцев[2], Л.С. Зеленко[1]

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ДАННЫХ ПРИ ЗАГРУЗКЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОТОВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ К ВЫРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

([1] Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва
[2] ООО «СМС-информационные технологии»)

Обеспечение высокого качества электроэнергии – одна из ключевых задач электроэнергетики России, для этого все участники оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ) должны исполнять требования регламентов по

взаимодействию субъектов электроэнергетики и участию в оптовом рынке. Регламенты требуют поддержания генерирующего оборудования в состоянии готовности к выработке электроэнергии.

Расчет показателей готовности генерирующего оборудования к выработке электроэнергии выполняет служба сопровождения рынка Системного оператора Единой энергетической системы (СО ЕЭС) России с помощью автоматизированной системы, рассчитанные показатели передаются во внешнюю систему для дальнейшего использования.

Расчет показателей выполняется на основе исходных данных, полученных из различных систем всех филиалов Системного оператора, в том числе от оперативных комплексов, где фиксируются результаты телеметрии (основные характеристики оборудования). Объёмы телеметрической информации, получаемой из всех систем-источников, велики, это значительно увеличивает нагрузку на системы расчета различных показателей. Для снижения требований к вычислительным ресурсам предлагается уменьшение объема (сжатие) данных при загрузке в систему обработки – программно-аппаратный комплекс «Готовность».

Целью работы является исследование алгоритмов уменьшения объема загружаемых (оперативных) данных, выявление наиболее эффективного из них и реализация их в подсистеме загрузки исходных данных. Алгоритмы должны обеспечить такой уровень сжатия данных, при котором расчетные показатели готовности оборудования будут получены с требуемой точностью без полного дублирования информации в различных системах.

Алгоритмы должны быть разработаны с учетом основных функций подсистемы загрузки данных:

1) импорт следующих исходных данных:
   - плановые ремонтные заявки;
   - оперативные диспетчерские заявки;
   - плановые параметры генерирующего оборудования;
   - диспетчерские команды;
   - оперативная информация (фактические параметры генерирующего оборудования);
   - дополнительные сводные параметры;
2) восстановление загруженных данных без потери информативности;
3) запуск процесса загрузки данных с возможностью выбора различных параметров загрузки (рис. 1);
4) индикация состояния загрузки и отображения результата выполнения загрузки;
5) загрузка справочников из единой справочной системы:
   - различных объектов электроэнергетики;
   - загружаемых параметров и характеристик;
   - соответствий объектов в различных комплексах;
   - правил отображения информации;
6) отображение загруженной информации (рис. 2);

7) сравнение данных и индикация различий;
8) работа с деревом объектов для просмотра данных и запуска загрузки.

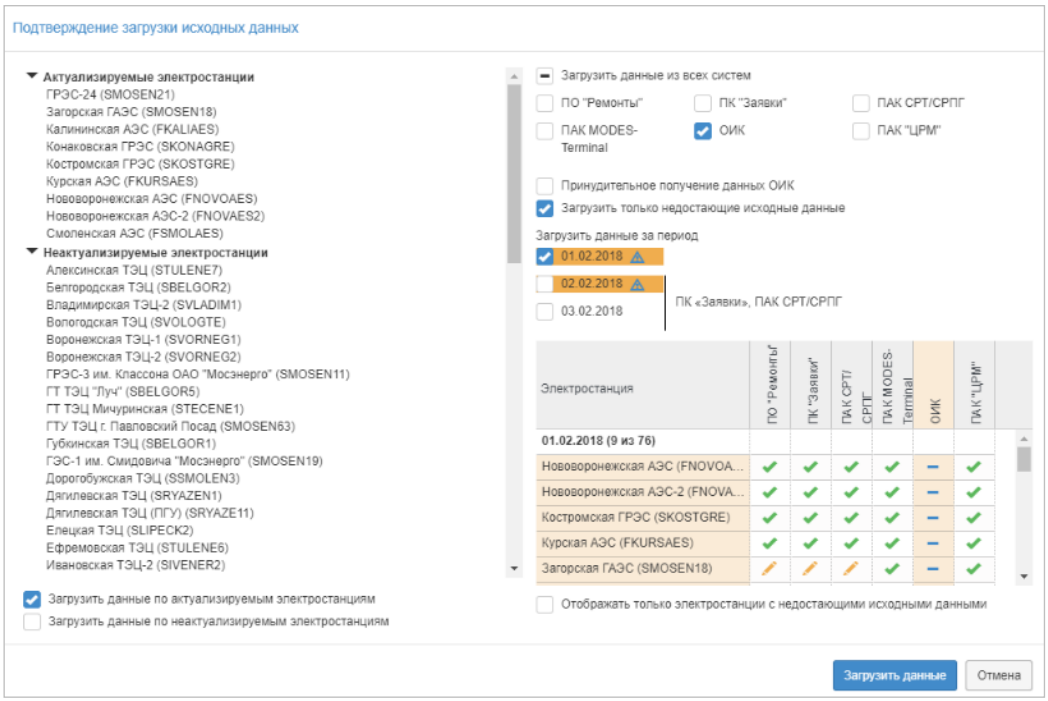


Рис. 1. Форма запуска загрузки исходных данных

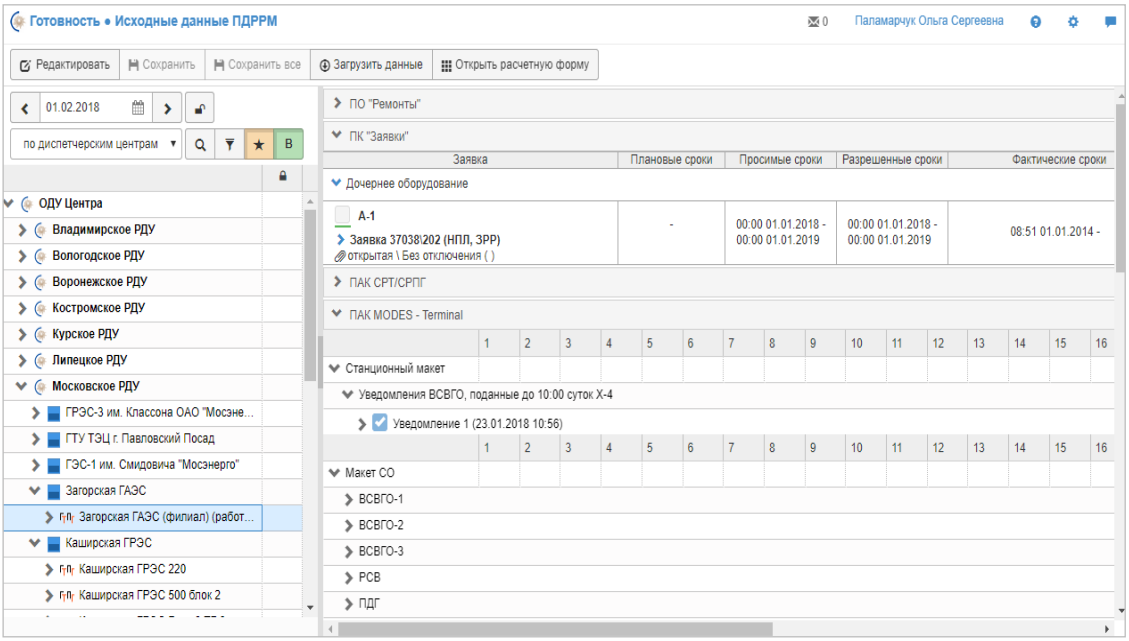


Рис. 2. Отображение загруженных данных

Подсистема загрузки входит в состав программно-аппаратного комплекса «Готовность», который реализован в виде веб-приложения с трехуровневой архитектурой, доступного пользователям в пределах корпоративной сети СО ЕЭС. Приложение реализовано на языке программирования C# с использовани-

ем технологий HTML5, JavaScript, дополнительных наборов библиотек (Entity Framework, Angular 2 и других) в среде программирования Visual Studio 2015. В качестве системы управления базами данных используется Microsoft SQL Server 2012 Enterprise.

Подсистема поможет пользователям получить необходимую информацию для выполнения расчета, просмотреть данные по всем системам, дозагрузить недостающие данные или перезагрузить изменившиеся данные, настроить при необходимости списки параметров, значения которых буду загружены при изменении алгоритмов расчета, выбрать алгоритмы уменьшения и восстановления данных.

Е.А. Пономарев, И.М. Куликовских

МЕТОД ГРУППОВОГО ОБУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ЗАБЫВАНИЯ, ВЫЗВАННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ИНФОРМАЦИИ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева, Самара, Россия)

Впервые идея бустинга рассмотрена в работах Майкла Кернса и Лесли Валианта [1,2]. В своих работах они ставят вопрос — может ли группа слабых алгоритмов обучения (классификаторов) сформировать один сильный?

Под *слабым* обучаемым подразумевается алгоритм обучения, дающий результат лишь несколько лучше случайного угадывания. Более строго: будем называть алгоритм бинарной классификации *слабым*, если его точность распознавания только немного больше 50%.

Сильным обучаемым будем называть алгоритм, который бы мог давать сколь угодно точные результаты. Исследования показали, что сильная обучаемость эквивалентна слабой, поскольку любую слабую модель можно усилить, построив правильную композицию.

Первым практическим применением этой идеи можно считать алгоритм AdaBoost, предложенный Йоавом Фройндом и Робертом Шапира [3]. Пусть имеется набор слабых классификаторов $h_t: X \to \{+1, -1\}$. Алгоритм AdaBoost предлагает процесс построения классификатора в виде $H(x) = \sum_{t=1}^{T} \alpha_t h_t(x)$, минимизирующего экспоненциальную функцию потерь $L(y, F) = \exp(-yF)$.

LogitBoost был разработан как модификация AdaBoost с учетом идей логистической регрессии. Функция потерь в LogitBoost имеет вид $L(y, F) = \log(1 + \exp(-yF))$, где $F(x) = \log\left(\frac{P(y=+1|x)}{P(y=-1|x)}\right)$.

Важным методом повышения обучающей способности разрабатываемых алгоритмов является регуляризация — введение дополнительных параметров в математические модели, добавляющие дополнительную степень свободы и, таким образом, приводящие к большей гибкости. Проблемой явной регуляризации является явное изменение структуры алгоритма и метода оптимизации. В

связи с этим большое распространение получают исследования *неявной* регуляризации.

В данной работе предлагается использование эффекта забывания, вызванного извлечением информации (Retrieval-Induced Forgetting, RIF) для повышения обучающей способности метода группового обучения алгоритмов. Данный эффект возникает как следствие сознательного запоминания тестируемой информации через ее явное извлечение (ось угадывания), что, в свою очередь, приводит к неявному забыванию (ось забывания) нетестируемой информации на бессознательном уровне.

Регрессионные модели, в том числе LogitBoost, обладают эффектами «пола» и «потолка», которые возникают из-за вида логистической функции при стремлении параметров к бесконечности. Данные эффекты могут контролироваться дополнительными параметрами, осуществляющими неявную регуляризацию. Параметры, по аналогии с теорией тестирования, можно рассматривать как параметры *забывания* и *угадывания*. Таким образом, модель регрессии модифицируется с учетом эффекта RIF.

Модифицируем алгоритм группового обучения LogitBoost, применяя неявную регуляризацию параметрами забывания и угадывания [5]. Используемая в функции потерь логистическая функция имеет вид:

$$F(x) = \frac{e^{F(x)}}{e^{F(x)}+e^{-F(x)}} \quad (1)$$

Функция, использующие только параметры забывания (floor, эффект «пола») и параметр угадывания (ceil, эффект «потолка») [6]:

$$F_{floor}(x) = c + \frac{(1-c)e^{F(x)}}{e^{F(x)}+e^{-F(x)}} \quad (2)$$

$$F_{ceil}(x) = \frac{(1-c)e^{F(x)}}{e^{F(x)}+e^{-F(x)}}, \quad (3)$$

а также логистическая функция, объединяющая оба эффекта [5,6]:

$$F_{both}(x) = c_g + \frac{(1-(c_g+c_f))e^{F(x)}}{e^{F(x)}+e^{-F(x)}} \quad (4)$$

Оптимальные параметры для модели подбирались путем кросс-валидации. В качестве слабых обучающихся использовались модели линейной регрессии с взвешенным МНК.

Для проверки разработанного алгоритма использовалось несколько наборов данных, в основном собранных и предобработонных вручную. В качестве таких данных выступали курс рубля к доллару, динамика стоимости золота за последние 8 лет, а также данные с криптовалютных рынков [4].

На каждом наборе данных были проведены испытания стандартного и модифицированного алгоритма. Каждый из алгоритмов запускался несколько раз, результат усреднялся и анализировался. На рисунке 1 показано сравнение полученных графиков для набора данных динамики курса золота за 4 года. Дисперсия для данного набора данных уменьшилась на 57,86% по сравнению со стандартным алгоритмом LogitBoost, среднее качество обучения незначительно ухудшилось на 0,09%. В таблице приведены результаты для нескольких тестовых наборов данных.

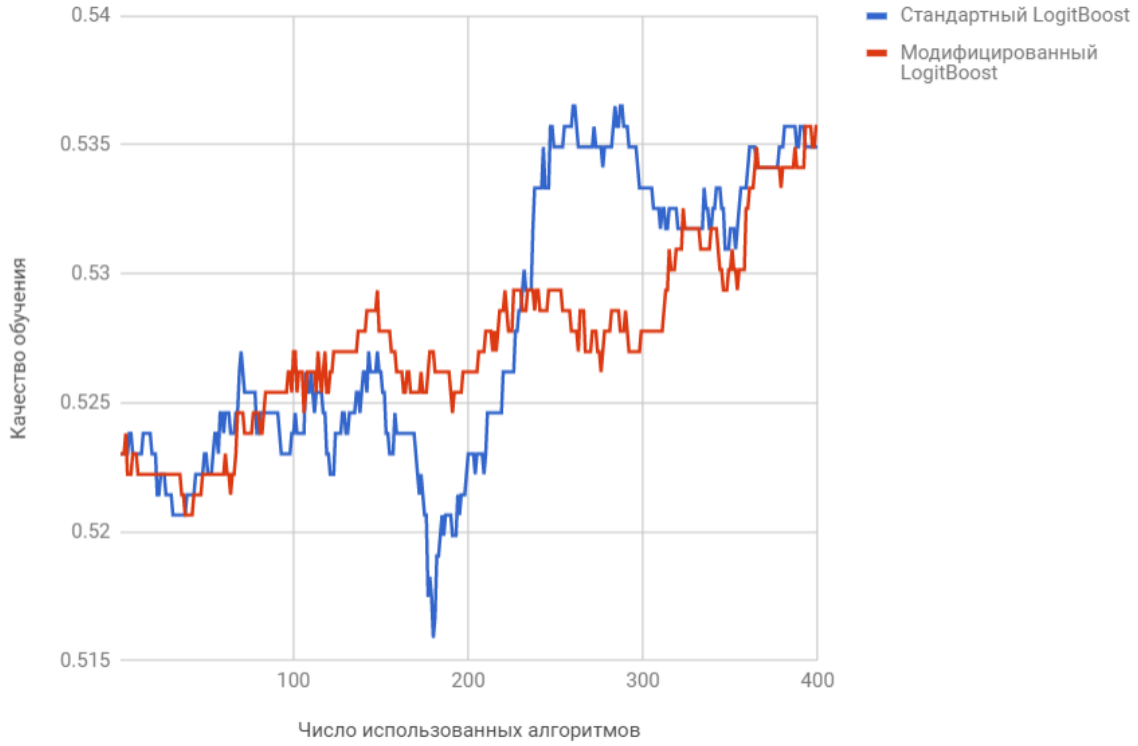


Рисунок 1 — Графики качества обучения стандартного и модифицированного алгоритма LogitBoost на наборе данных курса золота

Таблица 1. Анализ качества обучения

Набор данных	Изменение среднего качества обучения, %	Изменение в дисперсии качества обучения, %
Курс золота за 4 года	-0,09	-57,86
Курс золота за 1 год	-2,11	-48,31
Курс рубля к доллару за 5 лет	0,29	-11,25

Качество полученного алгоритма зависит от набора данных и изменения ряда параметров (размер окна прогнозирования, коэффициент скорости обучения, количество итераций). Тем не менее, сравнение стандартного и улучшенного алгоритмов проводилось при фиксированных параметрах. Единственным изменением было введение дополнительных коэффициентов c_g и c_f.

Таким образом, улучшенный алгоритм демонстрирует большую устойчивость и более стабильный процесс обучения при практически неизменном качестве обучения.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-6218.2018.9.

Литература

1. Kearns M. (1988). Thoughts on Hypothesis Boosting, Unpublished manuscript (Machine Learning class project, December 1988).

2. Kearns M.; Valiant L. (1989). Crytographic limitations on learning Boolean formulae and finite automata. Symposium on Theory of computing. ACM. – 21. – pp. 433–444.

3. Freund Y., Shapire R. Experiments with a New Boosting Algorithm. – 1996.

4. Investing.com [Электронный ресурс] — https://www.investing.com, дата обращения 14.01.2018.

5. Kulikovskikh I.M. (2017). Cognitive validation map for early occupancy detection in environmental sensing // Engineering Applications in Artificial Intelligence – 65. – pp. 330-335.

6. Kulikovskikh I.M., Prokhorov S.A. (2017). Minimizing the effects of floor and ceiling to improve the convergence of log-likelihood // Procedia Engineering. – 201. – pp. 779-788.

А.В. Пулькин

ОЦЕНКА НАПРАВЛЕНИЯ РОСТА ТРЕЩИНЫ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННОГО НАГРУЖЕНИЯ: КРИТЕРИИ РАЗРУШЕНИЯ, ОСНОВАННЫЕ НА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ (КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ РОСТА) И НАТУРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Одним из важных вопросов современной вычислительной механики разрушения является аккуратная оценка направления распространения трещины в условиях смешанного деформирования, когда в образце одновременно реализуются и нормальный отрыв, и поперечный сдвиг [1-9]. В настоящее время сформулировано три критерия разрушения: критерий максимального тангенциального напряжения, критерий минимума плотности энергии упругой деформации и деформационный критерий разрушений, основанный на максимальном значении окружной деформации [1-9]. Математическая формулировка критерия максимального тангенциального напряжения гласит, что трещина будет расти в направлении, в котором тангенциальное напряжение достигает своего максимального значения:

$$\frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} = 0, \quad \frac{\partial^2 \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta^2} < 0. \tag{1}$$

В классической механике хрупкого разрушения в критерий (1) подставляют асимптотическое разложение М. Уильямса поля напряжений в окрестности вершины трещины:

$$\sigma_{ij}(r,\theta) = \sum_{m=1}^{m=2} \sum_{k=1}^{\infty} a_k^m r^{k/2-1} f_{m,ij}^{(k)}(\theta), \tag{2}$$

где r,θ - полярные координаты с полюсом в окрестности вершины трещины, σ_{ij} - компоненты тензора напряжений, a_k^m - масштабные (амплитудные) множители, $f_{m,ij}^{(k)}(\theta)$ - функции полярного угла, описывающие угловые распределения компонент тензора напряжений, константа m отвечает моде (виду) нагружения: $m=1$ соответствует нормальному отрыву, $m=2$ отвечает поперечному сдвигу. Как правило, в инженерных приложениях в полном асимптотическом разложении поля напряжений (2) удерживают лишь одно слагаемое, коэффициент при котором носит название коэффициента интенсивности напряжений: $a_1^1 = K_I/\sqrt{2\pi}$ для нормального отрыва и $a_1^2 = K_{II}/\sqrt{2\pi}$. Это означает, что для асимптотического представления поля напряжений используется зависимость

$$\sigma_{ij}(r,\theta) = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} f_{1,ij}^{(1)}(\theta) + \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} f_{2,ij}^{(1)}(\theta). \qquad (3)$$

Следует отметить, что при подстановке одночленного асимптотического разложения (3) в критерий разрушения (1) исчезает зависимость угла направления трещины от расстояния, на котором измеряется тангенциальное напряжение. Однако, в последнее время в механике разрушения сложилось четкое и ясное представление о необходимости удержания в асимптотическом разложении (2) высших приближений. Очевидно, что при сохранении в асимптотическом разложении (2) высших приближений критерий должен применяться на выбранном из физических соображений расстоянии. Для бесконечной пластины с центральным разрезом коэффициенты полного асимптотического разложения известны [1-9], поэтому целью настоящей работы является численное и экспериментальное исследование углов распространения трещины для различных значений параметра смешанности нагружения и различных расстояний от кончика дефекта. В рамках работы создана программа, находящая угол распространения трещины. В программе реализована возможность удержания любого наперед заданного количества слагаемых. Результаты вычислений сведены в таблицы 1,2, где принято обозначения $\hat{r} = r/a$ - безразмерное расстояние от кончика дефекта, a - половина длины трещины.

В самое последнее время показано, что высшие приближения в асимптотическом разложении [1] играют существенную роль и ими нельзя пренебрегать при вычислении угла направления роста трещины. Целью настоящей работы является оценка угла направления роста трещины с помощью асимптотического разложения [1], в котором удерживается различное количество слагаемых и анализ влияния высших приближений на угол направления роста трещины. С этой целью в асимптотическом разложении [1] ниже будут удерживаться различное количество слагаемых. Результаты вычислений приведены в таблице 1, в которой сведены результаты расчетов угла направления роста трещины на различных расстояниях от кончика трещины для разных значений параметра смешанности нагружения.

Таблица 1. Рассчитанные углы направления роста трещины, полученные с помощью критерия максимального тангенциального напряжения, для различных значений параметра смешанности нагружения и различных расстояний

M^e	$N=1$	$\hat{r}=0.1$	$\hat{r}=0.2$	$\hat{r}=0.3$	$\hat{r}=0.4$	$\hat{r}=0.5$	$\hat{r}=0.6$
0,1	-67,53	-75,19	-82,50	-87,22	-47,93	-46,56	-45,60
0,2	-64,47	-70,18	-78,35	-84,22	-44,61	-43,44	-42,64
0,3	-61,18	-63,80	-72,44	-80,02	-41,16	-40,18	-39,52
0,4	-57,48	-55,54	-62,84	-73,12	-37,44	-36,65	-36,13
0,5	-53,13	-45,40	-46,26	-36,19	-33,30	-32,70	-32,31
0,6	-47,72	-34,59	-29,34	-23,48	-28,53	-28,11	-27,85
0,7	-40,61	-24,55	-18,76	-13,87	-22,92	-22,66	-22,52
0,8	-30,81	-15,65	-11,39	-8,24	-16,26	-16,13	-16,08
0,9	-17,19	-7,61	-5,42	-3,89	-8,61	-8,46	-8,45

Таблица 2. Рассчитанные углы направления роста трещины, полученные с помощью критерия максимального тангенциального напряжения, для различных значений параметра смешанности нагружения и различных расстояний

M^e	$\hat{r}=0.7$	$\hat{r}=0.8$	$\hat{r}=0.9$	$\hat{r}=1$	$\hat{r}=1$	$\hat{r}=1.25$	$\hat{r}=1.75$
0,1	-44,91	-44.40	-44,02	-43,73	-43,26	-42,99	-43,06
0,2	-42,06	-41,64	-41,33	-41,09	-40,72	-40,62	-41,04
0,3	-39,05	-38,72	-38,47	-38,30	-38,01	-37,87	-37,76
0,4	-35,77	-35,52	-35,33	-35,20	-35,01	-34,93	-35,53
0,5	-32,05	-31,87	-31,75	-31,67	-31,56	-31,52	-30,90
0,6	-27,69	-27,58	-27,52	-27,48	-27,45	-27,28	-35,69
0,7	-22,44	-22,40	-22,38	-22,38	-22,41	-22,55	-23,71
0,8	-16,06	-16,06	-16,07	-16,09	-16,15	-16,14	-16,12
0,9	-8,46	-8,47	-8,49	-8,51	-8,56	-8,65	-8,67

При вычислении угла на различных расстояниях от кончика трещины удерживалось различное количество слагаемых и фиксировалось значение угла. Если при увеличении количества слагаемых значение угла сохранялось, то считалось, что значение угла стабилизировалось, в противном случае количество слагаемых увеличивалось до стабилизации значения угла.

Из таблицы 1 видно, что высшие приближения играют существенную роль, а именно, значения угла направления роста трещины зависят от высших приближений, особенно для нормального отрыва. График зависимости угла направления роста трещины от расстояния для разных значений параметра смешанности нагружения приведен на рис.1.

Экспериментальная часть работы. Для определения угла направления роста трещины были изготовлены образцы из следующих материалов: текстолит, сплав Д16Т, сталь 30ХГСА, сталь 30ХГСА (в закаленном состоянии HRc=42) с прорезью под углом 45° в центре образца, имитирующей трещину. Представлены фотографии образцов до нагружения на рис. 2, 3, 4.

Фотографии образцов после нагружения и разрыва представлены на рис. 4 и 5.

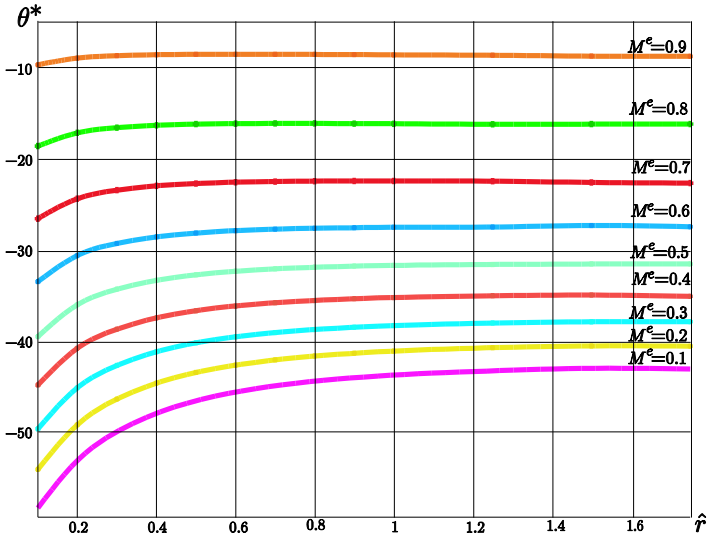


Рис. 1. Зависимость угла распространения трещины от расстояния, на котором измеряется тангенциальное напряжение



Рис. 2. Образцы с трещиной, выполненные из текстолита (слева) и сплава Д16Т (справа)

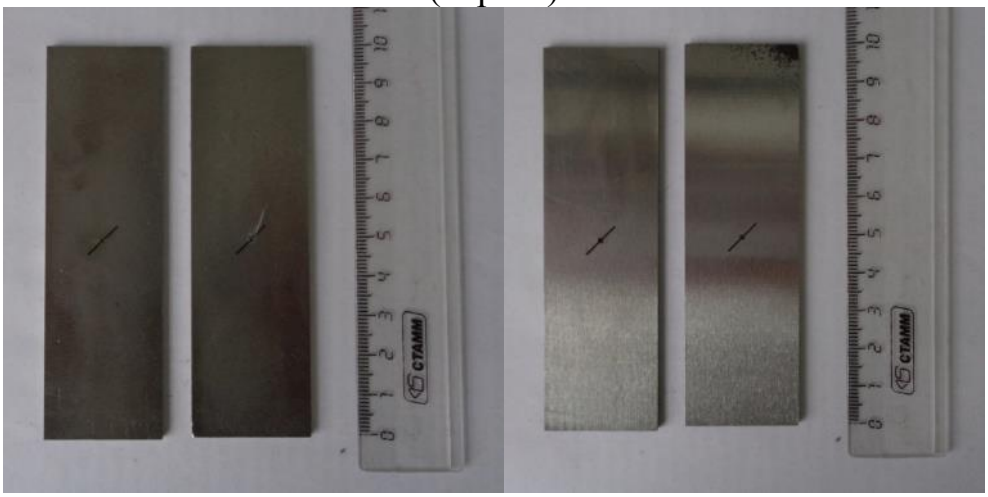


Рис.3. Образцы с трещиной, выполненные из стали 30ХГСА (слева) и . Сталь 30ХГСА (закалка HRc=42) (справа)

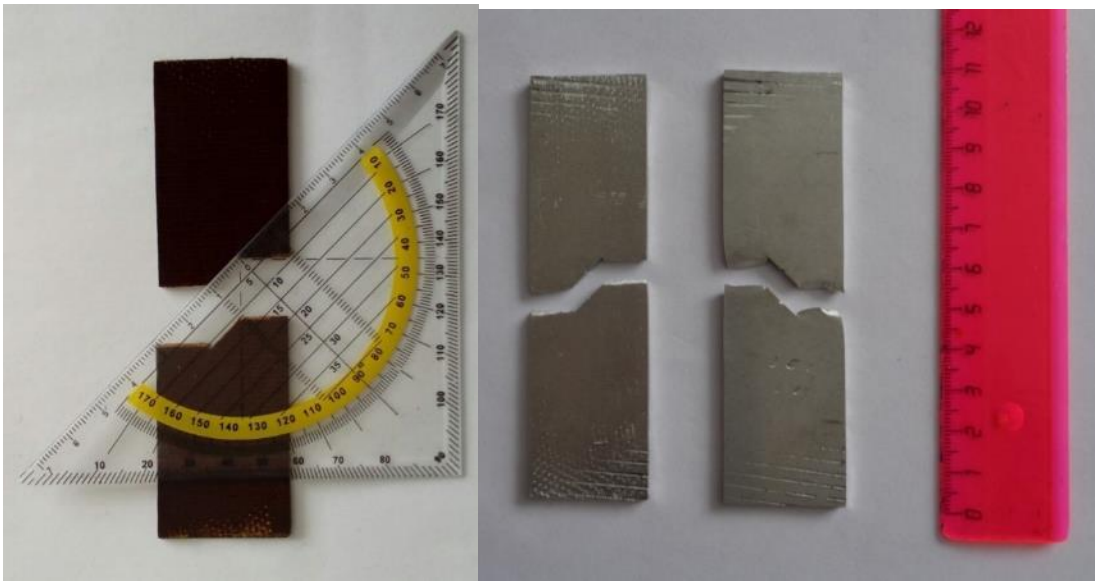


Рис. 4. Образцы с наклонной трещиной после разрушения

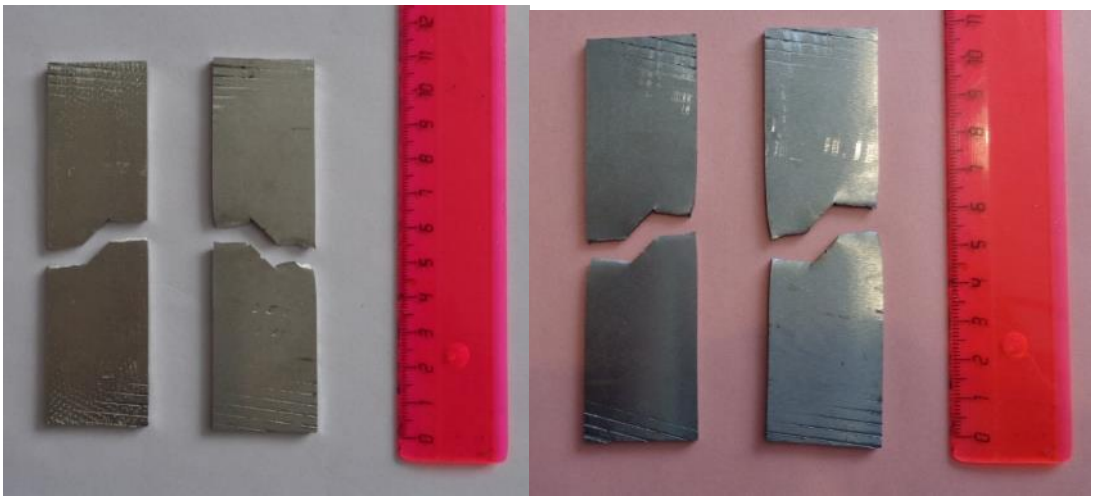


Рис. 5. Образцы с наклонной трещиной после разрушения



Рис. 6. Испытательный прибор для испытаний на растяжение DVT GP D NN Tensile

Выводы

Проведенное теоретико-экспериментальное и численное исследование ясно показало, что в асимптотическом разложении поля напряжений у вершины трещины следует удерживать высшие приближения. В этом случае критерий максимального тангенциального напряжения приводит к оценке угла направления роста трещины, полностью совпадающей с натурным экспериментом.

Литература

1 Степанова, Л.В. Полное асимптотическое разложение М. Уильямса у вершин двух коллинеарных трещин конечной длины в бесконечной пластине [Текст]/ Л.В. Степанова, П.С. Росляков// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2015. – № 4. – P. 188-225.

2 Stepanova, L.V. Multi-parameter description of the crack-tip stress field: analytic determination of coefficients of crack-tip stress expansions in the vicinity of the crack tips of two finite cracks in an infinite plane medium[Текст]/ L.V. Stepanova, P.S. Roslyakov// International Journal of Solids and Structures. – 2016. – V. 100-101. – P. 11-28.

3 Степанова, Л.В. Смешанное деформирование пластины с трещиной в условиях плоского напряженного состояния [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Яковлева// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т.3. – С. 129-162.

4 Степанова, Л.В. Асимптотика поля напряжений у вершины усталостной трещины в среде с поврежденностью: вычислительный эксперимент и аналитическое решение [Текст]/ Л.В. Степанова, С.А. Игонин// Сибирский журнал вычислительной математики. – 2015.- Т.8. № 2. – С. 201-217.

5 Степанова, Л.В. Смешанное деформирование пластины с трещиной в условиях плоского напряженного состояния [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Яковлева// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т.3. – С. 129-162.

6 Астафьев, В.И. Асимптотика напряженно-деформированного состояния в окрестности вершины трещины в условиях ползучести/ В.И. Астафьев, Л.В. Степанова, С.А. Шестериков// Вестник Самарского государственного университета. – 1995. № 5. С. 59-64.

7 Krepl, O. The influence of non-singular terms on the precision of stress description near a sharp material inclusion tip [Текст]/ O. Krepl, J. Klusak// Theoretical and Applied Fracture Mechanics. – 2017. – V. 90. – P. 85-99.

8 Hello, G. Analytical determination of coefficients in crack-tip stress expansions for a finite crack in an infinite plane medium[Текст]/ G. Hello, M.B. Tahar, J.-M. Roelandt// International Journal of Solids and Structures. – 2012. – V. 49. – P. 556-566.

9 Seitl, S. Williams expansion-based approximation of the stress field in an Al 2024 body with a crack from optical measurements Williams expansion-based approximation of the stress field in an Al 2024 body [Текст]/ S. Seitl, L. Malikova// Frattura ed Integrita Strutturalle. – 2017. – № 41. – P. 323-331.

10 Malikova, L. Influence of the elastic mismatch on crack propagation in a silicate-based composite [Текст]/L. Malikova, V. Vesely// Theoretical and Applied Fracture Mechanics. – 2017. – V. 91. – P. 25-30.

11 Crack propagation in non-homogenous materials: Evaluation of mixed-mode SIFs, T-stress and kinking angle using a variant of EFG Method[Текст]/ N. Muthu, S.K. Maiti, B.G. Falzon, W. Yan // Engineering Analysis with Boundary Elements. – 2016. – V. 72. – P. 11-26.

К.В. Пензин

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «МОНИТОРИНГ ГОТОВНОСТИ»

(Самарский университет)

В электроэнергетической отрасли России существует множество компаний, осуществляющих выработку электроэнергии. От них требуется поддержание необходимых объемов поставки энергии и мощности потребителям. Для достижения этой цели необходима организация совместной деятельности компаний посредством введения требований к производству.

Все компании-производители электроэнергии получают статус участников ОРЭМ (оптовый рынок электрической энергии и мощности), это влечет за собой возникновение обязательств по поддержанию принадлежащего им на праве собственности или на ином законном основании генерирующего оборудования в состоянии готовности к выработке электроэнергии [1].

Процесс планирования и контроля исполнения готовности энергетического оборудования является частью деятельности по управлению выработкой электроэнергии и мощности. В настоящее время он не автоматизирован, это снижает эффективность обеспечения оптимального соотношения готовности и ремонтного простоя оборудования при выполнении требований надежной и безопасной эксплуатации.

Кроме того, в настоящее время не автоматизирован и процесс расчета показателей, характеризующих возможность работы генерирующих объектов в соответствии с технологическим режимом, заданным системным оператором, и готовность генерирующего оборудования к участию в регулировании частоты электрического тока и перетоков активной электрической мощности.

Регулирование ОРЭМ является одной из основных задач системного оператора единой энергетической системы России (СО ЕЭС). Выполняется оно методами экономического воздействия: при отклонении энергетических параметров от запланированных СО по инициативе участника ОРЭМ влечет к его штрафованию и наоборот [2]. Из этого следует, что организация контроля за значениями показателей и его автоматизация являются первостепенными задачами для участников ОРЭМ.

Для автоматизации расчета показателей ПАО «РусГидро», а также для обеспечения их сравнения со значениями, рассчитанными СО и загружаемыми с сайта балансирующего рынка, компанией «СМС-Информационные технологии» разрабатывается программный комплекс (ПК) «Мониторинг готовности», который будет реализован на базе трехзвенной клиент-серверной архитектуры «клиент-сервер приложений-БД» с единой точкой приема, хранения и обработки данных, расположенной на уровне исполнительного аппарата ПАО «РусГидро».

Структурная система комплекса представлена на рис. 1.

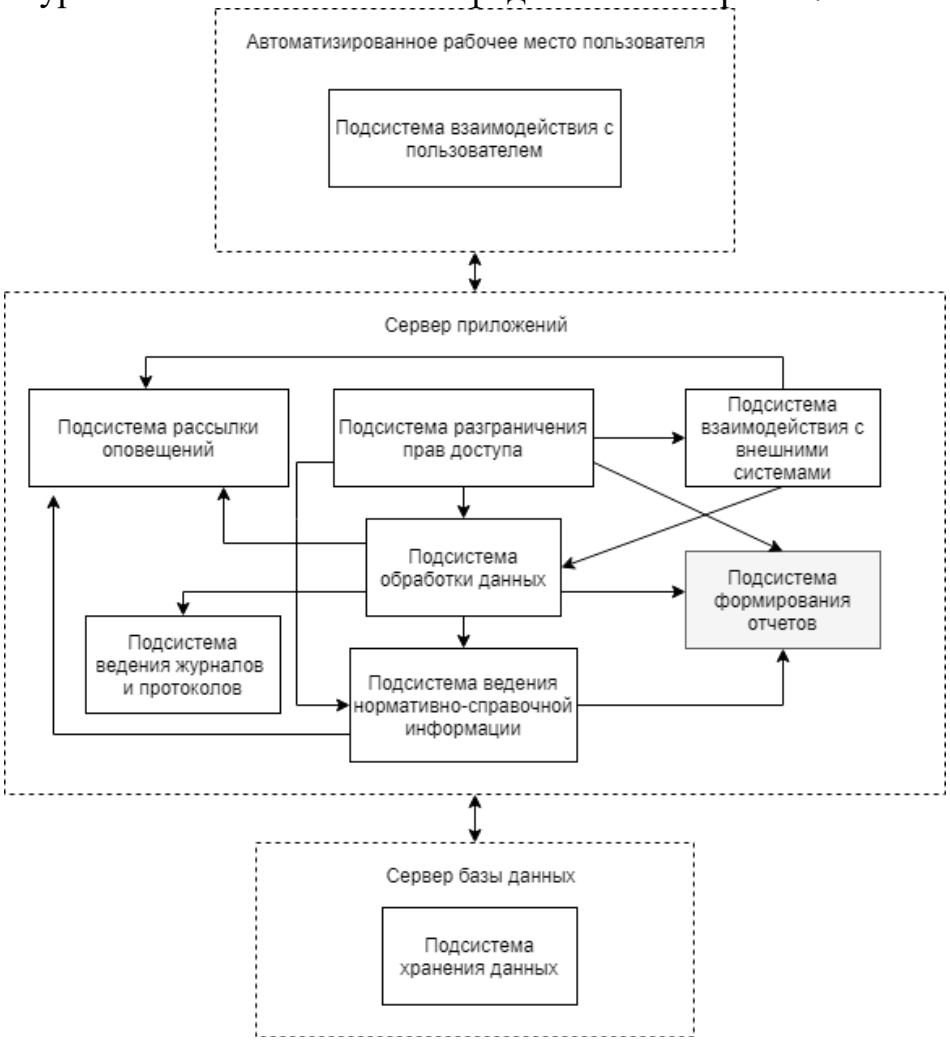


Рис. 1. Структурная схема ПК «Мониторинг готовности»

Формирование отчетов является важным аспектом производства. Отчеты служат для представления информации в более удобном (структурированном) виде, формируя сводные данные; позволяют отслеживать сложные процессы по их истории. В контексте разрабатываемой системы создание отчетов сделает более удобным контроль за значениями показателей энергетических объектов.

Подсистема формирования отчетов, входящая в ПК «Мониторинг готовности», отвечает за выполнение следующих функций:

– предоставление пользователю возможности просмотра отчётов через web-интерфейс приложения;

– экспорт отчетов в форматах *.pdf и *.xlsx;
– создание новых шаблонов отчетов;
– редактирование или удаление существующих шаблонов отчетов (см. рис. 2).

Для формирования отчета пользователь должен предварительно задать параметры отчета: дату, на которую формируется отчет, или интервала дат и набор объектов энергетики, по которым должен формироваться отчет.

В подсистеме должны формироваться следующие отчеты:

– отчет по рыночным показателям генерирующего оборудования к выработке электроэнергии (содержит значения рассчитанных на заданную дату показателей);
– агрегированный отчет рыночных показателей по филиалам (содержит рассчитанные значения показателей, агрегированные путем суммирования или нахождения среднеарифметического за заданный период);
– отчет по коэффициентам аварийности (содержит рассчитанные значения коэффициентов аварийности за выбранный год);
– отчет по коэффициентам готовности (содержит рассчитанные значения коэффициентов готовности за выбранный год).

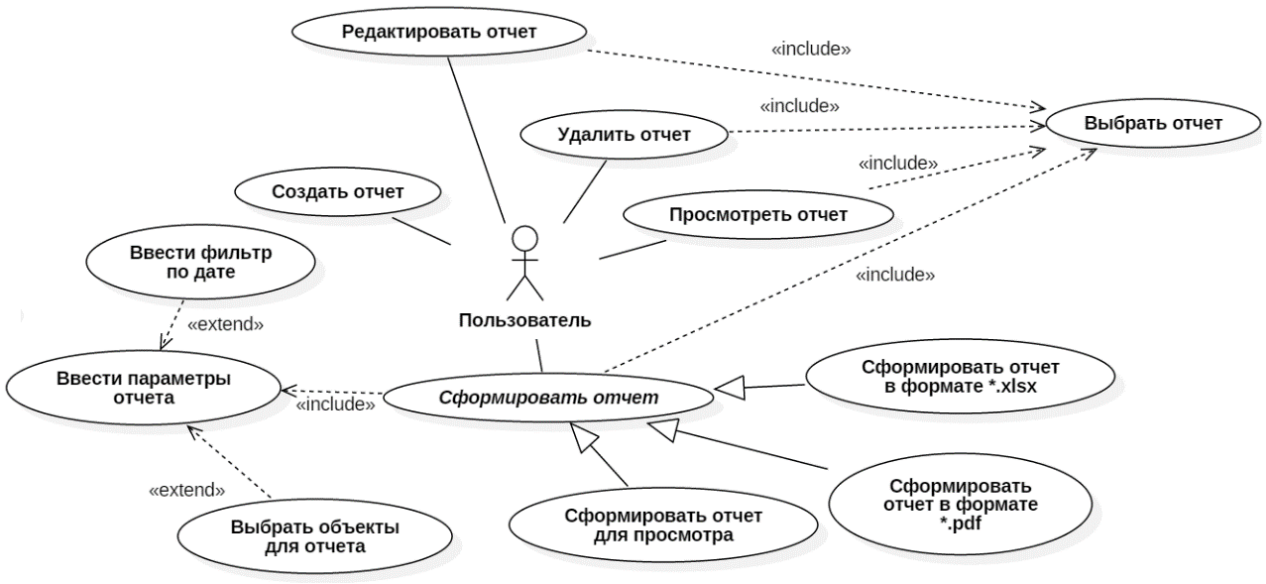


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования для подсистемы формирования отчетов

Доступ к подсистеме имеют только пользователи, обладающие правом на формирование отчетов в системе: пользователям уровня ПАО «РусГидро» позволено формировать отчеты по всем филиалам, пользователям уровня филиала – только по своему.

Для реализации системы использовались следующие программные средства:

– язык программирования C#;
– среда разработки: Visual Studio 2015;
– среда управления базами данных: Management Studio 2014.

Выбор обоснован тем, что они являются надежными инструментами для создания приложений под ОС Windows и предоставляют широкий набор функций, значительно упрощающую их разработку.

Литература

1. Обязательства участников оптового рынка электроэнергии и мощности [Электронный ресурс]. URL: https://rg.ru/2011/04/05/electro-dok.html (дата обращения: 20.03.2018).

2. Оптовый рынок электроэнергии и мощности [Электронный ресурс]. URL: http://so-ups.ru/index.php?id=markets (дата обращения: 20.03.2018).

В.А. Пономарев, Н.В. Пономарева

МЕТОД И АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ МУЗЫКАЛЬНО-АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ИЗ ЕГО СМЕСИ СО СЛУЧАЙНЫМ ДИСКРЕТНЫМ ТЕЛЕГРАФНЫМ СИГНАЛОМ

(Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова)

Компьютерная *спектральная* обработка сигналов является одним из главных направлений компьютерной (цифровой) обработки сигналов - (ЦОС) (*Digital Signal Processing – DSP*) и играет важнейшую роль в информационных (компьютерных) технологиях (ИТ), в том числе в компьютерных музыкальных технологиях (*Music Technology – MT*), научные аспекты которых прорабатываются в музыкальной акустике. Музыкальная акустика в настоящее время активно развивается, научные коллективы в России и за рубежом ведут интенсивные исследования [1, 2], выходит значительное количество статей и книг по вопросам создания, передачи, воспроизведения и восприятия музыкальных звуков, в том числе по вопросам компьютерной обработки оцифрованных музыкально-акустических сигналов – МАС.

На практике при передаче информационных сигналов различной природы по соседним каналам связи значительную негативную роль играют ***взаимные*** *(межканальные)* ***помехи***, которые существенно искажают передаваемую информацию, особенно в случае передачи речи и музыкальных произведений. Существуют методы и алгоритмы эффективного выделения информационных сигналов на фоне помехи в спектральной области [3-15]. В данной работе в качестве альтернативы рассматриваются метод и алгоритм выделения музыкально-акустического сигнала из его смеси со случайным дискретным телеграфным сигналом во временной области.

Постановка задачи. Заданы следующие два музыкально-акустичкских сигнала: МАС № 1 – *Vokal Noise.wav* – 2-х канальная запись вокала плюс помеха и МАС № 2 – *Vocal.wav* – 2-х канальная запись вокала. Параметры файлов: частота квантования сигналов – 44100 Гц; число разрядов АЦП – 16; число временных отсчетов сигнала – 2646001; время звучания – 60 секунд. Необхо-

димо определить характер помехи, с помощью разработанного метода и алгоритма выделить из МАС № 1 вокал и путем сравнения с МАС № 2 определить их эффективность.

На рисунках 1 приведены графики записей МАС № 1 и МАС № 2, а на рисунке 2 графики записей МАС № 1 в паузе вокала. Из анализа рисунков 1 и 2 непосредственно следует вывод о том, что помеха в файле МАС является *случайным телеграфным сигналом*. Напомним,что **случайный телеграфный сигнал** это такой сигнал $\xi(n)$, реализации которого представляет собой «прямоугольную волну», т.е. сигнал принимает только два значения $+h$ и $-h$, а моменты перемены знака случайны. В нашем случае $h \approx 0.05$.

В работе доказана теорема, позволяющая утверждать о возможности однозначного восстановления $s(n)$ из смеси $x(n)$.

Теорема. Если действительная последовательность $x(n)$ представляет собой сумму некоторой действительной последовательности $s(n)$ и случайной величины $\xi(n)$, принимающей значения h и $-h$:

$$x(n) = s(n) + \xi(n),$$

где $n = \overline{0, N}$, N - любое натуральное число;

$s(n) \in R$ – произвольная действительная последовательность;

$\xi(n)$ – случайная величина со значениями h и $-h$, $h \in R_+$.

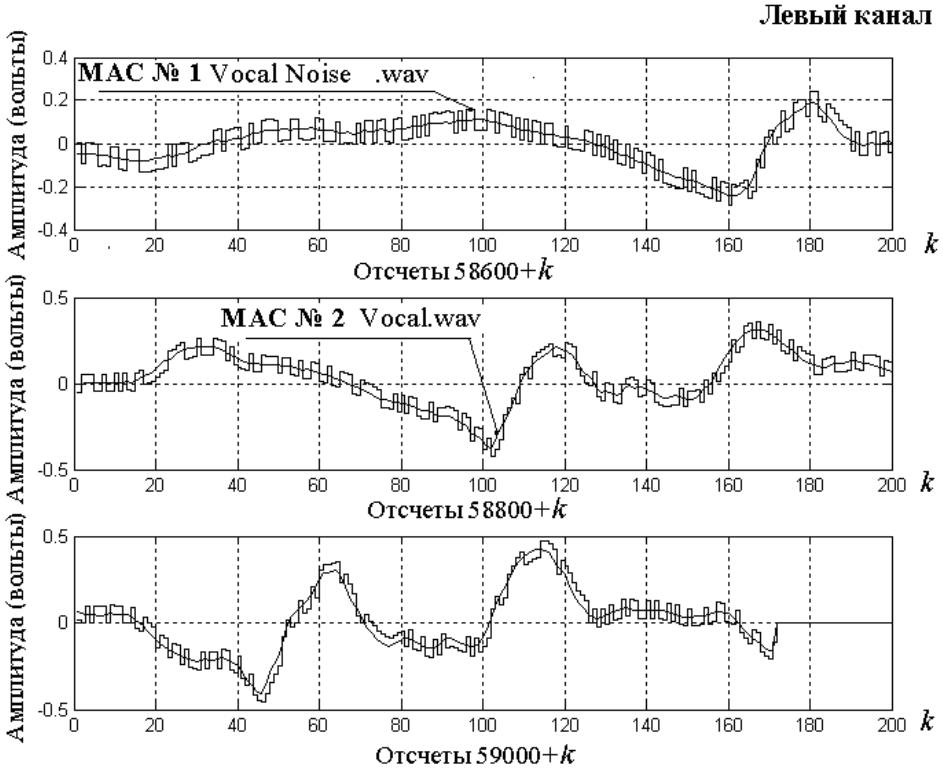


Рисунок 1– График звукового сигналов МАС № 1 и МАС № 2, левые каналы, отсчеты с 58600 по59200

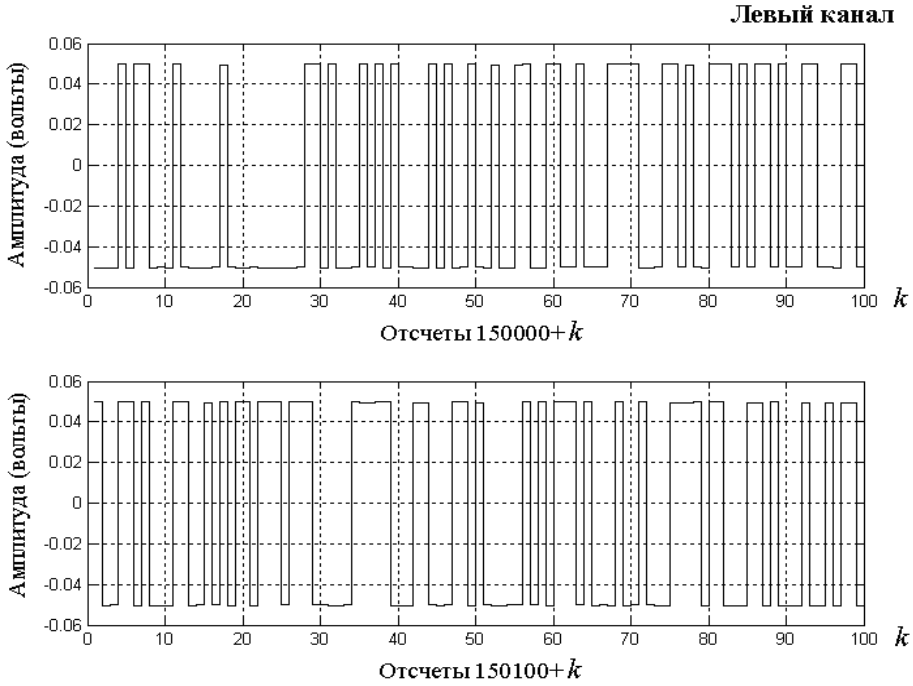


Рисунок 2 – График звукового сигнала МАС № 1 в паузе вокала, левый канал, отсчеты с 150000 по150199

Тогда, если выполняются следующие условия: известно h, величина $\xi(n)$ хотя бы один раз меняет знак, $|s(n+1)-s(n)| < h \ \ \forall n = \overline{0, N-1}$, то последовательность $s(n)$ может быть однозначно восстановлена по значениям последовательности $x(n)$. Таким образом, в математическом смысле возможность восстановления последовательности $x(n)$ оказывается полностью доказанной. Отметим, что предположение о ***хотя бы одной смене знака*** $\xi(n)$ мы вводим по условию теоремы, т.к. в математическом смысле случайная величина может ни разу не сменить знак, какое бы количество членов ни было. И в этом случае нельзя будет сказать, отличается исходная последовательность от известной на величину h или $-h$. Но в контексте решаемой практической задачи отсутствие хотя бы одной перемены знака означает отсутствие шума в сигнале и, значит, задача его вычищения просто не возникает.

Заключение. В работе доказана принципиальная возможность восстановления музыкально-акустических сигналов из их смеси со случайным дискретным телеграфным сигналом. Разработан алгоритм выделения музыкальных сигналов из их смеси со случайным дискретным телеграфным сигналом. Экспериментальная проверка предложенного алгоритма подтвердила его эффективность.

Литература

1. Алдошина И.А. Музыкальная акустика: учебник / И.А.Алдошина, Р.Приттс.– СПб: Композитор – Санкт-Петербург, 2006. – 720 с.

2. Алдошина И.А. Основы психоакустики. Подборка статей с сайта http://www.625-net.ru.Ч.1-17. 154 с.– Режим доступа: http:/www.twirpx.com/file/141630/.

3. Пономарева О.В., Пономарев А.В. Восстановление значений непрерывных частотных спектров дискретных сигналов методом параметрического дискретного преобразования Фурье// Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2015.- №3.(67). -С. 88-91.

4. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Пономарев А.В. Метод эффективного измерения скользящего параметрического спектра Фурье// Автометрия. 2014. Т.50.-№2.-С.31-38.

5. Пономарев В.А., Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Обобщение алгоритмов Герцеля и скользящего параметрического дискретного преобразования Фурье // Цифровая обработка сигналов. 2014. -№ 1. -С. 3-11.

6. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Цифровой периодограммanализ и проблемы его практического применения // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2013.- №2.(58). -С. 130-133.

7. Пономарева О.В. Быстрое параметрическое дискретное преобразование Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2012.-№ 2.- С.2-5.

8. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Быстрый алгоритм измерения спектра действительных сигналов методом апериодического дискретного преобразования Фурье // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета имени М.Т.Калашникова. 2014.- №2.(62). -С. 106-109.

9. Пономарева О.В. Измерение спектров комплексных сигналов на конечных интервалах методом апериодического дискретного преобразования Фурье// Интеллектуальные системы в производстве. 2014.- №1 (23).- С. 100-107.

10. Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Метод быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2013. -№ 2. -С. 10-15.

11. Пономарева О.В., Пономарева Н.В. Модификация фильтра на основе частотной выборки для решения задач цифровой обработки случайных процессов со скрытыми периодичностями //Интеллектуальные системы в производстве. 2012.- №2 (20). -С. 122-129.

12. Пономарева О.В. Вероятностные свойства спектральных оценок, полученных методом параметрического дискретного преобразования Фурье //Интеллектуальные системы в производстве. 2010. -№2 (16).- С.36-41.

13. Алексеев В.А., Пономарев В.А., Пономарева О.В. Методология определения погрешностей измерения вероятностных характеристик случайных процессов, реализуемых процессорными измерительными средствами //Интеллектуальные системы в производстве. 2010.- №2 (16). -С. 91-99.

14. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Модификация дискретного преобразования Фурье для решения задач интерполяции и свертки функций // Радиотехника и электроника. 1984.- Т.29.- №8.-С. 1561-1570.

15. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Временные окна при оценке энергетических спектров методом параметрического дискретного преобразования Фурье // Автометрия. 1983.-№4.-С.39-45.

О.В. Пономарева, В.Д. Ходырев, А.В.Шагбедов

ПРОБЛЕМЫ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

(Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова)

Станкостроительная промышленность на современном этапе играет важную роль в решении стратегической задачи: технологической модернизации производства, развитии отечественного производства наукоемкого металлообрабатывающего оборудования повышения его конкурентоспособности. В решении этой важной и актуальной задачи первостепенное значение приобретают методы, алгоритмы и средства технического диагностирования механообрабатывающего оборудования (далее объектов).

Виброакустическое функциональное диагностирование (ВФДО) в сравнении с другими видами технического диагностирования, обладает целым рядом преимуществ, основные из которых следующие [1, 2]:

1. ВФДО является «безразборным», т.е. определение технического состояния диагностируемой механической системы проводится без нарушения ее работоспособности и, главное, может осуществляться непосредственно в процессе функционирования объекта;
2. ВФДО позволяет выявлять дефекты изготовления, сборки и монтажа, балансировки механических систем, которые проявляются только в условиях функционирования объектов и не выявляются другими методами технической диагностики.
3. Применение ВФДО является эффективным на всех этапах жизненного цикла вновь создаваемых образцов машин и оборудования:
   - на этапе разработки данный вид диагностирования позволяет выявлять несовершенства конструкции и «узкие места» в технологическом процессе;
   - на этапе производства позволяет эффективно определять скрытые дефекты, устранение которых носит направленный характер, что значительно сокращает затраты средств, труда и времени;
   - на этапе эксплуатации объектов при их техническом обслуживании дает возможность перейти от стратегии «***планово-предупредительных ремонтов»*** к так стратегии ***«ремонтов по состоянию»,*** что по эффективности эквивалентно (30 – 50) % стоимости диагностируемого оборудования.

Однако, несмотря на столь явные преимущества данного вида технического диагностирования, внедрение систем ВФДО (СВФДО), обладающих широкими функциональными возможностями, непосредственно в условиях производства диагностируемых объектов, является скорее исключением, чем правилом [2].

Анализ современного состояния развития СВФДО (как у нас в стране, так и за рубежом) выявил следующую ярко выраженную тенденцию - ***формальное заимствование методов и алгоритмов обработки сигналов из других областей научных исследований без анализа специфики виброакустического функционального диагностирования в конкретной предметной области.***

Такой подход, наряду с преимуществами (например, возможностью применения уже разработанного программного обеспечения процедур обработки информации), обладает и существенными недостатками: завышенными требованиями к средствам вычислительной техники, не учитываются в полной мере специфика конкретной предметной области, что не позволяет осуществить построение эффективного признакового пространства, а, следовательно, и алфавита классов состояний диагностируемого объекта, что снижает эффективность и надежность диагностирования объектов.

Современные СВФДО являются сложными техническими системами, которые содержат в своем составе подсистемы, функциональные блоки и элементы, отличающиеся по структуре, свойствам, характеру связей и параметрам. Для исследования систем такого класса необходимо построить некоторую обобщенную модель системы функционального диагностирования объектов [2].

Функциональное описание системы S_{Φ} в рамках системного подхода характеризуется тройкой конечных множеств отражающих функции Φ, операторы преобразования R и иерархию G:

$$S_{\Phi} = \{\Phi, R, G\}. \quad (1)$$

Основой функционального описания СВФДО является описание ее работы (функционирования), которое проведем в виде обобщенной функционально-структурной схемы приведено на рисунке 1.

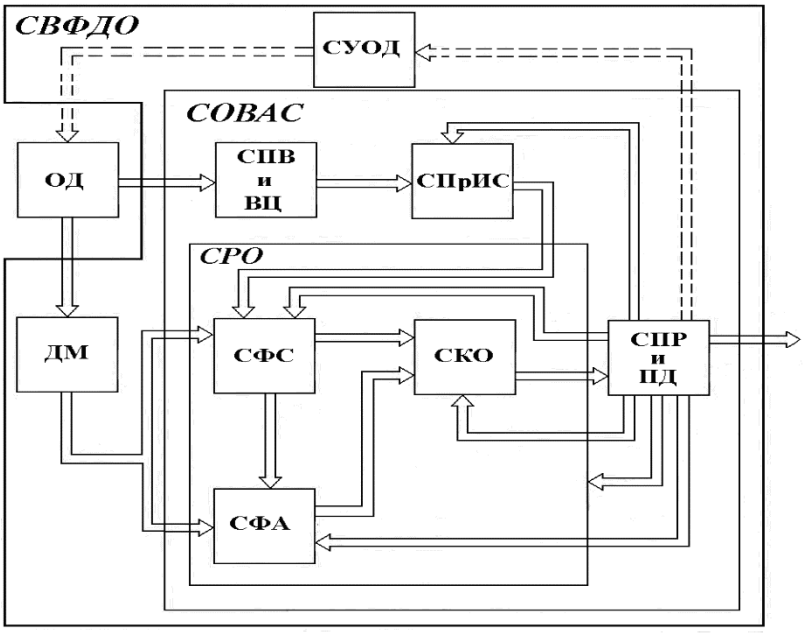


Рисунок 1 – Обобщенная функционально-структурная схема СВФДО

Система виброакустического функционального диагностирования объектов (СВФДО) включает в себя: ДМ - диагностическую модель; СОВАС - систему обработки виброакустического сигнала; СУОД - систему управления объектом диагностирования (может отсутствовать, поэтому связи показаны пунктиром). Подсистемами СОВАС являются: СПВиВЦ – система первичных вибропреобразователей и входных цепей; СПрИС – система процессорных средств измерения параметров виброакустического сигнала; СПРиПД – система принятия решения и постановки диагноза; СРО – система распознавания образов, включающая в себя СФС (систему формирования словаря диагностических признаков), СФА (систему формирования алфавита классов (диагнозов)), СКО (систему классификации образов).

Из обобщенной функционально-структурной схемы СВФДО непосредственно следует вывод о важности подсистем СПВиВЦ и СПрИС в СВФДО. В том случае, когда результаты работы системы СПРиПД не удовлетворительны, принимается решение о совершенствовании методов и алгоритмов процессорных средств измерения, обработки и спектрального анализа параметров виброакустического сигнала (обратная связь подсистемы СПРиПД с подсистемой СПрИС, смотри рисунок 1).

При решении задач виброакустического функционального диагностирования объектов широкое распространение получили частотные и частотно-временные представления либо непосредственно виброакустического сигнала, либо некоторого его функционального преобразования (например, огибающей (мгновенной амплитуды) виброакустического сигнала). Данные модели, отражая динамические характеристики диагностируемого объекта, позволяют связать проявление того или иного дефекта с изменением частотного или частотно-временного спектра виброакустического сигнала на определенной частоте или совокупности частот , эффективные методы визмерения которого рассмотрены в работах [3-15].

Литература

1. Артоболевский И. И., Бобровницкий Ю. И., Генкин М. Д. Введение в акустическую динамику машин. - М.: Наука. 1979.-296 с.

2. Пономарева, О.В. Иерархическая морфологическо-информационная модель системы функционального диагностирования объектов на основе цифровой обработки сигналов / О.В. Пономарева, В.А. Пономарев, А.В. Пономарев // Датчики и системы. – 2014. – № 1(176). – С. 2 - 8.

3. Пономарева О.В., Пономарев А.В. Восстановление значений непрерывных частотных спектров дискретных сигналов методом параметрического дискретного преобразования Фурье// Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2015.- №3.(67). -С. 88-91.

4. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Пономарев А.В. Метод эффективного измерения скользящего параметрического спектра Фурье// Автометрия. 2014. Т.50.-№2.-С.31-38.

5. Пономарев В.А., Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Обобщение алгоритмов Герцеля и скользящего параметрического дискретного преобразования Фурье // Цифровая обработка сигналов**.** 2014. -№ 1. -С. 3-11.

6. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Цифровой периодограммanализ и проблемы его практического применения // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2013.- №2.(58). -С. 130-133.

7. Пономарева О.В. Быстрое параметрическое дискретное преобразование Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов**.** 2012.-№ 2.- С.2-5.

8. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Быстрый алгоритм измерения спектра действительных сигналов методом апериодического дискретного преобразования Фурье // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета имени М.Т.Калашникова. 2014.- №2.(62). -С. 106-109.

9. Пономарева О.В. Измерение спектров комплексных сигналов на конечных интервалах методом апериодического дискретного преобразования Фурье// Интеллектуальные системы в производстве. 2014.- №1 (23).- С. 100-107.

10. Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Метод быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов**.** 2013. -№ 2. -С. 10-15.

11. Пономарева О.В., Пономарева Н.В. Модификация фильтра на основе частотной выборки для решения задач цифровой обработки случайных процессов со скрытыми периодичностями //Интеллектуальные системы в производстве. 2012.- №2 (20). -С. 122-129.

12. Пономарева О.В. Вероятностные свойства спектральных оценок, полученных методом параметрического дискретного преобразования Фурье //Интеллектуальные системы в производстве. 2010. -№2 (16).- С.36-41.

13. Алексеев В.А., Пономарев В.А., Пономарева О.В. Методология определения погрешностей измерения вероятностных характеристик случайных процессов, реализуемых процессорными измерительными средствами //Интеллектуальные системы в производстве. 2010.- №2 (16). -С. 91-99.

14. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Модификация дискретного преобразования Фурье для решения задач интерполяции и свертки функций // Радиотехника и электроника. 1984.- Т.29.- №8.-С. 1561-1570.

15. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Временные окна при оценке энергетических спектров методом параметрического дискретного преобразования Фурье // Автометрия. 1983.-№4.-С.39-45.

К.Ю. Поглазов

ИМИТАЦИОННАЯ СИСТЕМА “МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ ПЕХОТИНЦА С БОЕВЫМИ МАШИНАМИ В РАЗЛИЧНЫХ СИТУАЦИЯХ” В СРЕДЕ ANREAL DEVELOPMENT KIT

(Башкирский государственный педагогический
университет им. М.Акмуллы)

Шутер – это один из наиболее распространённых типов видеоигр, в 21 веке шутеры от первого лица являются одни из самых коммерчески успешных жанров компьютерных игр, в связи с постоянным развитием рынка компьютерных игр, всё более растущим количеством выпускаемых игр проблемы «новизны» с одновременной ресурсоэкономичностью с каждым годом встают все острее и острее. Создание игры с псевдонелинейным сценарием должно помочь выявить оптимальные и дешевые пути решения этой проблемы. Игровые программы и тренажеры относятся к одному из разновидностей имитационного моделирования, так называемому ситуационному моделированию [1].

Для разработки научно-исследовательской имитационной системы мы использовали среду моделирования Unreal Development Kit 02.2015[2,3]. Данная версия среды UDK имеет множество преимуществ: высокая производительность при разработке программ, широкий набор функциональных возможностей среды и языка программирования, анимационные возможности и др.

Для моделирования логики AI, взаимодействий с предметами и с другими персонажами игры мы использовали библиотеку UnrealKismet, которая поддерживает ситуационный подход моделирования. С помощью библиотеки UnrealKismet в новой версии можно построить любые сложные взаимодействия персонажей между собой и с различными предметами, взаимодействие предметов между собой, с учетом законов физики[4,5].

Нами построена ситуационная модель действий пехотинца с боевыми машинами в различных ситуациях для учебных и игровых целей, максимально приближенная к реальной системе, которая позволяет решать специализированные тактические, а также игровые задачи, связанные с достижением целей, становления рекордов, а также взаимодействием с другими игроками. Данная модель улучшает логическое, стратегическое, топографическое и тактическое мышление. На данной модели проведены предварительные исследования по оптимизации.

На рис. 1 представлена ситуационная модель одного из участков поля боевых действий игры.

AI ботов построен на основе библиотеки UnrealKismet. Моделирование логики AI показано на рис. 2.

В Kismet пользователь может создать муверы, сценарии событий, включать частицы и, даже возможно, изменить некоторые настройки A.I. (искусственный интеллект), и даже больше.



Рис. 1. Ситуационная модель одного из участков поля боевых действий игры

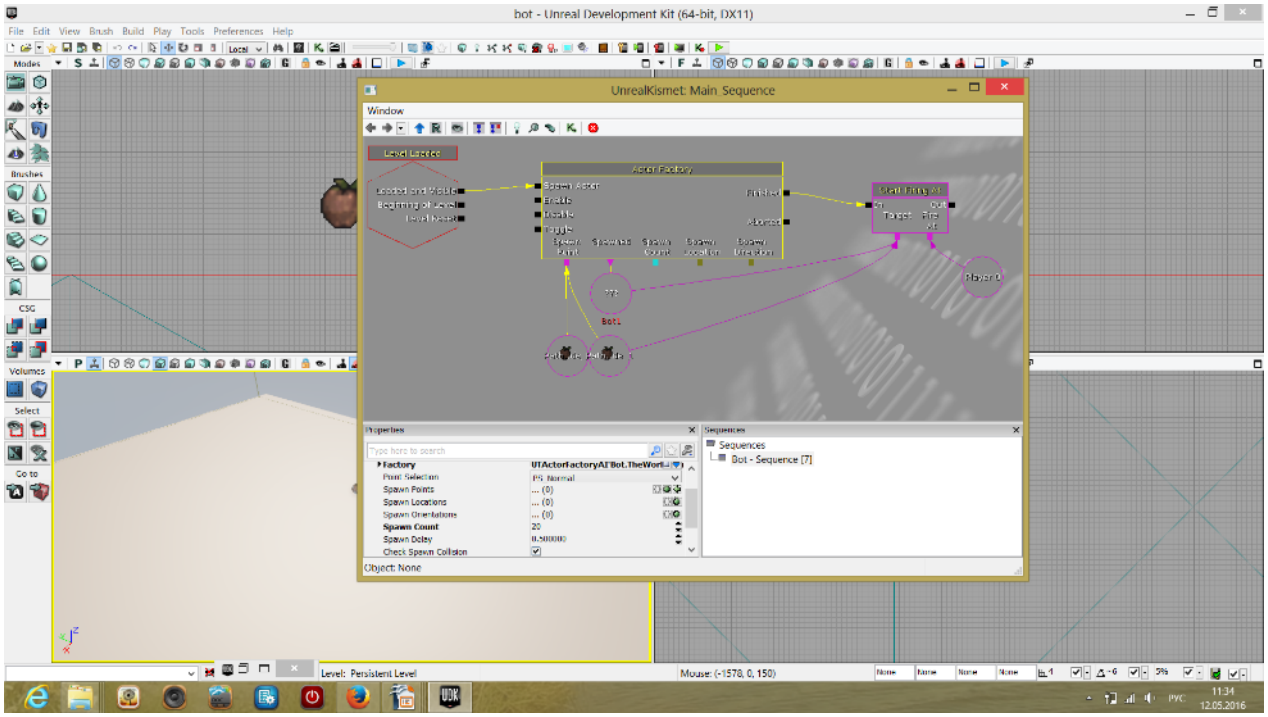


Рис.2. Моделирование логики AI

Kismet можно рассматривать как GUI (графический пользовательский интерфейс), который пишет Код программы. Немного кругов и прямоугольников позволят пользователю построить простые или сложные, последовательности, для усиления воздействия игры на игрока.

Рассмотрим некоторые элементы данной диаграммы:

Actor Factory – тут находится сама логика ботов, а также то, с каким оружие они появятся, в какой броне, с какими эффектами, как будут выглядеть и т.д.

Level loaded - даёт старт Actor Factory

Path Node – сам спаун, т.е. то, откуда будут появляться боты

Start Furing At – даёт старт логике ботов

Player – место игрока в этой логике взаимодействий

На рис. 3 представлена локация сеть взаимодействий персонажей в данной ситуационной модели.

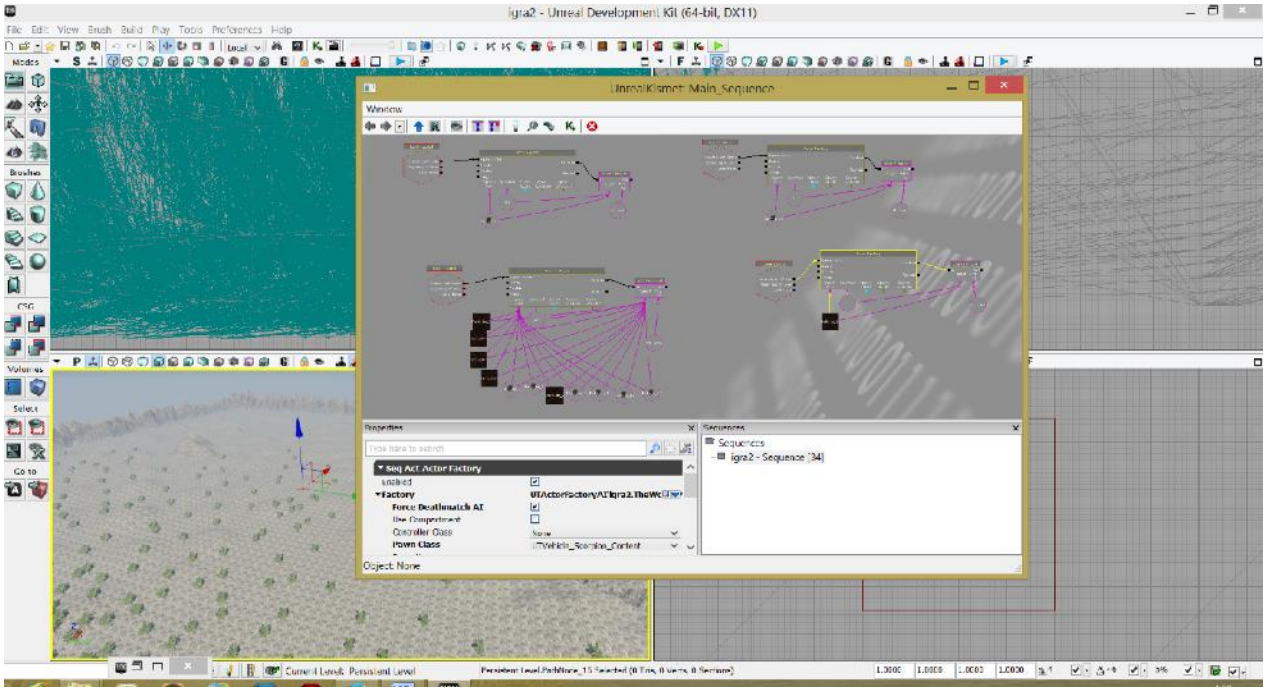


Рис. 3. Локация и сеть взаимодействий персонажей

Проведенные ситуационные исследования на моделях, построенных на последней версии Unreal Development Kit показали, что эта среда моделирования позволяет строить модели максимально приближенные к реальной ситуации и оперативно решать специализированные тактические, а также игровые задачи, связанные с достижением целей, становления рекордов, а также взаимодействием с другими игроками**.**

Автор выражает благодарность руководителю проекта проф. Р.Ф.Маликову за помощь при разработке имитационной модели и консультации.

Литература

1. Маликов, Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 296с.

2. Официальная документация разработчика игрового движка Unreal Development Kit – udn.epicgames.com/Three/DevelopmentKitHome.html ,

3. Видеоуроки от разработчика игрового движка Unreal Development Kit - http://udn.epicgames.com/Three/VideoTutorials.html

4. Форум по обсуждению игростроения - http://gamecreatingcommunity.ru /forum/75-5939-1

5. Многофункциональный сайт, представляющий собой смешение новостного сайта и коллективного блога (специализированная пресса), созданный для публикации новостей, аналитических статей, мыслей, связанных с информационными технологиями, бизнесом и Интернетом. «Хабрахабр» - https://habrahabr.ru/

Р.К. Пирова, С.Х. Якубов

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫМИ РЕЖИМАМИ ОВОЩЕХРАНИЛИЩ С РАЗНЫМИ ОБЪЕМАМИ ЫМИПРОБЛЕМЫ

(Каршинский государственный университет, Узбекистан)

Функциональная схема системы управления температурно-влажностными режимами овощехранилищ с различными объемами (W_i) показана на рисунке 1. Оно включает в себя блок обработки данных и управления (БОДУ), в которой имеются функции переключения, исполнительные механизмы (ИМ) и регулирующие органы. В БОДУ функции переключения способствуют получить температурные и влажностные показатели выделенного закрома за τ_3 времени.

В каждом закроме расположены один датчик влажности D_φ и несколько датчиков температуры D_t, обеспечивающие необходимый уровень контроля температурно-влажностного состояния хранимой продукции.

Кроме того, предусмотрены два датчика температуры, измеряющие температуру наружного (t_H) и рециркуляционного воздуха $(t_{\text{ðåö}})$, выступая в качестве входных сигналов логического алгоритма, согласно которому происходит управление подачей воздуха в камеру климатизации (калорифер-холодильная машина- увлажнитель).

Блок обработки данных периодически осуществляет поочередный опрос датчиков температуры и влажности. При этом время задержки τ_3, выбирается исходя из технологических требований. Временем τ_3 определяется периодичность опросов, оно не должно быть слишком большим, чтобы не снизилось качество хранения. Малое значение τ_3 вызывает неустойчивую работу технологического оборудования.

Время задержки τ_3 - это период интервала времени после, которого начинается измерение температуры и влажности в закроме.

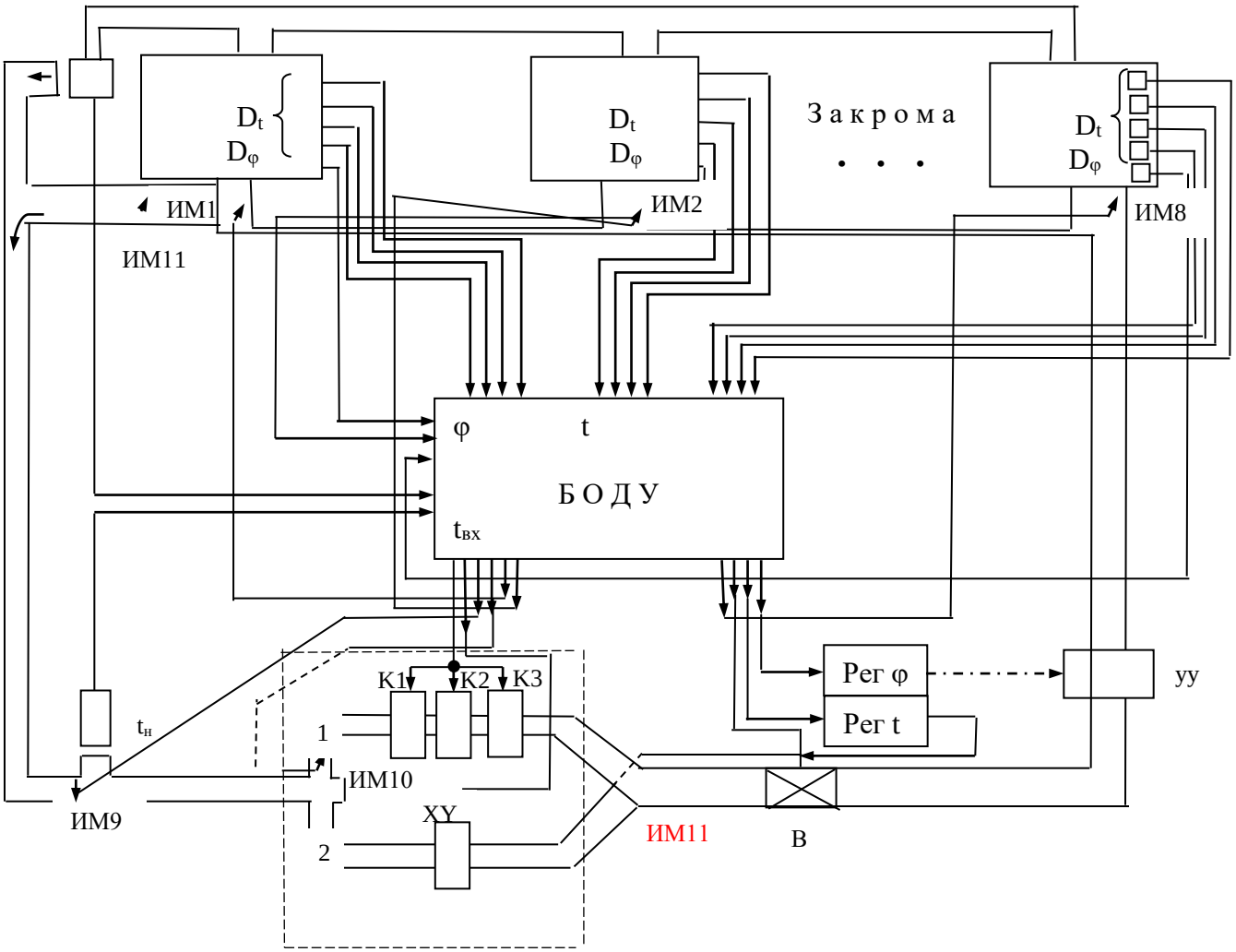


Рис 1. Функциональная схема системы управления температурно-влажностными режимами овощехранилищ с разными объемами

При этом для каждого закрома определяем оптимальный состав температуры воздуха и влажности (φ,t). Отметим, что в научных трудах объем необходимого воздуха и время подачи этого воздуха в закрома не рассмотрены. Поэтому нами уделено внимание для определения объема воздуха необходимого для подачи в закрома.

В зависимости от мощности вентилятора можно установить время загонки воздуха в закрома:

$$B_i = \frac{W_i}{V_B} \qquad (1)$$

где W_i- объем $(ì^3)$ i-го закрома; V_B- скорость вентилятора $(ì^3/ñåê)$; B_i- необходимое время для загонки воздуха в i закрома. Это время необходимо учесть при определении τ_3.

Отсюда можно установить следующее условие:

$$\tau_3 \geq \sum_{i=1}^{N} B_i \qquad (2)$$

где N -количество закромов.

Условие (2) может оказаться трудновыполнимым, в этих случаях можно применить следующее условие:

$$\tau_3 > N * B^* = \max(B_1, B_2, ..., B_N) * N; \quad (3)$$

или берем $\tau_{3,B}$ зависящий от объемов закромов B_i,

$$\tau_{3,B} = \sum_{i=1}^{N} B_i \quad (4)$$

Обозначим через:

t_i^H, φ_i^H - температуру и влажность нормы нижнего значения i-го закрома;

t_i^B, φ_i^B - температуру и влажность нормы верхнего значения i-го закрома;

$\Delta t_i, \Delta \varphi_i$ - естественная скорость изменения температуры и влажности i-й закромы за единицу времени, при каких либо воздействий в систему. Если $\Delta t_i < 0$, тогда закрома охлаждаются, а в обратном случае $\Delta t_i > 0$, происходит потепление.

В блоке БОДУ в функциях переключения эти условия учитываются следующим образом:

$$\tau_{3,B} = \sum_{i=1}^{N} \tau_{3,i};$$

$$\tau_{3,i} = \begin{Bmatrix} B_i \text{ если } t_i \notin [t_i^H, t_i^B], \\ 0 \text{ если } t_i \in [t_i^H, t_i^B] \end{Bmatrix},$$

$$B_i = \begin{Bmatrix} B_{кол}(t_i^H - t_i) \text{ если } t_i < t_i^H, \\ B_{xy}(t_i - t_i^B) \text{ если } t_i > t_i^B \end{Bmatrix}$$

где $B_{кол}(t_i^H - t_i), B_{xy}(t_i - t_i^B)$ - соответственно время необходимое для прогрева воздуха с помощью калорифера и охлаждения воздуха с помощью холодильного устройства до температуры t_1^H или t_1^B; t_i - температура i - того закромы.

При этом, можно предлагать, что

$$B_{кол}(t_i^H - t_i) = \frac{1}{V_{кол}}(t_i^H - t_i),$$

$$B_{xy}(t_i - t_i^B) = \frac{1}{V_{кол}}(t_i - t_i^B),$$

где коэффициент $\alpha, 1/V_{xy}$ соответсвенно прогрев или охлаждение $1м^3$ воздуха на один градус.

В общем случае

$$B_{кол}(t_i) = B_{кол}(t_i, t_{рец}, t_H).$$

$$B_{xy}(t_i) = B_{xy}(t_i, t_{рец}, t_H).$$

$$B_{кол}(t_i)=\begin{cases}0, & если \quad t_i^H < t_i < t_i^B;\\ \dfrac{\max(t_{рец}, t_H)-t_i^H}{V_{кол}}, & если \quad t_i < t_{рец}, t_H < t_i^H;\end{cases}$$

$$B_{xy}(t_i)=\begin{cases}0, & если \quad t_i^H < t_i < t_i^B;\\ \dfrac{\min(t_{рец}, t_H)-t_i^B}{V_{xy}}, & если \quad t_i^B < t_{рец}, t_H < t_i;\end{cases}$$

где V_{xy} - скорость охлаждения воздуха холодильным устройством;

$V_{кол}$ - скорость подогрева воздуха калорифером.

Если температура (t_i) закромы в норме, тогда

$$t_i^H \le t_i \le t_i^B,$$

и отсюда можно подсчитать время (α_i) выхода из нормального состояния температуры, i - того закромы следующим образом

$$\alpha_i=\begin{cases}\dfrac{t_i - t_{H,\text{i}}^H}{\Delta t_i} & если \quad \Delta t_i < 0;\\ \infty & если \quad \Delta t_i = 0;\\ \dfrac{t_{B,\text{i}}^H - t_i}{\Delta t_i} & если \quad \Delta t_i > 0;\end{cases}$$

где $\Delta t_i < 0$ - при охлаждении; $\Delta t_i = 0$ - т.е. никогда не выходит из нормального состояния (идеальные закрома); $\Delta t_i > 0$ - при потеплении.

Тогда время задержки, зависящий от естественной скорости изменения температуры и влажности закрома $\tau_{3,\Delta}$ можно определить следующим образом:

$$\tau_{3,\Delta} = \min_{1 \le i \le N}(\alpha_i).$$

Эту же процедуру можно применить для определения влажности в закромах. Тогда

$$\beta_i=\begin{cases}\dfrac{\varphi_i - \varphi_{\text{i}}^H}{\Delta t_i} & если \quad \Delta \varphi_i < 0;\\ \infty & если \quad \Delta \varphi_i = 0;\\ \dfrac{\varphi_{\text{i}}^H - \varphi_i}{\Delta \varphi_i} & если \quad \Delta \varphi_i > 0,\end{cases}$$

где обозначения те же только для параметра влажности φ_i .

Тогда

$$\tau_{3,\Delta} = \min_{1 \le i \le N}(\alpha_i, \beta_i).$$

Имея два вида времени задержек получим единую τ_3 следующим образом:

$$\tau_3 = \min(\tau_{3,B}, \tau_{3,\Delta})$$

Необходимо отметить, что если $\tau_{3,\Delta}$ меньше чем $\tau_{3,B}$, т.е. время выхода из нормального состояния закромы естественном образом меньше, чем время при-

ведения закромы к нормальному состоянию при помощи калориферов и охлаждающими устройствами, тогда можно сделать вывод, что рассматриваемые закрома не подлежат автоматизации и тем более не пригодны для хранения сельхозпродуктов. Поэтому необходимо ремонтировать или построить новые закрома, отвечающие условию:

$$\tau_{3,B} < \tau_{3,\Delta}.$$

Итак, переключатель в течении τ_3 времени должен делать полный оборот, т.е. переключатель должен успеть за τ_3 времени получить показатели температуры и влажности всех закромов, соответственно установить необходимые температуру и влажности воздуха всех закромов и обеспечить их нормальную работу.

После того, как определено τ_3 необходимо определить, сколько объема (куба) и при какой температуре воздуха загонять в i - закрома. Если время задержки распределить равномерно, т.е. $\gamma = \frac{\tau_3}{N}$, тогда можно установить необходимую мощность вентилятора в зависимости от температуры. А если мощность вентилятора постоянная, тогда необходимо определить температуру воздуха и влажность.

Итак, у нас имеется: 1) закрома с объёмом -W_i ;

2) температура закрома t_i - параметр датчика температуры;

3) средняя температура нормативного интервала $t_{cp,i} = \frac{t_i^H + t_i^B}{2}$;

4) отклонение от среднего значения $t_{cp,i} - t_i = S_i$.

Если $S_i < 0$ (мы должны понизить температуру) в i - й закрома:

а) качать воздух с температурой t_i^H ;

б) если мощность вентилятора $V\frac{куб}{сек}$ тогда $\frac{W_i}{V_B}$ времени понадобится для понижения температуры i - й закрома до t_i^H .

Если при этом сигнал $y(\tau)$ в некоторый момент времени превышает $y_{зад}$ (что свидетельствует о выходе регулируемого параметра за пределы допустимого на одном или нескольких объектах), то поступает командный сигнал на включение технологического оборудования (вентилятор) и регуляторов Рег t, Рег φ.

Таким образом, условием включения технологического оборудования является отклонение температуры или влажности за пределы зоны регулирования (в любом из контролируемых объектов). При этом также включаются регуляторы Рег t и Рег φ, осуществляющие изодромное регулирование температуры и влажности. Рабочим органом регулятора влажности Рег φ является увлажнительная установка (УУ), а рабочим органом регулирования температуры служит заслонка смесительного клапана ИМ- 11. Перемещение заслонки изменяет

степень смешивания воздуха, поступающего из воздуховодов 1 и 2, обеспечивая необходимую температуру воздуха.

В зависимости от того, какой из закромов нуждается в регулировании, происходит управление заслонками ИМ- 1, …, ИМ -8. На основании сравнения температур наружного и рециркуляционного воздуха с заданной происходит управление заслонками ИМ -9 и ИМ -10. Заслонка ИМ -9 управляет подачей воздуха в главную магистраль. При вертикальном положении заслонки открывается доступ рециркуляционного воздуха и перекрывается доступ наружного, в горизонтальном положении – наоборот. Выбор режима вентиляции определяется в зависимости от τ_3 и технологии хранения овощей. Наружный воздух больше насыщен кислородом, а рециркуляционный – углекислым газом.

Заслонка ИМ- 10 всегда ставится в положение, при котором соединяется с тем из воздухопроводов, в котором воздух имеет меньшую температуру, и наоборот. То есть охлаждается более холодный воздух, а нагревается более теплый. Это существенно повышает экономические показатели системы управления.

На описанном принципе реализована система управления в научной лаборатории Каршинского государственного университета и в условиях фермерских хозяйств Кашкадарьинской области, которая прошла хозяйственные испытания, показав при этом надежную работу.

А.А. Ростов, О.А. Заякин

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО КРУГЛОМЕРА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Постановка задачи

Требуется провести верификацию программы обработки данных экспериментального лазерного кругломера. Для этого нужно сравнить результаты обработки данных двух разных программ, одна из которых (А) представляет собой часть автоматизированной системы, а другая (Б) предназначена для исследования погрешностей ее измерений путем статистического анализа [1].

Введение

В настоящее время в данной области техники для контроля поверхности используют в основном устройства на основе интерференционных методов [2]. Контролируемая поверхность сложной формы вносит искажения во входной сигнал. Исправление данных искажений на уровне контролирующей аппаратуры является дорогостоящей задачей. Применяемый в настоящей работе метод дефлектометрической триангуляции позволяет обойтись без дорогостоящей оптики и как следствие - сделать оборудование более доступным.

Способ измерений

Способ контроля [3] основан на сканировании контролируемой поверхности сфокусированным пучком света и регистрации координат зеркально отраженного пучка позиционно-чувствительным фотоприемником (Пат. России 2109250).

Исследуемый прибор

Назначение – автоматизированный контроль качества жёлобов внутренних колец шарикоподшипников, имеющих наружный диаметр от 8 до 50 *мм* с измерением количественных параметров, их обработка с выдачей результатов в графическом и текстовом виде. Контролируется отклонение от номинальной формы, в данном случае – от круглости, включая такие ее составляющие, как гранность и волнистость.

Входным сигналом первичного оптического преобразователя является зависимость распределения мощности пучка света, отраженного от контролируемой поверхности, на фотоприемнике от времени.

Выходными сигналами в кругломере является величина отклонения от круглости, а также волнистость радиального профиля. Выходной сигнал представлен в виде кода — графиками и текстовыми символами на экране дисплея и на бумажном носителе, в пригодном для восприятия человеком оператором виде. Выходной сигнал также представлен в виде компьютерного файла в кодировке ASCII.

Задачи исследований

Во-первых, нужно сравнить между собой полученные статистические оценки результатов измерений, числовые оценки этих результатов и погрешности результатов единичных измерений по серии выполненных повторных измерений одной и той же детали по одному и тому же профилю – по дну желоба дорожки качения внутреннего кольца шарикоподшипника типа 201.

Во-вторых, нужно сравнить между собой результаты единичного измерения, обработанные этими двумя программами.

Это позволяют сделать имеющиеся у нас данные, полученные при одинаковом начальном положении одной и той же контролируемой детали в сканере.

Результаты также нужно сравнить с допусками на контролируемые параметры [4] и требованиями к погрешности измерений [5] в данной задаче.

Также сравним полученные статистические результаты с расчётами, полученными на известной программе MatStat.

Результаты исследований

В исследованиях статистических характеристик измерений (см. рис. 1 и табл. 1) были использованы результаты серии измерений с кольца, имевшего типичный дефект формы (по измерениям на Talyrond 53, выполненнм на Самарском подшипниковом заводе СПЗ-4, волнистость от 0,3 до 0,35 мкм).

Радиус желоба 8,34 мм, дискретность 600 шагов на профиль, длина волны лазера 0,78 мкм, расстояние от оси вращения кольца до фоточувствительной поверхности 35 мм, угол падения сканирующего луча света 55°.

Зона неопределенности (доверительный интервал) статистических результатов для программы А больше на 3%, а для программы Б меньше 8% в сравнении с программой MatStat. Различие средних значений составляло одну десятую от С. К. О

По измерению единичного радиального профиля (см. рис. 2 и табл. 2): были использованы результаты измерений радиального профиля той же детали.

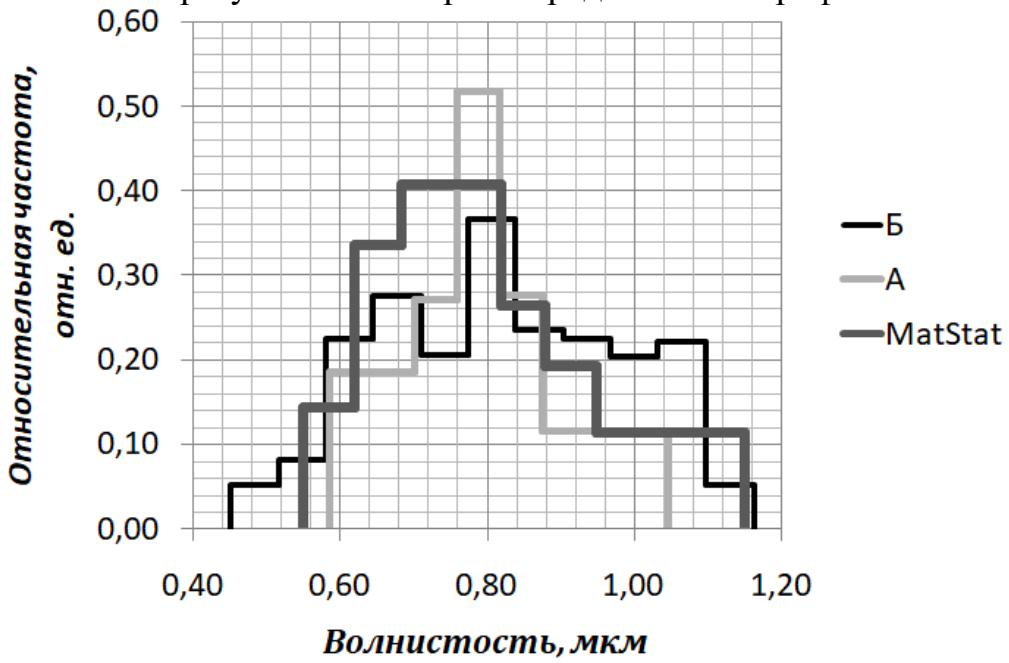


Рисунок 1 – Интервальный статистический ряд

Таблица 1 – Результаты измерений

Программа обработки измерений	Среднее значение, мкм	С. К. О., мкм	Доверительный интервал, мкм
А	0,79	0,11	0,38
Б	0,80	0,15	0,34
MatStat	0,79	0,11	0,37



Рисунок 2 – Круглограммы, полученные программой А и Б

Таблица 2 – Результаты измерений

Программа обработки измерений	Волнистость, мкм
А	0,94
Б	0,85

Обсуждение

Результаты измерений удовлетворительно совпадают друг с другом. Имеющиеся различия удовлетворительно объясняются разностью в количестве интервалов статистического ряда, выбранные авторами программы и нижним и верхним пределами статистичесого ряда, также рекомендуемые выбирать с некоторым произвольным отступом от мимимального и максимального числа в статистической выборке. Погрешность измерений оказалась значительно больше требований к предельной погрешности измерений, предъявляемым к кругломерам второго класса точности (радиальное биение 0,12 мкм). В то же время оно находится в близи верхнего предела допуска волнистости для части квалитетов контролируемых деталей (от 0,05 до 0,6 мкм). Следует учесть, что компоненты исследуемого прибора могут быть выбраны со значительно лучшими техническими характеристиками, что может значительно уменьшить погрешность измерений, и достичь пределов кругломеров 1 класса точности (предел допустимых радиальных биений 0,05 мкм), что удовлетворительно согласуется с результатами, полученными авторами ранее [6], когда данные получали с неподвижной детали, оценка погрешности измерения волнистости тогда была 0,05 мкм. При этом радиальный профиль получался виртуально.

Различие в величине волнистости, полученной с одного радиального профиля, при одних и тех же данных, но с помощью разных исследуемых программ, было 9%, что можно объяснить различием в точности вычислений в указанных программах. Форма профиля обеими программами получилась практически совпадающей.

Заключение

Исследованы две экспериментальные программы, обрабатывающие данные сканера экспериментального лазерного кругломера. Проведены статистические измерения волнистости из серии повторных измерений, а также сравнены результаты, полученные с одного радиального профиля с типичным дефектом.

Статистические расчёты, выполненные по двум исследуемым программам, а так же отдельные круглограммы показали удовлетворительно качественное и количественное сходство, с учетом допусков на контролируемые параметры и требования к погрешности измерений, учитывая имеющиеся на сегодня уровень разработки прибора и его дальшейшие перспективы.

Литература

1. СТО СГАУ 02068410-009-2007. Обработка и оформление результатов измерений [Текст]. - Взамен СТП КуАИ 144-5-88; введ. 2007-11-01. - Самара : СГАУ, 2007. - IV; 33 с. - (Комплексная система управления качеством деятельности вуза).

2. Осипович, И. Р. Интерферометрический метод контроля формы асферических поверхностей качения прецизионных подшипников [Текст] / И. Р. Осипович, Д. Т. Пуряев // Вестник Московского государственного технического университета. Сер. Приборостроение. 1999. Вып. 3. С. 65 – 75, 128.

3. Заякин, О. А. Получение профилей и контурных картин поверхностей вращения способом триангуляции с использованием зеркально отраженного излучения. [Текст] / О.А.Заякин // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки. - 2007. - №2 (15). - С. 95 - 101.

4. Методика измерения отклонений от круглости и шероховатости поверхности деталей подшипников качения [Текст]. Руководящий документ РД 37.006.106.90 Согласован. - М.: НПО ВНИПП, 1990. - 40 листов.

5. ГОСТ 17353-89. Приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения. Типы. Общие технические требования [Текст]. - Введ. 1991 01 01; ИУС2-96, утв. в декабре 1995 г. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. - 9 с.

6. Белопухов, В. Н. Комплекс программных средств для исследования погрешности измерений экспериментального лазерного кругломера [Текст] / В. Н. Белопухов, О. А. Заякин, А. В. Манухин, А. А. Ростов // Программные продукты и системы. - 2018. - Т. 31, №1. - С. 561 - 566.

И.А. Рыбакова , В.Ю. Лабыскин

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИРАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА И РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

В современном мире активно ведется автоматизация различных видов деятельности. Для выполнения ряда задач автоматизации широко применяются технологии машинного зрения и алгоритмы распознавания образов. Область применения таких программных средств достаточно широка: анализ изображения с камер видеонаблюдения, обработка данных с камер летательных аппаратов, автоматическое выделение приоритетных областей на разного рода снимках, разработка ПО автопилотирования беспилотных летательных аппаратов.

Для получения быстрого и точного результата анализа обрабатываемого изображения целесообразно использовать методы и принципы, решающие задачи распознавания изображения по выстроенному оптимальному алгоритму [5].

Методы и принципы распознавания образов

Для распознавания образов существует 3 основных метода:

1. Метод перебора вида объекта под различными углами, масштабами, смещениями и т. д. Для букв так же необходимо перебирать шрифт.
2. Метод поиска контура объекта и исследования его свойства (связность, наличие и количество углов и т. д.)
3. Использование искусственных нейронных сетей. Этот метод требует большого количества примеров задачи распознавания, на которых нейронная сеть сможет научиться правильно распознавать образы.

Так как основными ограничителями по качеству работы распознавания контуров являются скорость работы и достоверность результирующего контура, построение алгоритма распознования изображения базируется на методе поиска контура объекта. Несмотря на значительную скорость работы нейросетей, они зависимы от обучающей базы, которая в свою очередь достаточно массивна [5].

Для удобства обработки изображения была взята библиотека OpenCV (Open Source Computer Vision Library). Данная библиотекаимеет множество алгоритмов компьютерного зрения и является ополагающей базой для разработки подобного рода ПО.

Построение алгоритма анализа и распознавания изображения на основе метода поиска контура объекта и исследования его свойств

Для правильного выделения контура необходимо выявить признаки, однозначно отличающие искомые пустоты объекта (являющиеся результатом поиска) от любых других возможных пустот. Таким образом, объект кадра должен иметь следующие свойства:

- являться четырёхугольником (4 грани): прямоугольник (в нормальном отображении окна) или трапеция (в перспективном отображении окна);
- наиболее высокую яркость области в сравнении с другими объектами;
- меньшую яркость соседних пикселей (по отношению к контуру).

Для удобства обработки используются несколько фреймов (кадров) из всего видеопотока с камеры. Каждый фрейм представляет собой RGB изображение с 8-битной глубиной цвета и разрешением 648 (ширина) на 486 (высота) пикселей.

Алгоритм разбивается на несколько этапов обработки изображения:

1. Нахождение размеров кадра (высота и ширина в пикселях).

Разрабатываемый алгоритм является универсальным, т.е. подходящим для изображений различного разрешения (для различных видеокамер). В связи с этим на первом шаге необходимо проверить размеры полученного изображения.

2. Преобразование изображения в оттенки серого.

Для облегчения бинаризации и получения более точного результата необходимо провести преобразование в оттенки серого. В качестве функции, преоб-

разующей изображение в градации серого, используется функция библиотеки «OpenCV» [3].

3. Размытие изображения по Гауссу.

С целью уменьшения резкости с границ объектов, в алгоритме используется размытие изображения по алгоритму Гаусса из библиотеки «OpenCV». В качестве параметров указывается размер ядра размытия[3].

4. Бинаризация изображения

Бинарное изображение - разновидность изображений, когда каждый пиксель может представлять только один из двух цветов, в данном случае – белый или черный.

Перевод изображения в бинарный формат используется с целью определения светлых и тёмных участков изображения. В качестве параметров указывается центр бинаризации (127) – граница яркости, по которой цвета разбиваются на черный и белый и верхний порог бинаризации (255) [4].Значение данного параметра является верхней границей яркости.

5. Распознавание контуров фигур на изображении.

Обнаружение контуров основывается на алгоритмах, которые выделяют точки цифрового изображения. В таких точках резко изменяется яркость, или имеются другие неоднородности.

Подходящим алгоритмом является алгоритм Кэнни [1]. Применяется оператор обнаружения границ (контуров) изображения, полученного из видеопотока камеры.

6. Применение закрытия контуров на изображении.

В ходе предварительной обработки зачастую одним из результатов является неоднородность контура. Для того чтобы избавится от подобного искажения, применяется алгоритм закрытия. Данная операция проводится на бинарных изображениях с целью избавления от разрывов в контурах фигур, тем самым убрав дефекты обнаружения.

7. Поиск контуров.

Выделение контуров в отдельный массив производится после того, как все контуры становятся закрытыми. Данная операция реализуется за счет использования функций библиотеки «OpenCV» [2].

8. Выбор контуров удовлетворяющих условиям

Для правильной выборки проводится анализ каждого найденного контура на соответствие заданным условиям.

Первоочередно выделяют из списка контуры с 4 гранями. В связи с тем, что контур представлен массивом, для продолжения анализа его предварительно необходимо аппроксимировать. Именно для этого используется функция approxPolyDP из библиотеки «OpenCV» [4]. В качестве параметров используется:

- контур, в виде объекта класса «numpy array»;
- максимальное расстояние между исходной кривой и ее аппроксимацией (позволяет задать точность приближения);

- параметр, определяющий закрытие контура. При задаваемом значении true, в приближенной кривой первая и последняя вершины будут соединены.

Результатом аппроксимации является список вершин контура. Таким образом, происходит проверка первого условия: контур является четырехугольником. Но если контур имеет более 4 граней, его анализ прекращается.

Последним действием анализа является сверка соседних с контуром пикселей. В соответствии с условием они должны быть черного цвета. С целью упрощения проверки данного условия, проверяются только те пиксели, которые находятся по координатам (x-d, y+d) и (x+d,y-d), где

- (x,y) координаты вершины,
- d – расстояние проверки.

Признак объекта нарушается, если пиксели, подвергшиеся проверки имеют иной цвет, отличный от черного. Если же все условия выполнены, искомый контур найден.

Данный алгоритм был протестирован на наборе изображений, в каждом из которых был безошибочно найден искомый контур. Результат тестирования представлен на рис 1.

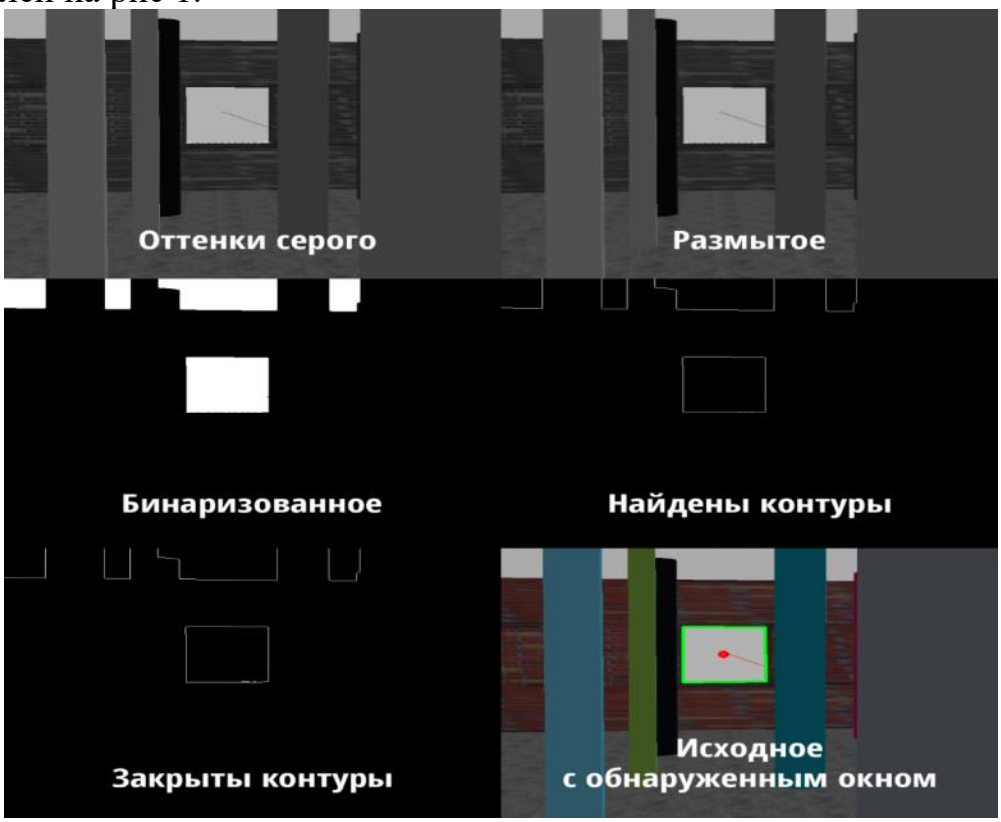


Рис. 1. Граница эффективности выхода Y3 к входу X3

Способ улучшения результата

В ходе тестирования алгоритма были выявлено, что проведение бинаризации по жесткому пороговому значению может привести к неточностям.

Для решения данных проблем было предложено проводить предварительный анализ с целью выявления пороговых значений для данного изображе-

ния и использование полученных значений при бинаризации. Данный факт позволит наиболее корректно проводить бинаризацию изображения.

Заключение

На основании проведенного анализа методов разработки и их основных принципов, разработан алгоритм распознавания объектов. Применение подобного алгоритма позволяет, с высокой точностью определять наличие пустот объекта. Алгоритм универсален и с легкостью может быть встроен в уже готовое ПО.

Литература

1. Лбов Г.С., Бериков В.Б. Устойчивость решающих функций в задачах распознавания образов и анализа разнотипной информации. - Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2005. - 218 с.

2. Кэлер А., Брэдски Г. Изучаем OpenCV 3 = Learning OpenCV 3. - М.: ДМК-Пресс, 2017. - 826 с.

3. Буэно, Суарес, Эспиноса. Обработка изображений с помощью OpenCV = Learning Image Processing with OpenCV. - М.: ДМК-Пресс, 2016. 210 с.

4. Официальная документация к библиотеке OpenCV/ Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: https://docs.opencv.org/- Загл. с экрана.

5. Теория распознования образов Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki - Загл. с экрана.

В.Б. Сахибазарова, М.А. Кудрина

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФРАКТАЛЬНОГО СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(Самарский университет)

В настоящее время при передаче данных по сети учитываются два критерия: скорость передачи информации и объем передаваемых данных. Необходимо передать как можно больше информации в сообщении наименьшего размера. В случае передачи графической информации используются различные методы сжатия изображений для уменьшения объема передаваемых данных.

В данной работе рассматривается алгоритм фрактального сжатия изображений, основанный на том, что мы представляем изображение в более компактной форме – с помощью коэффициентов системы итерируемых функций Iterated Function System (IFS). IFS представляет собой набор трехмерных аффинных преобразований, переводящих одно изображение в другое. Преобразованию подвергаются точки в трехмерном пространстве (x_координата, y_координата, яркость) [1].

По своей сути, фрактальное сжатие (или фрактальная компрессия) – это процесс поиска самоподобных областей изображения и определения для них параметров аффинных преобразований.

Общий алгоритм фрактального сжатия представлен на рисунке 1.

Степень схожести рангового и доменного блока вычисляется как среднее квадратическое отклонение (СКО):

$$\sum (x_{\text{дом}} - x_{\text{блк}})^2 < \varepsilon_{\text{доп}} \quad (1)$$

где $x_{\text{дом}}$ – точка в домене; $x_{\text{блк}}$ – точка в блоке; $\varepsilon_{\text{доп}}$ – пороговое значение «похожести».

Подходящий доменный блок может выбираться несколькими способами:

1) Первый встречный доменный блок, удовлетворяющий условие формулы 1. Если ни один доменный блок не удовлетворяет условию:
   a. Берем доменный блок с минимальный СКО;
   b. Разбиваем ранговый блок на 4 блока и для каждого из них ищем подходящий доменный блок.
2) Доменный блок с минимальным СКО;

Для ускорения процесса сжатия можно выделить 2 подхода:
1) Предварительная классификация блоков [2];
2) Метод «эталонного» блока.



Рисунок 1 – Общий алгоритм фрактального сжатия

Данные методы напрямую применяются для сжатия изображения в градациях серого, а при сжатии цветного изображения доменный блок ищется отдельно для каждой цветовой компоненты.

Для проведения текущего исследования была разработана программа, реализующая вышеперечисленные методы. Исследование проводилось над изображением размером 160×160 пикселя, размером рангового блока 2, 4, 8 и 16 пикселей. Исследовалась зависимость времени сжатия от выбранных методов сжатия и предварительной обработки блоков

Результаты исследований можно видеть на следующих рисунках.

Из рисунка 2 можно сделать вывод, что наибольшую скорость сжатия мы получаем при выборе первого подходящего доменного блока, а набольшее ускорение дает использование классификации разницей граничных значений яркости блока. Из рисунка 3 видно, что с увеличением количества ранговых блоков эталонный метод сравнивается по времени с классификационным методом. Рисунок 4 подтверждает что скорость сжатия цветного больше скорости сжатия изображения в оттенках серого, хотя зависимость от размера рангового и не прямо пропорциональна.

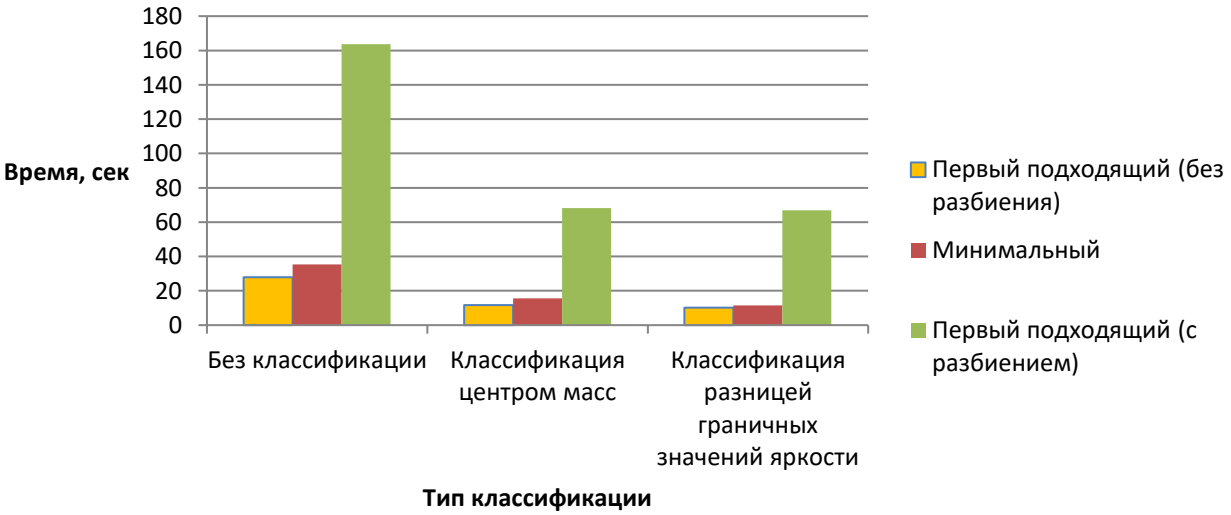


Рисунок 2 – Зависимость времени компрессии изображения от метода выбора подходящего доменного блока и типов классификации

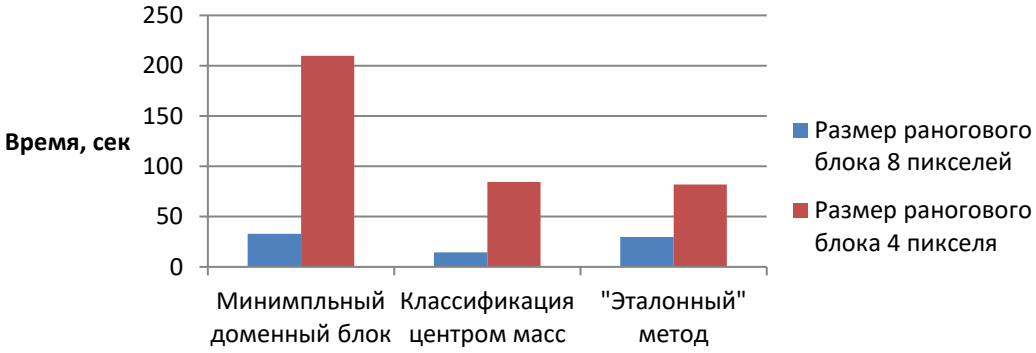


Рисунок 3 – Зависимость времени компрессии изображения от выбранного метода

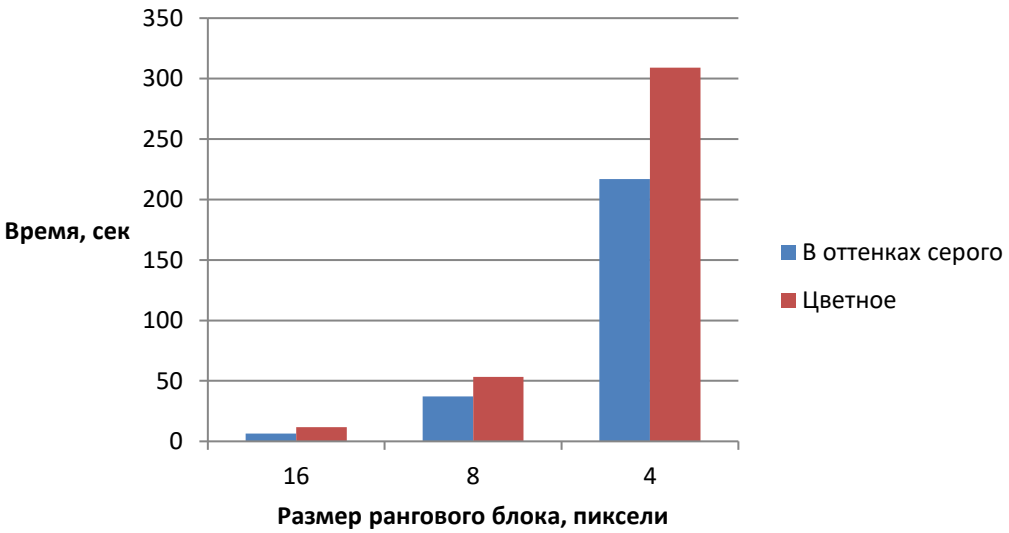


Рисунок 4 – Зависимость времени компрессии изображения от размера рангового блока и типа изображения

Литература

1. Кудрина М.А., Климентьев К.Е. Компьютерная графика. – Издательство СГАУ, 2013. – 140 с.

2. Ансон Л., Барнсли М. Фрактальное сжатие изображения //Мир ПК, 1992, № 4, с. 52 – 58.

А.Д. Скоков

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПОПУЛЯЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-МЕТОДОВ

(Самарский университет)

Вопрос о распространении и взаимодействии самоpазмножающихся объектов в настоящее время невозможно обойти стороной. Под самоpазмножающимися объектами понимаются объекты реального мира, обладающие свойством самоpепликации, которое передается от объекта к объекту при взаимодействии. Различные вирусы (компьютерные, мобильные, инфекционные и другие) как раз являются примерами таких объектов. Для описания распространения и взаимодействия подобного рода объектов как нельзя лучше подходят графы различного вида. Вирусы окружают человека повсюду, и изучение их распространения является очень важной задачей.

Чаще всего работы, посвященные изучению данной проблемы, решают такие задачи, как исследование поведения вредоносной программы, инфекционного вируса при некоторых заданных условиях. При этом объектом рассмотрения является асимптотическое поведение самоpазмножающихся единиц. А это означает, что игнорируются важные факторы: неоднородность

среды распространения, непостоянство условий распространения во времени. Эти факторы могут быть учтены введением в модели распространения саморазмножающихся объектов «геометрических» и «географических» аспектов.

Целью работы является построение графовых моделей популяций, которые позволяют моделировать распространение эпидемий «мобильных червей», инфекций, передающихся между живыми организмам, с применением методов, используемых в геоинформационных системах (ГИС). Особенностью эпидемий подобного рода в первую очередь является возможность передачи свойства саморепликации лишь на ограниченное расстояние. Использование методов, применяемых в ГИС, позволит учитывать географические особенности территории распространения.

ГИС – это автоматизированная интегрированная информационная система, предназначенная для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация. Одним из основных принципов организации пространственной информации в ГИС является послойный принцип [1]. Технологически организация слоев основана на типизации данных (рисунок 1).

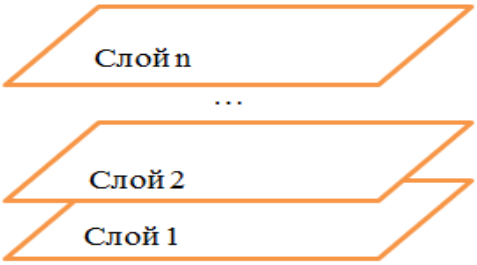


Рисунок 1 – Послойный принцип организации информации

В системе используется двухслойная структура организация пространственной информации: первый слой представляет собой карту местности, а второй – объекты, взаимодействие между которыми рассматривается в процессе моделирования.

В работе используется случайный «геометрический» граф (RGG) как наиболее близкая абстракция для сетей, моделирующих среду обитания подобных вирусов (рисунок 2).

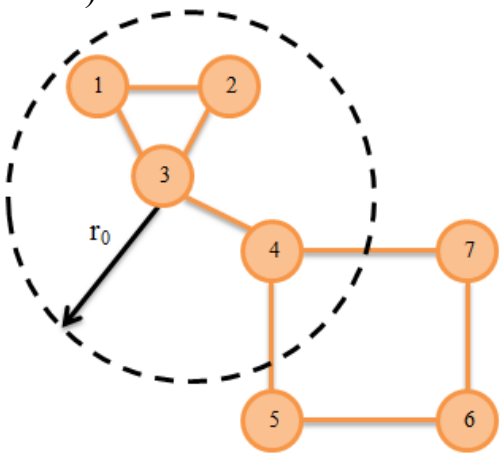


Рисунок 2 – Случайный «геометрический» граф

В построении графа со случайной геометрией участвуют «координаты» узлов. Например, если считать, что граф размещен в единичном квадрате, тогда каждому узлу приписываются координаты, представляющие собой равномерно распределенные на интервале [0…1] случайные величины. Затем для каждой пары узлов с индексами i и j рассчитывается «расстояние» r, и ребро между узлами проводится в том случае, если расстояние между ними не превышает заранее назначенного «радиуса» r_0 [2].

Расстояние r при этом рассчитывается по формуле:

$$r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

где x_1, x_2 – координаты по оси абсцисс, y_1, y_2 – координаты по оси ординат.

Граф в системе строится на основе «полуавтоматической» раскраски, принцип которой заключается в следующем:

9. клетка, в которой произведен клик мышью, помечается выбранной из «палитры» плотностью (например, максимальной);
10. ближайшие соседи помечаются уменьшенной на 1 градацию (например, средней) плотностью;
11. соседи соседей помечаются уменьшенной на 2 градации (например, малой) плотностью;
12. при этом действует принцип сложения плотностей.

Объекты в системе могут находиться в одном из двух состояний:

1. S (Susceptible) – здоровый и восприимчивый к заражению;
2. I (Infected) – зараженный.

Смена состояний возможна лишь в одном направлении (рисунок 3).



Рисунок 3 – SI-модель эпидемии

На рисунке 4 представлены результаты работы системы по моделированию начального распространения экземпляров вирусов, соответствующего какой-либо местности. При этом в качестве «шаблона» для заполнения используются изображения карт и схем, которые могут быть составлены самостоятельно или зашружены из Интернета.

При этом матрица смежности полученного графа может быть сохранена в файл и использоваться для моделирования распространения инфекций в динамике.

В будущем планируется добавить в систему больше различных состояний объектов, топологий графов. Также будут изучены однофакторные и двухфакторные модели скорости распространения вирусов. Все это позволит моделировать разнообразные по своим характеристикам эпидемии.



Рисунок 4 – Построение графовой модели на примере карты кампуса Самарского университета

Литература

1. Бугаевский, Л.М., Цветков, В.Я. Геоинформационные системы [Текст]: учебное пособие для вузов/Л.М. Бугаевский, В.Я. Цветков. – М.: Златоуст, 2000. -222 с., ил.

2. Климентьев, К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста [Текст]. – М.: ДМК-Пресс, 2013. -656 с.

С.Ю. Самароков

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАЩИТА ДАННЫХ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ ОС ANDROID

(Самарский университет)

Мобильные устройства являются неотъемлемой частью современного мира. В настоящее время сложно представить современного человека, который бы существовал без портативного устройства – телефона, смартфона, планшета, умных часов – подключенного к сети Интернет. На сегодняшний день мобильные устройства предназначены не только для ведения телефонных переговоров и отправки сообщений, они способны создавать, обрабатывать, хранить и передавать огромное количество информации.

Как и любая информационная система, мобильные системы связи подвержены атакам нарушителей информационной безопасности, реализующим угрозы и уязвимости [3]:

– кража или утеря мобильного устройства;

– несанкционированный доступ;

– целенаправленная кража мобильного устройства с целью получения доступа к данным;

– атака вредоносного ПО;

– фишинговая атака.

В целях обеспечения безопасного хранения конфиденциальной информации на мобильном устройстве рекомендуется использовать такие методы как [5]:

– блокировка экрана;
– использование PIN кодов и паролей;
– использование всевозможных антивирусных средств защиты;
– обновление ПО мобильных устройств;
– шифрование данных.

Однако они не всегда достаточны.

Одним из наиболее эффективных методов защиты конфиденциальных данных является применение шифрования [6]. Современные мобильные ОС поддерживают функцию шифрования приватной информации [2]. Однако не все производители мобильных устройств позволяют пользователю в полной мере использовать данный функционал. В этом случае возникает необходимость в использовании сторонних приложений для защиты данных. Однако, часто это бывает неудобным, либо даже невозможным. Поэтому возникает потребность в интеграции используемой системы с системой, обеспечивающей защиту данных.

Одним из решений данной проблемы является разработка мобильного приложения, которое будет, в общем виде, позволять пользователям: создавать информационный файл, шифровать данные для хранения или предачи по незащищенному каналу, производить дешифрование данных для отображения.

Мобильные устройства оперируют широким набором данных разного формата и типа. Однако наиболее распространенными в использовании являются аудиофайлы. Их можно легко создать с помощью встроенного в систему диктофона, передать по сети Интернет, неоднократно использовать для прослушивания на различных типах устройств.

В качестве решения разработана автоматизированная система защиты данных на мобильных устройствах, реализующая следующие функции:

– создание аудио файла средствами встроенного в систему диктофона;
– генерирование хеш-функции ключа шифрования по алгоритму MD5;
– шифрование аудиоданных алгоритмами TEA и RC4;
– сохранение данных в файл зашифрованного формата;
– дешифровка зашифрованных файлов;
– проверка целостности данных.

Наиболее рациональным применением для шифрования данных на мобильных устройствах является применение криптоалгоритмов с засекреченным ключом шифрования. Поскольку алгоритмы криптографии с открытым ключом обычно требуют дополнительной вычислительной мощности, их стоит использовать рационально, чтобы избежать быстрого разряда АКБ мобильного устройства.

Особенность симметричных криптосистем состоит в том, что для шифрования информации и ее последующего дешифрования используется один и тот же ключ. Алгоритм воздействия на передаваемые данные может быть известен посторонним, однако он зависит от секретного ключа (рисунок 1). Для предотвращения несанкционированный доступа к зашифрованной информации ключ должен быть засекречен.

В качестве алгоритмов шифрования автоматизированной системы криптографической защиты данных выбраны алгоритмы RC4 и TEA [1,4]. Так как данные алгоритмы легко реализуемы и обладают высокой скоростью шифрования за счет того, что основаны на простых математических операциях (побитового сдвига, xor и т.д.).

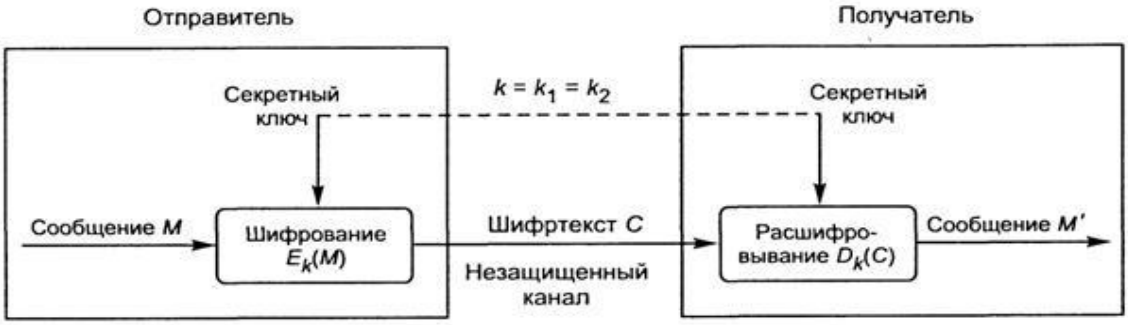


Рисунок 1 – Обобщенная схема симметричной криптосистемы шифрования

Система выполняет функции по шифрованию аудио данных. Следовательно, имеет место потребность в наличии файла, содержащего закодированную информацию, который должен отвечать требованиям системы. Для этого была разработана структура файла, построенная на основе структуры WAV-файла (рисунок 2).

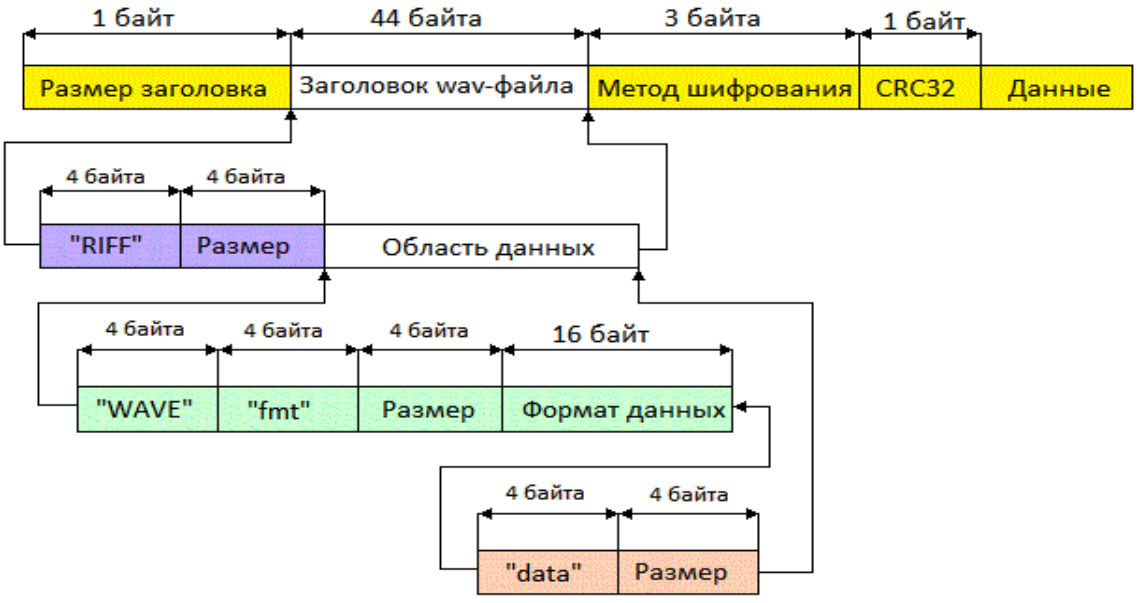


Рисунок 2 – Структура зашифрованного файла

В дальнейшем планируется реализация возможности сокрытия зашифрованных данных посредством алгоритмов стеганографии, а также внедрение в систему функции добавления в зашифрованный файл скрытых цифровых водяных знаков. В итоге, конечный круг реализованных функций позволит снизить вероятность несанкционированного доступа к данным, и как следствие, повысить уровень её защищенности.

Литература

1. Панасенко, С. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник [Текст] / С. Панасенко. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2009. – 578 с.

2. Глухих, В.И. Информационная безопасность и защиты данных [Текст] / В.И. Глухих. – ИГТУ, 2011. – 248 с.

3. Блог Лаборатории Касперского [Электронный ресурс]. – URL: https://blog.kaspersky.ru/encryption-reasons/879/

4. Криптография и защита данных [Электронный ресурс]. – URL:http://www.crypto.com/report.html

5. Мобильная безопасность: Защита мобильных устройств в корпоративной среде [Электронный ресурс]. –URL: https://xakep.ru/2011/10/13/57058/

6. Шнайер, Б. Прикладная криптография [Текст] / Брюс Шнайер. – Триумф, 2012. – 815 с.

А.А. Сытник, И.В. Гвоздюк

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К АВТОМАТНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПОВЕДЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А)

Конечные автоматы составляют один из важнейших классов математических моделей для дискретных систем с конечным множеством состояний. Практическое и теоретическое значение автоматных моделей в решении задач проектирования и эксплуатации информационно-коммуникационных систем, формальных языков и трансляторов стало причиной интенсивных исследований по теории автоматов. Конечные автоматы, по сути, являются, практически, единственной математической моделью, способной эффективно использоваться при ппопытках формализации сложных информационных систем и программного обеспечения. Разнообразие возникших задач, подходов к их решению, научных позиций исследователей привело к выделению классов автоматов (автоматы типов Мили и Мура, автоматы Медведева, автономные автоматы, автоматы с конечной глубиной памяти, (n, m, l) – автоматы и т.д.), а также к разработке различных математических способов их задания (табличное задание, графы автоматов, автоматные матрицы, логические уравнения, формулы языка регулярных выражений, задание автомата композицией автоматов).

В данной статье исследуется задача распознавания автомата в заданном конечном семействе КДА $\alpha = \{ A_i \}_{i \in I}$, где для каждого $i \in I$ $A_i = (S_i , X, Y, \delta_i , \lambda_i)$, средствами условного эксперимента со специальным типом функционирования - функционирования на основе приложения чередующихся периодических входных последовательностей

$$P_1^{m_1} \; P_2^{m_2} \; \dots \; P_\alpha^{m_\alpha} , \text{ где } \; P_j^{m_j} \in X^* , \; m_j \in R^+ , \; 1 \le j \le \alpha .$$

Для интерпретации в приложениях в условия задачи неявно включается предположение о том, что автоматы из семейства α имеют множества состояний S_i, $i \in I$, с большим числом элементов. Разрабатываемый метод распознавания ориентируется на обоснованное сокращение множества состояний, реакции на которые учитываются при реализации метода распознавания (а не при построении распознающего эксперимента).

В данной работе, в отличии от теоремы Э.Мура явно выделяются свойства, на которых базируется решение установочной задачи:

- совпадение p - приемников у различных состояний автомата;
- несовпадение наблюдаемых реакций на одно и то же входное слово для различных состояний.

Первое свойство в частных случаях позволяет решать установочную задачу без наблюдения выходных слов. Критерием такого решения установочной задачи является условие

$$(\forall s , s` ) ( \exists \; p \in X^* ) \;\; \delta ( s , p ) \ne \delta ( s` , p).$$

Второе свойство оказывается основным и существенным при сведении распознавания автомата в заданном семействе автоматов к установочной задаче для "расщепляемого" (по А.Гиллу) автомату для семейства. В теореме 13 представлены оба случая проявления свойств состояний автоматов.

Исследованный метод впервые был указан в работе А.М. Богомолова и В.А. Твердохлебова [7]. В этой работе (теорема 23) показана общая структура процесса функционирования конечного детерминированного автомата под воздействиями периодических последовательностей. Здесь же приводится пример исключения из анализа вершин, не входящих в циклы, порождаемые приложением периодических последовательностей. Полного исследования, отвечающего на вопросы:

- как выбирать входные слова для формирования периодических входных последовательностей?
- для каких автоматов метод эффективен?
- как строить эксперимент по распознаванию автомата на основе приложения периодических входных последовательностей?
- какими алгоритмами возможна реализация условного эксперимента, построенного на основе этого метода?

- как оценить "неполноту" метода по отношению к методу (теоретически предполагаемых) установочного дерева?

На эти и другие вопросы в указанной работе ответов нет. В ряде дальнейших исследований, рассматриваются технические аспекты контроля и диагностирования с приложением периодических входных последовательностей. Однако окончательной теоретической проработки указанного подхода к диагностированию не содержится.

Закономерность связи ограничения воздействий на вход автомата (например, сведением к воздействию периодическими входными последовательностями) с ограничениями на функционирование и реакции автомата отмечалась специалистами по технической диагностике, но систематического исследования, закрывающего проблему, нет. В диссертации разработан метод периодических воздействий на вход автомата с целью выделения фрагментов его функционирования, позволяющих сокращать объем анализируемой информации с наименьшей (для периодических воздействий) потерей эффективности распознавания автомата в заданном семействе автоматов. Специфическим является сокращение анализируемой (и требующей построения) информацией как при разработке условного эксперимента, так и информации, используемой при фактическом проведении условного эксперимента.

При построении для конечного детерминированного автомата $A = (S, X, Y, \delta, \lambda)$ графа Gp зацикливания автомата по периодической входной последовательности p^m характерными путями в графе являются :

- пути с наибольшей длиной m_1 в цикле графа;
- пути длины $m = m_1 + m_2$ в графе Gp.

Информацию о заключительном состоянии автомата, получаемую как наблюдаемую реакцию на входную последовательность p^m, представляет слово $\lambda^0 (\delta (s, p^{m1}), p^{m2})$, где s - состояние, p^m преемником которого является заключенное состояние. Выходное слово по предположению определяется как проекция слова $\lambda (\delta (s, p^{m1}), p^{m2})$.

Ранее проекцию составляла первая буква, то есть $pr_1 \lambda (\delta (s, p^{m1}), p^{m2})$.

Это не обязательное ограничение. В общем случае будем рассматривать в качестве характеристики заключительного состояния слово

$$pr_{i, i2 .. ik} \lambda (\delta (s, p^{m1}), p^{m2}) ,$$

где $1 \le i_1 < i_2 < ... < i_k \le |p^{m2}|$ и $1 \le k \le |p^{m2}|$.

При решении задачи распознавания автомата в конечном семействе конечных детерминированных автоматов $\alpha = \{A_i\}_{i \in I}$, где для каждого $i \in I$ $A_j = (S_j , X, Y, \delta_j , \lambda_j)$ одним из фундаментальных методов является сведение задачи к установочной задаче для расщепляемого (по терминологии А.Гилла]) автомата

$$ą = (\bigcup_{i \in I} S_i , X, Y, \bigcup_{i \in I} \delta_i , \bigcup_{i \in I} \lambda_i)$$

В случае, когда множеств состояний $S = \bigcup_{i \in I} S_i$ расщепляемого автомата ą велико, практическое решение задачи распознавания (например, при техниче-

ском диагностировании на основе распознавания автоматов) оказывается невозможным. При сохранении основных идей, на которых построено сведение задачи, можно распознавать конечный детерминированный автомат приближенно с сокращением числа анализируемых состояний представленный конечным недетерминированным автоматом. На принципиальную возможность разработки такого метода указано в работе А.М. Богомолова, В.А. Твердохлебова [7].

Пусть $A = (S, X, Y, \delta, \lambda)$ - конечный детерминированный автомат. Как показано в работе [4], для любого входного слова $p \in X^*$ связи состояний из множества состояний S, представленные состояниями и их p - преемниками, определяются графом со свойствами:

- граф имеет конечное число связных подграфов;
- каждый подграф обязательно имеет один цикл (или петлю), каждая вершина которого может быть корнем дерева:
- граф ориентированный с направлением дуг от висячих вершин деревьев к их корнями с обходом контуров.

Основная идея сокращения числа состояний автомата, требующих анализа при распознавании, состоит в исключений из анализа всех вершин деревьев, кроме корней деревьев. Корни деревьев образуют циклы или петли. Следовательно, в предлагаемом методе распознавания анализируется наблюдаемое поведение автомата, представленное циклами и переходимы из одного цикла в другой.

Рассмотрим основные положения метода.

Функционирование автомата на основе его зацикливания.

Пусть $A = (S, X, Y, \delta, \lambda)$ - конечный детерминированный автомат. Во множестве вариантов его функционирования выделим такие, которые определяются следующими ограничениями:

1. К автомату A прикладываются только периодические входные последовательности вида p^m , где $p \in X^*$ и $m \in N^+$.
2. При эксперименте с автоматом A наблюдаются только некоторые выходные сигналы, выдаваемые автоматами при изменении его состояний в цикле.

Таким образом, функционированию автомата сопоставляется его проекция, в которой представлены

- связи состояний s и $\delta (s, p)$.
- выходные слова, образованные выходными сигналами $pr_{|p|}$ $\lambda (s, p)$ для состояний, входящих в цикл.

Сокращение действий по наблюдению и анализу выходных сигналов, выдаваемых автоматом до достижения циклов и наблюдение только последнего выходного сигнала для каждого приложения слова p, связано с потерей информации об объекте эксперимента.

В связи с этим возникают новые критерии существования решений установочных задач и задач распознавания автоматов, новые методы построения

экспериментов и оценок их длины. Выделяются критерии эффективности методов.

Основную идею разработанного метода составляет построение по заданному конечному детерминированному автомату $A = (S, X, Y, \delta, \lambda)$ такого автомата Ω , у которого:

1. Входными сигналами являются слова $p_i \in X^*$ используемые как периоды периодических входных последовательностей.
2. Выходными сигналами являются слова $q_j \in Y^*$, построенные выделением некоторых выходных сигналов, выдаваемых автоматом при изменении его состояний в цикле.
3. Множеством состояний автомата полагаются только те состояния, которые образуют циклы.
4. Задачи для автомата A решаются как задачи для автомата

$$\Omega = ([S], \{p_i , i \in I\} , \{q_j , j \in J\} , \tilde{\delta} , \tilde{\lambda})$$

где [S] – множество состояний, входящих в циклы, а $\tilde{\delta}$ и $\tilde{\lambda}$ - новые функции переходов и выходов.

Для автомата $A = (S, X, Y, \delta, \lambda)$ используются два способа расширения функции выходов λ. В первом случае функция λ расширяется до функции вида $\lambda : S \times X^* \to Y^*$ по правилу:

$(\forall s \in S) (\forall x \in X) (\forall p \in X^*) \lambda (s, x p) = \lambda (s, x) \lambda (\delta (s, x), p)$

С целью уменьшения объема наблюдаемых выходных сигналов автомата, используется также расширение функции λ до функции $\lambda`$ вида $\lambda` : S \times X^* \to Y$ при котором наблюдается только последний выходной сигнал:

$(\forall s \in S) (\forall x \in X) (\forall p \in X^*) \lambda` (s, x p) = \lambda (\delta (s, p), x)$

где функция δ расширена до функции вида $\delta : S \times X^* \to Y$ по правилу:

$(\forall s \in S) (\forall x \in X) (\forall p \in X^*) \delta (s, x p) = \delta (\delta (s, x), p)$

Предположим, что $X = \{ x_1, x_2 , \dots , x_m \}$.Входная последовательность x^k_i при достаточно большом k (k > n) для любого начального состояния сформирует последовательность состояний

$$s, \delta (s, x_i), \delta (s, x^2_i), \dots , \delta (s, x^k_i), \qquad (1)$$

в которую обязательно входит цикл. Рассматривая последовательность (1), как путь в графе и совмещая все пути с одним и тем же циклом, получаем граф G_{x_i} , состоящий из связных подграфов:

$$G^1_{x_i}, G^2_{x_i}, \dots, G^{w_i}_{x_i}$$

соответственно с циклами $C^1_{x_i}, C^2_{x_i}, \dots, C^{w_i}_{x_i}$.

В предлагаемом методе распознавания поведения автомата A может быть приближено (с потерей некоторых вариантов функционирования) представлено поведением на циклах $C^1_{x_i}, C^2_{x_i}, \dots, C^{w_i}_{x_i}$ и исключением из анализа вершин, не входящих в циклы.

Литература

1. Салин В.С., Папшев С.В., Сытник А.А. Практическое применение метода BorderFlow в задаче автоматизированной семантической кластеризации веб-сайта. // Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки» № 3(27)/2015. ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика». С. 65-73.
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ГОСТ-28806-90: Качество программных средств. Термины и определения // Информационный портал по стандартизации. – Стандартинформ, 2017 – Режим доступа: http://standard.gost.ru/ (дата обращения: 10.01.2017).
3. Alexander A. Sytnik, Sergey V. Papshev. Semantic Segmentation of Hypertext on the Basis of Automata Model. International Journal of Computing Anticipatory Systems, v. 28, 2014, D.M. Dubois (Ed.), CHAOS, Liège, Belgium, ISSN 1373-5411, ISBN 2-930396-17-2. P.109-115.
4. Сытник А.А., Шульга Т.Э. Математические модели адаптивных дискретных систем. Монография //Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2015. 272с. ISBN 978-5-433-2947-2.
5. Сытник А.А. Перечислимость при восстановлении поведения автоматов //Доклады РАН. 1993. Т.238. N1. С.25-26
6. Богомолов А.М., Твердохлебов В.А. Диагностика сложных систем. Киев. Наукова Думка. 1974. 128 с.
7. Богомолов А.М., Твердохлебов В.А. Целенаправленное поведение автоматов. Киев. Наукова Думка. 1975. 123 с.
8. Сытник А.А. Методы и модели восстановления поведения автоматов. //Автоматика и телемеханика. 1992. N 11.

А.А. Сытник, С.В. Папшев, Т.Э. Шульга

ОБ ОДНОМ ПОХОДЕ К СЕМАНТИЧЕСКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

(Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А)

Аннотация – В статье предлагается решение актуальной проблемы семантической кластеризации нетекстовых веб-документов за счет использования статистики посещения и гиперссылок. Результаты дополняют известные методы семантической кластеризации текстовых документов и предоставить возможность классифицировать текстовые и нетекстовые объекты в рамках единой системы на предварительном этапе интеллектуальной обработки данных на основе автоматных моделей.

Ключевые слова – Семантическая кластеризация, семантический веб, гипертекст, нетекстовый документ, автомат, система, модель; алгоритм.

Abstract: The article proposes the solution of the actual problem of semantic clustering of non-text web documents by using statistics of visits and hyperlinks. The results complement the known methods of semantic clustering of text documents and provide an opportunity to classify text and non-text objects within a single system at

the preliminary stage of intellectual data processing on the basis finite-automaton models

Keyword: Semantic clustering, semantic web, hypertext, non-text document, automata, system, model, algorithm.

Объемы информации, представленной в сети Интернет, постоянно растут, экспоненциально увеличивается количество веб-сайтов в сети. Обработка больших объемов информации с целью эффективного извлечения требующихся данных предполагает использование специализированных программных средств поиска и интеллектуального анализа данных (Н. Шедболт, В. Холл, Т. Бернерс-Ли). На предварительных этапах, многие исследователи применяют подход с группированием веб-документов по тематике или близости по смыслу, который принято называть **семантической кластеризацией**.

Решение проблем семантической кластеризации рассматривалось многими зарубежными и отечественными исследователями (О. Замир, О. Эционi, Дж.О. Педерсен, Б. Штайн, Д. Вайсс, Дж. Стефановски, С. Озински, И. Масловска, Б.В. Крофт, М.А. Хёрст, П. Феррагина, С. Карпинето, Д.В. Михайлов, Г.М. Емельянов и другие). В работах указанных авторов, задача семантической кластеризации решается путем смысловой обработки текстов, извлеченных из соответствующих веб-документов. Вместе с тем, вопрос кластеризации нетекстовых веб-документов (например, графических) остается малоизученным, оставаясь при этом актуальным в анализе веб-сайтов. В таких случаях, известные текстовые методы малоэффективны, и для определения семантической близости между нетекстовыми веб-документами требуются новые подходы.

В этой связи, как представляется, может оказаться полезным подход, связанный с учётом статистики числа обращений пользователей к нетекстовым документам. В частности, подобный учёт может расширить возможности графовых моделей в решении задачи семантической кластеризации.

В данной работе предлагается решение проблемы семантической кластеризации нетекстовых веб-документов за счет использования статистики посещения и гиперссылок. Результаты исследования дополняют известные методы семантической кластеризации текстовых документов и предоставить возможность классифицировать текстовые и нетекстовые объекты в рамках единой системы на предварительном этапе интеллектуальной обработки данных. Изложенное позволяет сформулировать следующую цель работы.

В результате проведенного исследования разработана математическая модель гипертекстовой структуры в виде взвешенного редуцированного графа и предложен метод семантической кластеризации гипертекстовой структуры, использующий данные статистики переходов пользователей между страницами сайта.

Метод не анализирует текстовое содержание документов, не требует полнотекстовой индексации и последующего поиска по индексу, что отличает от традиционных методов текстовой кластеризации и повышает его эффективность. Кроме того, предлагаемый метод позволяет осуществить семантическую

привязку нетекстовых документов, что не позволяют делать традиционные методы.

Разработана программная система для автоматизированного построения модели гипертекстовой структуры в виде взвешенного редуцированного графа для гипертекстовой структуры. Данная система может применяться как инструмент для решения прикладных задач в областях проектирования, разработки веб-сайтов, интеллектуальном анализе данных в задачах из области семантического веба.

Кратко перечислим основные полученные результаты:

1) Разработана математическая модель гипертекстовой структуры в виде взвешенного редуцированного графа, отличающаяся учётом статистики наиболее частых переходов пользователей между узлами гипертекста за заданные промежутки времени.
2) Разработан алгоритм вычисления весов дуг графа по данным статистики переходов пользователей между веб-страницами за заданные промежутки времени. Алгоритм применяется в предложенной модели при построении взвешенного графа веб-сайта.
3) Предложена методика оценки эффективности нового метода семантической кластеризации соотнесения найденных кластеров нетекстовых веб-документов с кластерами текстовых документов. Методика включает расчет численных показателей, а также оценки соответствия нетекстовых документов известной тематике.
4) Разработан комплекс программ для автоматизированного построения математической модели веб-сайта с учётом статистики обращений к веб-документам и её последующей кластеризации. Комплекс программ также позволяет рассчитывать численные показатели эффективности нетекстовой кластеризации при сопоставлении с кластерами текстовых документов.
5) На основании предложенной математической модели и разработанного комплекса программ, показана эффективность кластеризации нетекстовых документов с учётом статистики переходов на трёх тестовых примерах реальных веб-сайтов с различной долей нетекстовых веб-документов в них.

На основании разработанных моделей, методов и комплекса программ, предложены практические рекомендации по использованию результатов исследования в решении прикладных задач: в области семантического веба, результаты могут использоваться для программного семантического анализа кластеров страниц веб-документов, в области веб-разработки и проектировании результаты исследования могут содействовать решению задач построения адаптивной навигации, реинжиниринга веб-сайта и оптимизации его логической структуры.

Литература

1. Салин В.С., Папшев С.В., Сытник А.А. Практическое применение метода BorderFlow в задаче автоматизированной семантической кластеризации

веб-сайта. // Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки» № 3(27)/2015. ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика». С. 65-73.

2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ГОСТ-28806-90: Качество программных средств. Термины и определения // Информационный портал по стандартизации. – Стандартинформ, 2017 – Режим доступа: http://standard.gost.ru/ (дата обращения: 10.01.2017).

3. K. Sridevi, R. Umarani, V.Selvi. An Analysis of Web Document Clustering Algorithms. International Journal of Science and Technology. Volume 1 No.6, December 2011, pp.: 275 – 282.

4. Ngomo, A.C.N., Lyko, K., Christen, V.: Coala-correlation-aware active learning of link specifications. In: The Semantic Web: Semantics and Big Data, pp. 442–456.Springer (2013).

5. Alexander A. Sytnik, Sergey V. Papshev. Semantic Segmentation of Hypertext on the Basis of Automata Model. International Journal of Computing Anticipatory Systems, v. 28, 2014, D.M. Dubois (Ed.), CHAOS, Liège, Belgium, ISSN 1373-5411, ISBN 2-930396-17-2. P.109-115.

6. Сытник А.А., Шульга Т.Э. Математические модели адаптивных дискретных систем. Монография //Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2015. 272с. ISBN 978-5-433-2947-2.

7. Сытник А.А. Перечислимость при восстановлении поведения автоматов //Доклады РАН. 1993. Т.238. N1. С.25-26

А.А. Санталов, Д.А. Жуков

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ

(Ульяновский государственный технический университет)

Исследовалась эффективность применения нейросетей при диагностике технического состояния системы на примере станции водоочистки. В качестве исходных данных использовались семь показателей функционирования системы (физико-химические параметры водоисточника и дозы реагентов для очистки) и состояние системы: система исправна, если показатели качества очищенной (питьевой) воды лежат в допустимых пределах. Задача состоит в разработке нейронной сети, предсказывающей состояние системы по семи заданным показателям функционирования, подбором параметров сети и оценкой эффективности ее прогнозов с использованием метода кросс-валидации.

Сформулированная задача является задачей бинарной классификации, и для ее решения удобно использовать нейронную сеть, настраиваемую функцией patternnet из пакета MATLAB [1]. В качестве алгоритма обучения нейронной сети был использован метод сопряженных градиентов, отличающийся о высокой сходимостью и малыми затратами памяти [2,3].

Выбор количества слоев для нейронной сети можно обосновать эвристическим правилом, гласящим, что количество связей в ней не должно превышать 10% от размера выборки. Если из всех вариантов деления исходной выборки выбрать вариант с самой малой обучающей выборкой (45% от всех данных), и учитывать только ее размер, то с помощью несложных подсчетов можно получить, что количество связей в нейронной сети не должно превышать 15. Такому количеству связей удовлетворяет однослойная нейронная сеть с 10 нейронами в слое.

Для функции активации нейрона в сети с данным алгоритмом обучения важны следующие свойства: непрерывность, дифференцируемость на всей оси абсцисс и монотонным возрастанием. Такими свойствами обладает гиперболическая тангенциальная функция, помимо этих свойств она также — принимает значения от -1 до 1, усиливает слабые сигналы и насыщается от сильных, а также имеет простую для нахождения производную [2].

Поскольку при подготовке входных и выходных данных для функции patternnet пакетом MATLAB используется функция mapminmax, которая нормализует входящие данные и приводит их к значениям от -1 до 1, в последнем слое нейронной сети использовалась тангенциальная функция [4,5].

Так как техническое состояние системы характеризуется бинарной дискретной величиной, принимающей значения - 1 (исправное) или 0 (неисправное), а получаемое на выходе из нейросети значение непрерывное, для преобразования этого значения была использована функция Хевисайда. Эта функция не использована как функция активации в нейронной сети и лишь обрабатывает выведенное нейронной сетью значение.

Оценка качества обучения нейронной сети производилась с помощью метода кросс-валидации. Исходная выборка делилась на 10 подвыборок. В рамках исследования исходная выборка разбивалась на обучающую, валидационную и тестовую подвыборку с различными соотношениями исходных данных в них. При этом тестовая выборка в каждом варианте деления исходных данных составляла 10% от всего объема данных, изменялось лишь соотношение обучающей и валидационной выборок. Из-за отсутствия общего правила насчет деления данных для обучения нейронной сети, были опробованы несколько вариантов деления исходных данных. Для изучения влияния соотношения объемов выборок на качество обучения нейросети были выбраны следующие варианты деления на обучающую, валидационную и тестовую выборки: 90:0:10, 70:20:10, 60:30:10, 45:45:10 и 20:70:10.

Настроенная описанным образом нейронная сеть выдает показатели эффективности (в качестве критерия используется средняя ошибка кросс-валидации), отраженные в таблице 1. Как видно из этой таблицы, при разных способах деления выборки средняя ошибка прогнозов нейронной сети получается примерно одинаковой.

В ходе исследования исходная выборка разбивалась несколькими способами, каждый из которых показал свое значение средней ошибки, причем каждый раз он лежал в пределах 21.81-23.30%. Процент ошибок достаточно высок,

что обуславливается небольшим размером исходной выборки. Также вполне ожидаемо, что чем меньше данных использовалось для обучения, тем хуже справлялась нейронная сеть с задачей классификации.

Если сравнивать среднюю ошибку при использовании нейросетевого метода классификации со средней ошибкой при использовании метода опорных векторов, полученной на том же примере в [6] (средняя ошибка равна 0.238), то нейронная сеть лучше справляется с задачей. Однако она проигрывает классификации с агрегированием по нескольким методам бинарной классификации (в случае агрегирования средняя ошибка составляет 0.196). В исследовании [7-8] результаты кросс-валидации имеют близкие значения (20.13% для метода опорных векторов и 23.96% для дискриминантного анализа).

Таблица 1. Средние ошибки при разных соотношениях объемов обучающей, валидационной и тестовой выборок

№ блока, используемого для тестирования	Соотношения обучающей, валидационной и тестовой выборок, %				
	90:0:10	70:20:10	60:30:10	45:45:10	20:70:10
1	25.71%	25.71%	25.71%	25.71%	20.00%
2	28.57%	22.86%	22.86%	17.14%	22.86%
3	26.47%	11.76%	14.71%	20.59%	23.53%
4	31.43%	28.57%	28.57%	28.57%	22.86%
5	20.00%	17.14%	17.14%	17.14%	17.14%
6	14.29%	22.86%	17.14%	14.29%	14.29%
7	17.14%	25.71%	25.71%	25.71%	28.57%
8	23.53%	20.59%	26.47%	23.53%	29.41%
9	14.29%	17.14%	20.00%	20.00%	22.86%
10	17.14%	25.71%	25.71%	31.43%	31.43%
Среднее значение ошибки:	21.86%	21.81%	22.40%	22.41%	23.30%

Проведенное исследование показало, что качество классификации состояния системы не слишком существенно зависит от способа разбиения исходных данных, однако демонстрирует, что обучающая выборка не должна быть слишком малой, что может быть недостаточно для обучения нейросети.

Литература

1. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.

2. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.

3. Jose Orozco, Carlos A. Reyes Garcia Detecting Pathologies from Infant Cry Applying Scaled Conjugate Gradient Neural Networks // European Symposium on Artificial Neural Networks, Bruges (Belgium), 23-25 April 2003, d-side publ. – Pp. 349-354.

4. Mark Hudson Beale, Martin T. Hagan, Howard B. Demuth Neural Network Toolbox. User's Guide. – 2017.

5. Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е., Алексеева В.А. Статистические методы анализа данных. – М. : Финансы и статистика, 2016. – 240 с.

6. Клячкин В. Н., Кувайскова Ю. Е., Жуков Д. А. Использование агрегированных классификаторов при технической диагностике на базе машинного обучения // Сборник трудов III международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2017). – Самара: Новая техника, 2017. – С. 1763-1766.

7. Жуков Д.А., Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е. Сравнительный анализ методов машинного обучения при прогнозировании состояния технического объекта // Радиоэлектронная техника. – 2017. – №1(10). – С. 189-192.

8. Жуков Д. А. Повышение эффективности машинного обучения при решении задач технической диагностики // IN MEMORIAM: Султан Галимзянович Валеев : сборник памяти С.Г. Валеева. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – С. 139-143.

А.А. Тарасов, И.В. Лёзина

АППРОКСИМАЦИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ВЕРОЯТНОСТИ НЕЧЁТКИМ ПЕРСЕПТРОНОМ

(Самарский университет)

При обработке статистического материала часто приходится решать вопрос о том, как подобрать для данного статистического ряда теоретическую кривую распределения, выражающую лишь существенные черты статистического материала [1]. Эта задача относится к классу задач аппроксимации.

Существует множество способов аппроксимации, одним из которых является использование нейронных сетей в качестве универсального аппроксиматора. Это следует из теоремы Хета-Нильсена о представимости любой многомерной функции нескольких переменных с помощью нейронной сети фиксированной размерности [3]. Таким образом, любую сложную функцию можно заменить более простой нейросетевой аппроксимацией, причём требуется только нелинейность функции активации нейрона.

В качестве обучающей последовательности может использоваться файл со сгенерированной случайной последовательностью. На основании этого файла будет построена гистограмма. Выделив на этой гистограмме M крайних ле-

вых точек $\{x_i, y_i\}$, где M-число дифференциальных коридоров, мы получим выборки, которые будут входить в обучающую последовательность. При этом в нечётком слое будет происходить кластеризация координат x. На рисунке 1 представлена гистограмма и показаны пары $\{x_i, y_i\}$, которые будут использованы при аппроксимации [1].

Важную роль при аппроксимации нейронными сетями играет выбор архитектуры сети. В данной работе будет использована структура «нечёткого» персептрона, структура которой показана на рисунке 2. «Нечёткая» сеть объединяет в себе сеть с нечёткой организацией (препроцессора) и многослойный персептрон в качестве постпроцессора[2].

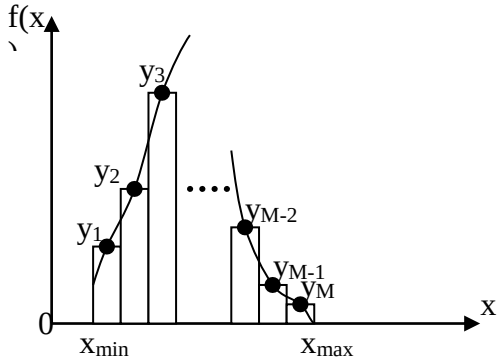


Рисунок 1 – Модель плотности вероятности

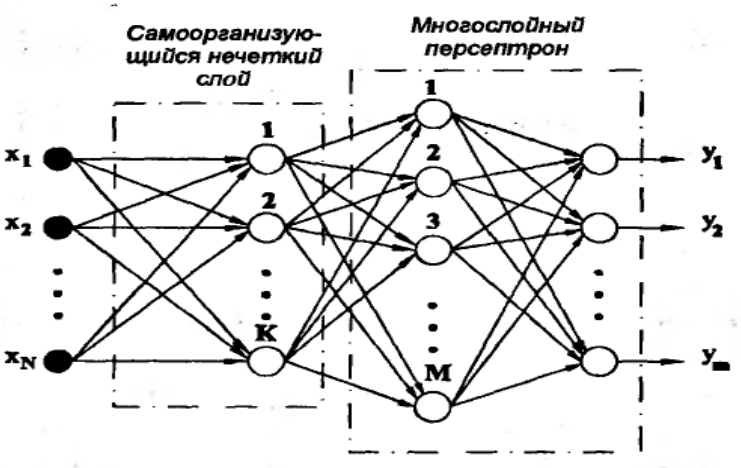


Рисунок 2 – Структура нечёткого персептрона

Использование препроцессора, размерность которого больше размерности входного вектора, обосновывается теоремой Ковера о разделимости образов [3]. В ней утверждается, что преобразование задачи классификации в пространство более высокой размерности повышает вероятность линейной разделимости образов[3] . Это позволяет подавать на вход многослойного персептрона уже откластеризованные данные.

Для настройки центров кластеризации нечёткого слоя будем применять алгоритм нечёткой нечёткой кластеризации C-means. Он позволяет после предъявления очередного вектора x уточнять центры кластеров, на которые

разделяется многомерное пространство. Использование данных центров гарантирует сходимость алгоритмов к глобальному минимуму [2].

Таким образом, если на вход сети подаётся вектор $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$, на выходе нечёткого слоя будет получен вектор u, который состоит из коэффициентов принадлежности x к конкретным центрам: $u = [u_1(x), u_2(x), \dots, u_k(x)]$. Конкретные компоненты рассчитываются в соответствии с формулой [2]:

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{K}\left(\frac{d^2(x_j,c_i)}{d^2(x_j,c_k)}\right)^{\frac{1}{m-1}}} \quad (1)$$

где $d^2(x_j, c_i)$ расстояние между x_j и c_i, m-коэффициент нечёткости множества.

После стабилизации положений центров кластеризации начинается процесс обучения многослойного персептрона. В данной работе будет использован метод обратного распространения ошибки для коррекции весов персептронного слоя, в котором будет минимизироваться следующая функция ошибки:

$$E = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{p}\left(y_j - d_j\right)^2 \quad (2)$$

где p – количество обучающих выборок, y_k – фактический отклик сети,
d_j - желаемый отклик сети [2].

Для модификации весов персептронного слоя воспользуемся следующей формулой:

$$w(k+1) = w(k) + \Delta w \quad (3)$$

где

$$\Delta w = -\eta \nabla E(w) \quad (4)$$

η – коэффициент обучения, $\nabla E(w)$ –градиент функции ошибки [2].

В качестве входного слоя будет использоваться нечёткий слой, формирующий коэффициенты принадлежности вектора x, а желаемым откликом будет необходимое значение аппроксимируемой функции. После завершения процесса обучения все веса запоминаются, и сеть становится готовой к аппроксимации.

Исследования проводились на случайной последовательности, распределённой по нормальному закону. Объём выборки 10000 отсчетов, количество дифференциальных коридоров 20, количество нейронов в нечётком слое 10, количество нейронов в скрытом персептронном слое 20. СКО аппроксимации составило 0, 04.

На практике гибридная сеть, как правило, более эффективна, чем одиночная сеть с нечёткой самоорганизацией и чем самостоятельный многослойный персептрон. Этот вывод следует из факта, что при использовании гибридной сети задача разделяется на два независимых этапа, реализуемых отдельно друг от друга [2].

Литература

1. Прохоров, С.А. Аппроксимативный анализ случайных процессов. [Текст]/А.С.Прохоров. –2-е изд., перераб. и доп./СНЦ РАН, 2001. – 125с.

2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.: ил.

3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст]/ Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.

Я.Ф. Узянбаева

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИМИТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «АВТОБУСНЫЙ МАРШРУТ» В СРЕДЕ ANYLOGIC

(Башкирский государственный педагогический
университет им. М.Акмуллы)

Увеличение автомобилей и общественного транспорта привело к появлению пробок на дорогах. Наиболее тяжелая ситуация на дорогах складывается в час пик. Оптимизация работы городского транспорта необходима, так как она многие годы не подвергалась научному исследованию и перегружена дублирующими маршрутами и их неэффективной работой. Создание имитационной модели «Автобусный маршрут» должно помочь выявить оптимальные пути решения транспортных проблем [1-5].

Для разработки научно-исследовательских имитационных моделей используются системы имитационного моделирования Anylogic и GPSS World [6-8]. В версии AnyLogic 7.3.3 и выше новая библиотека дорожного движения позволяет детально имитировать физическое перемещение машин по дорожной сети. Кроме того, она дает возможность моделировать: движение с учётом ПДД, светофоры и приоритеты проезда на перекрестках, парковки, движение и остановки общественного транспорта. Также в библиотеке есть инструмент, позволяющий визуализировать плотность трафика в сети.

Для разработки имитационной модели автобусного маршрута был выбран отрезок пути от остановки Музей им. Нестерева до остановки Монумент Дружбы маршрутного автобуса 234к.

Построенная имитационная модель улично-дорожной сети, максимально приближена к реальной системе. На данной модели проведены предварительные исследования по оптимизации автобусного маршрута. Модель позволяет изучить ситуацию на дороге и выбирать эффективные пути решения проблем.

На рис. 2 представлена модель участка улично-дорожной сети г.Уфы, построенная с помощью среды моделирования AnyLogic.

Дорога построена на основе библиотеки дорожного движения. Потоковая диаграмма, которая показана на рисунке 3, отвечает за движение машин и автобусов.

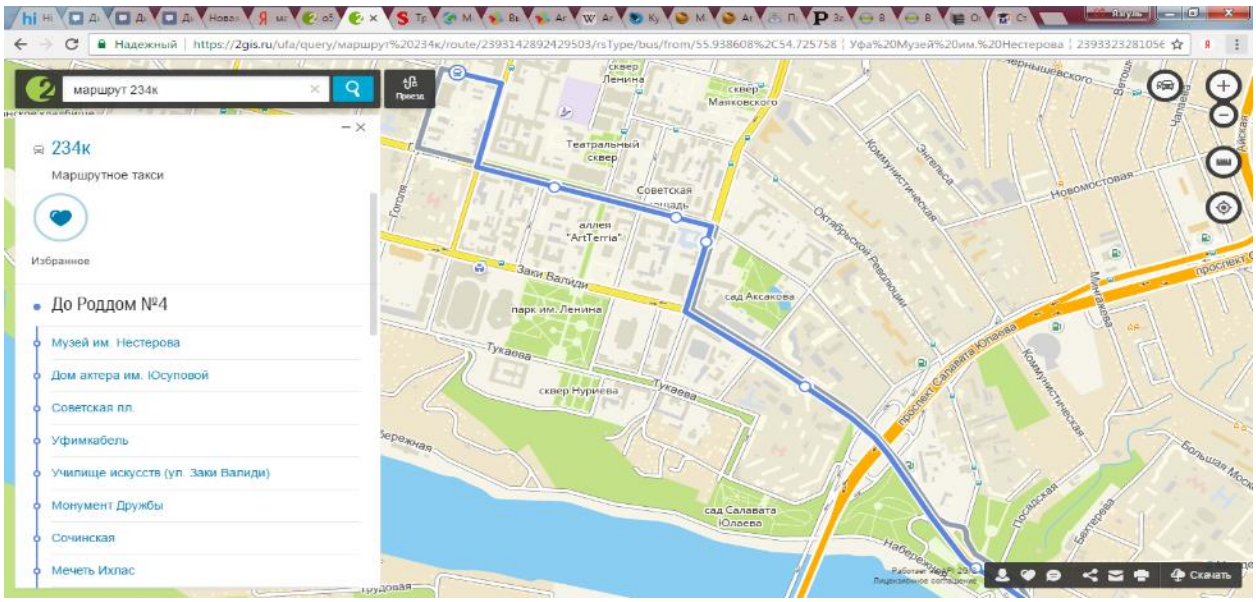


Рис. 1. Маршрут автобуса 234к. Ост. Музей им. Нестерева - ост. Монумент Дружбы г.Уфы

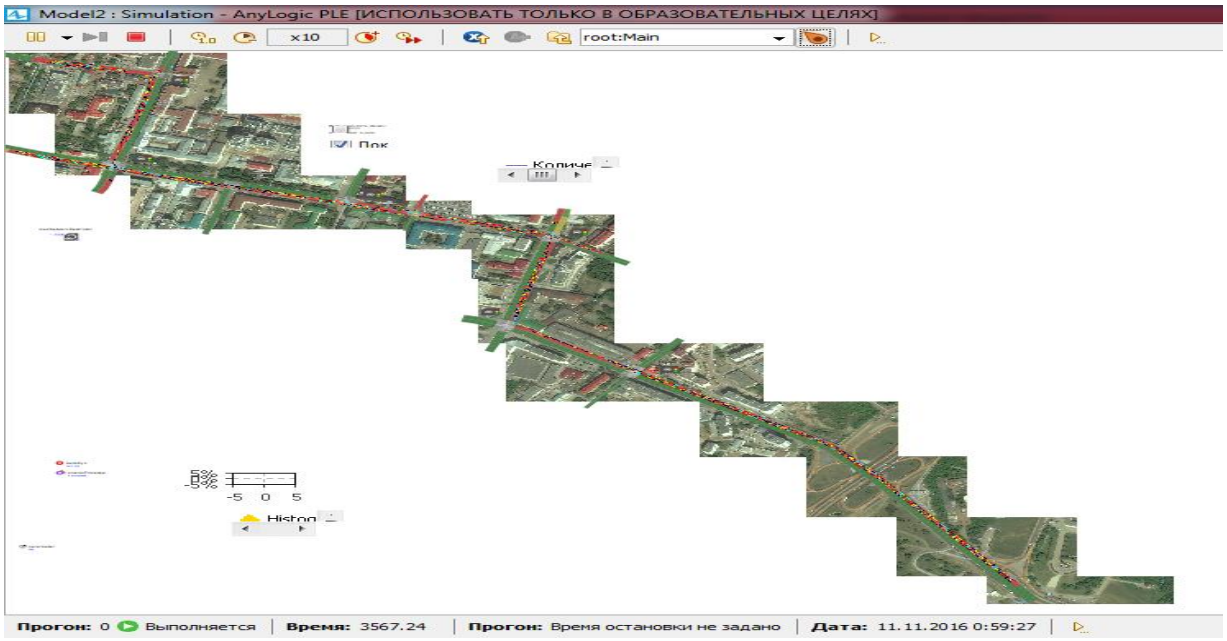


Рис. 2. Имитационная модель участка дороги

Рассмотрим некоторые элементы данной диаграммы:

CarSource - создает машины, помещает их на одну из дорог и вставляет заявку типа Car в диаграмму процесса, задающую автотрафик.

CarDispose - удаляет машины из модели

CarMoveTo - объект, который управляет движением машины.

SelectOutpute – объект направляет входящих агентов в один из двух выходных портов в зависимости от выполнения заданного (детерминистического или заданного с помощью вероятностей) условия. Условие может зависеть как от агента, так и от каких-то внешних факторов.

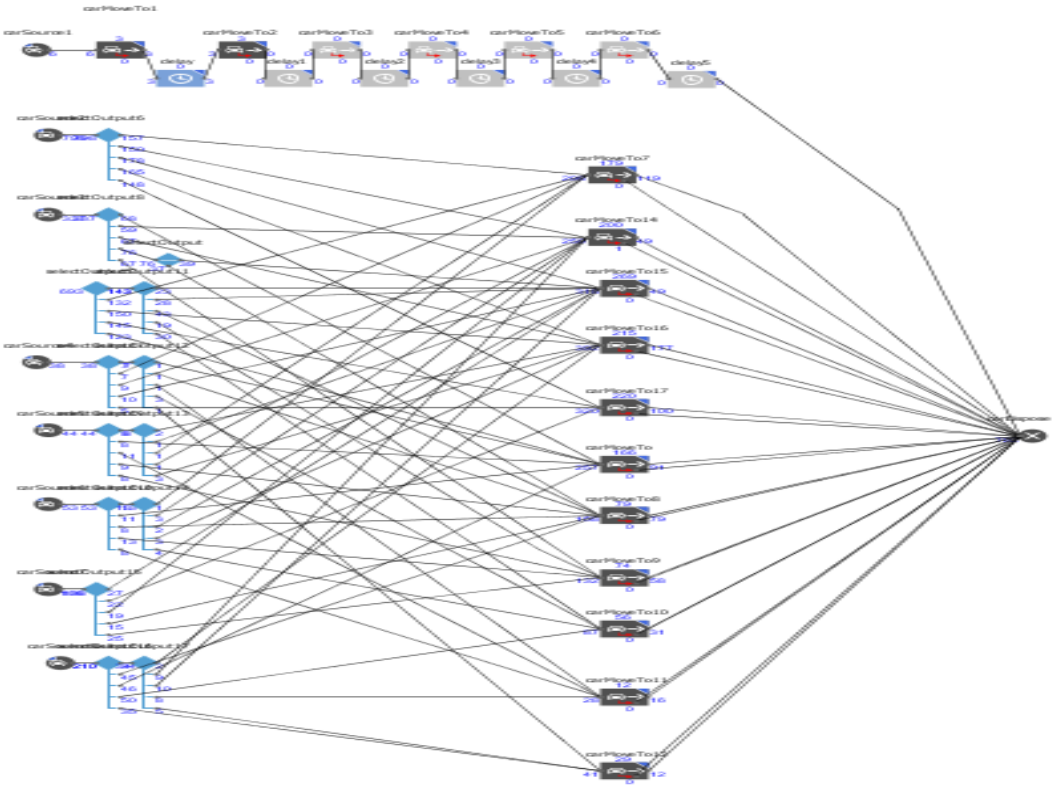


Рис. 3. Логика работы имитационной модели пассажирского маршрута. Потоковая диаграмма

В ходе проведения исследований было получены 2 диаграммы:
- временная диаграмма, отражающая количество машин в системе;
-диаграмма, показывающая время проезда автобусом маршрута в секундах.



Рис. 4. Временная диаграмма, отражающая количество машин в системе

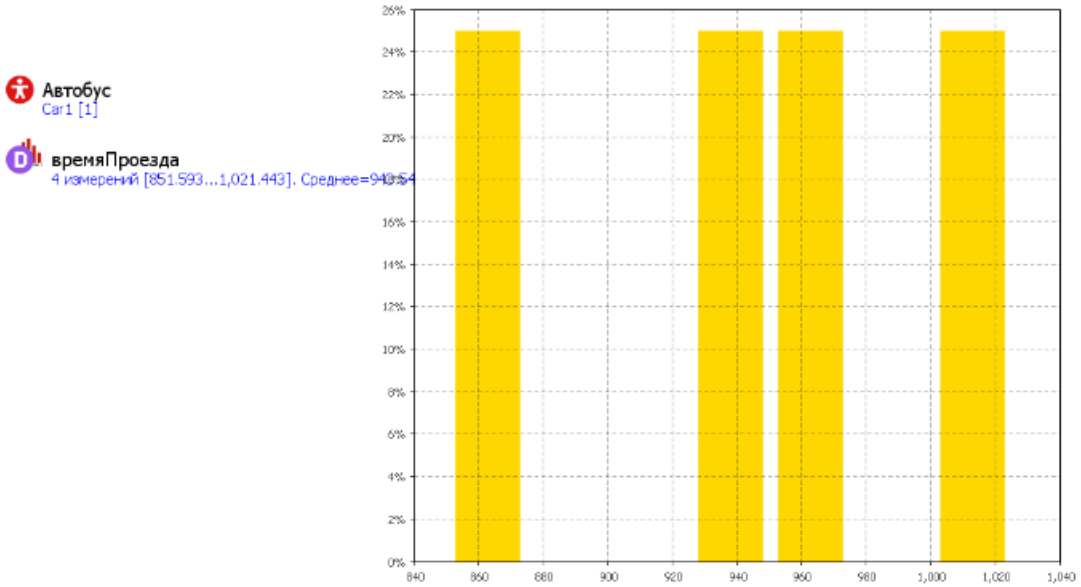


Рис. 5. Диаграмма, показывающая время проезда автобусом маршрута в секундах

Проведенные имитационные исследования на моделях УДС, построенных на версии AnyLogic 7.3.3 и выше показали, что эта среда моделирования позволяет строить модели максимально приближенные к реальной ситуации и решать проблемы оптимизации автобусного маршрута.

Автор выражает благодарность руководителю проекта проф. Р.Ф.Маликову за помощь при разработке имитационной модели и консультации.

Литература

1. Сочнев А.Н. Имитационное моделирование движения маршрутных автобусов // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 5 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2012/05/12603 (дата обращения: 21.11.2016).

2. Майоров, Н.Н. Моделирование транспортных систем [Текст] / Н.Н.Майоров, В.А.Фетисов //ГУАП, 2011.- 165 с.

3. Григорьева, Т.Е., Истигечева, Е.В. Разработка имитационных моделей рациональной маршрутной системы [Электронный ресурс] // Электронный научный журнал « Моделирование, оптимизация и информационные технологии». – №3(14). 2016. / http://moit.vivt.ru/

4. Сапрыкин О.Н., Майоров Е.Р., Уварова Л.А. Выделение транспортных районов на улично-дорожной города для построения микроскопической модели транспортных потоков /Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – С.704.

5. Усманова А.Р., Зарипова А.Б., Маликов Р.Ф.(Уфа). Методология разработки научно-исследовательских имитационных моделей. Материалы седьмой Всероссийской научно-практической конференции по имитационному мо-

делированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика». ИММОД-2015. – Москва: ИПУ РАН, 2015. – Т.2. – С. 391-394.

6. Подьячев И.А., Маликов Р.Ф. Имитационная модель улично-дорожной сети в среде Anylogic /Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.673-676.

7. Маликов, Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 296с.

8. Маликов, Р.Ф. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в расширенном редакторе GPSS World: практикум. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. – 273с.

К.В.Фролов

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕШАННОГО НАГРУЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПОЛУДИСКА С НАДРЕЗОМ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

1. Введение. О смешанном нагружении тел с надрезами

Определение направления роста трещины в условиях смешанного нагружения, критерии разрушения, позволяющие найти направление распространения трещины, является одной из широко обсуждаемых проблем современной механики разрушения [1-8]. В настоящее время широко обсуждаются вопросы теоретического, экспериментального и численного определения параметров механики разрушения для смешанного деформирования тел с надрезами и трещинами [1-8]. Одним из важных вопросов является моделирование чистого поперечного сдвига в экспериментальных условиях. Во многих работах предложены специальные образцы и специальные условия нагружения для воспроизведения чистого поперечного сдвига. В настоящее время предложен и широко используется ряд экспериментальных образцов для исследования смешанного нагружения, например, в работах [6,7] рассматривается полудиск с наклонным надрезом. В статьях рассматривается серия вычислительных экспериментов с этим типом образца, в котором варьируется угол наклона надреза. На основе проведенного компьютерного имитационного моделирования авторы показывают, что для определенного значения угла наклона надреза, можно реализовать чистый поперечный сдвиг. Отметим, что чистый нормальный отрыв возникает при действии сосредоточенной силы, симметричного надреза, ортогонального хорде полудиска (рис. 1, слева). Тем не менее, многие вопросы остаются открытыми: экспериментальное исследование полудиска с наклонным

надрезом показывает смешанное нагружение при данном значении угла наклона надреза. Поэтому целью настоящей работы является конечно-элементное решение задачи определения напряженно-деформированного состояния у вершины наклонного надреза в полудиске для различных значений угла наклона дефекта (рис. 1, справа) и вычисление параметров механики разрушения (коэффициентов интенсивности напряжений для нормального отрыва и поперечного сдвига) для нахождения вида смешанного нагружения. Авторы [6] утверждают, что при 49 градусах происходит чистый поперечный сдвиг. Однако настоящее исследование и проведенные расчеты опровергают этот результат. Проведенное конечно-элементное исследование, реализованное в программном комплексе SIMULIA Abaqus, и последующее сравнение полученных результатов и наблюдений в рамках интерференционно-оптических методов механики деформируемого твердого тела (метод цифровой фотоупругости) подтверждают невозможность реализации чистого поперечного сдвига в данном типе образцов с наклонной трещиной.

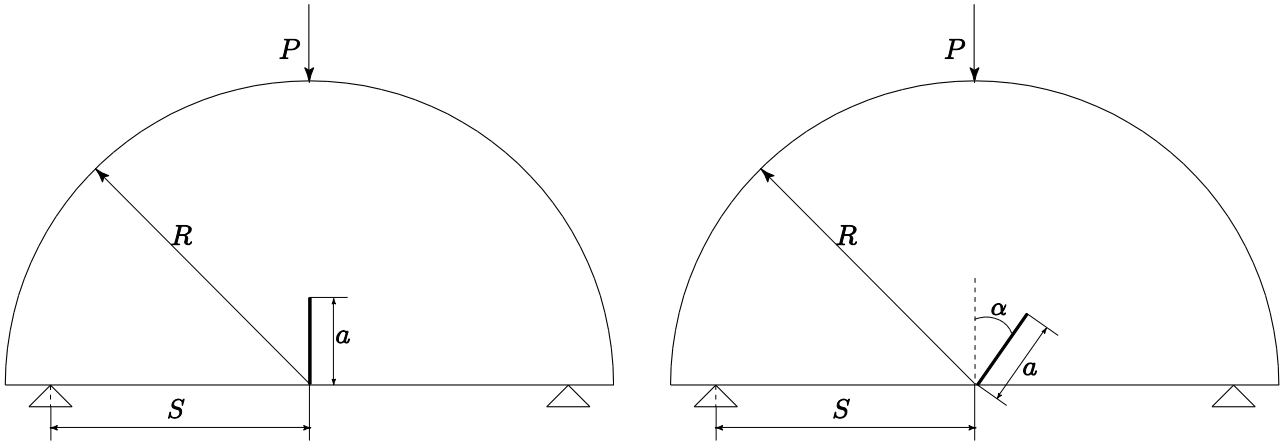


Рис. 1 Схематичное изображение образца и приложенной нагрузки

2. Компьютерное имитационное моделирование роста трещины в условиях смешанного нагружения

Конечно-элементные расчеты проводились в программном комплексе SIMULIA Abaqus. При моделировании был выбран классический образец в форме полудиска радиусом R = 50 мм с наклонным надрезом длиной a = 15 мм (рис. 1). Образец был установлен на две неподвижные опоры и подвергался статической нагрузке P = 100 кг на середину пролета на верхней поверхности образца. Наклон надреза варьировался от 0 до 89 градусов с целью достижения различных видов нагружения образца (нормальный отрыв, поперечный сдвиг и смешанное нагружение). Для моделирования условий нагружения были выбраны следующие параметры для образца из эпоксидной смолы: модуль Юнга = 3012 ГПа и коэффициент Пуассона = 0.2. Пример конечно-элементного разбиения приведен на рис. 2. В расчетах использовалось автоматическое разбиение в основной области образца и более частое разбиение в окрестности вершины трещины с использованием сингулярных элементов.

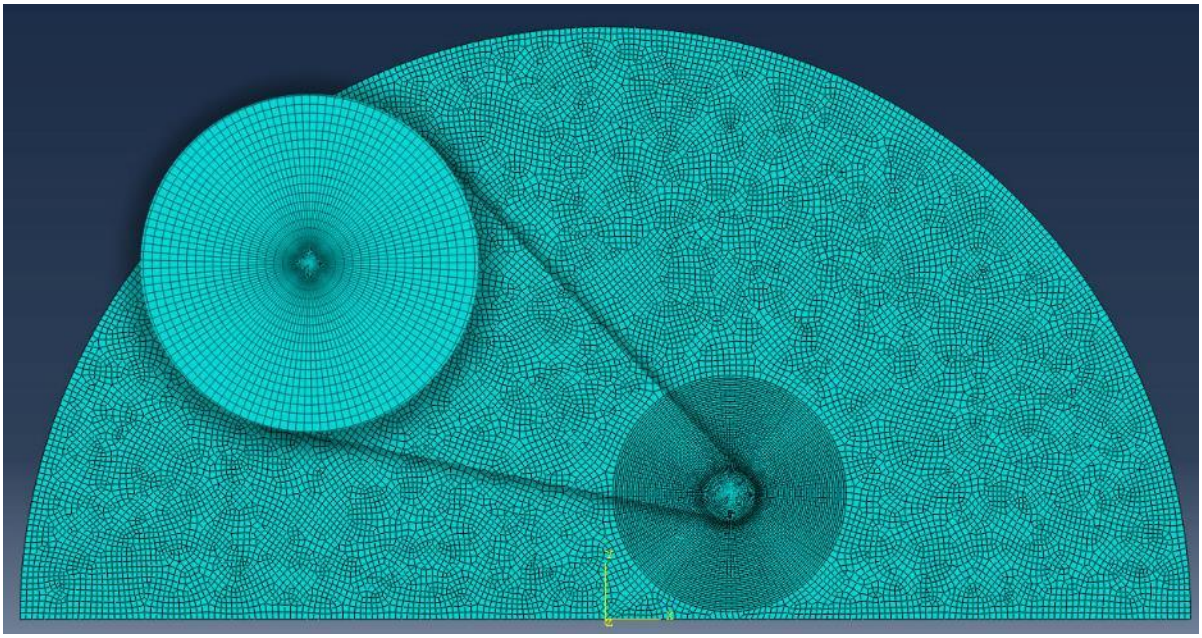


Рис. 2 Конечно-элементное разбиение образца

Коэффициенты интенсивности напряжений для нормального отрыва K_I и для поперечного сдвига K_{II} были получены в результате численного анализа, выполненного в программном комплексе SIMULIA Abaqus с применением метода контурных интегралов. Результаты расчетов сведены в таблицу 1. Коэффициенты интенсивности напряжений описываются известными соотношениями [6]

$$K_i = \frac{P}{2Rt}\sqrt{\pi a}Y_i\left(a/R, S/R, \alpha\right), \quad i = I, II$$
$$T = \frac{P}{2Rt}T^*\left(a/R, S/R, \alpha\right) \quad ,$$

где $Y_i\left(a/R, S/R, \alpha\right), \quad i = I, II$ - безразмерные функции безразмерных аргументов, которые носят название тарировочных функций, описывающих зависимость коэффициентов интенсивности напряжений от геометрических параметров модели, T - второе слагаемое в асимптотическом разложении М. Уильямса, называемое Т-напряжением, а $T^*\left(a/R, S/R, \alpha\right)$ - безразмерное Т-напряжение – функция, описывающая зависимость Т-напряжений от геометрии образца.

Рис. 3 ясно показывает, что при угле наклона трещины, равном 49°, коэффициент интенсивности напряжений, соответствующий чистому нормальному отрыву, не обращается в нуль, поэтому чистый поперечный сдвиг при данном угле наклона дефекта не осуществляется.

3. XFEM моделирование роста трещины

Моделирование распространения трещины также было проведено с помощью программного обеспечения SIMULIA Abaqus с применением расширенного метода конечных элементов extended finite element method (XFEM).

Таблица 1. Результаты численных исследований, полученные с применением метода контурных интегралов

Угол наклона трещины	Y_I	Y_{II}	T*
0	39,67	0,00	-4
5	39,39	-2,21	-3
10	38,48	-4,33	-2
15	36,99	-6,25	1
20	35,05	-7,91	4
25	32,74	-9,25	7
30	30,15	-10,26	11
35	27,43	-10,93	14
40	24,61	-11,27	17
45	21,81	-11,31	20
50	19,08	-11,08	22
55	16,47	-10,62	24
60	13,97	-9,96	26
65	11,61	-9,12	28
70	9,39	-8,10	29
75	7,29	-6,90	30
80	5,25	-5,46	30
85	3,19	-3,68	30
89	0,94	-1,75	27

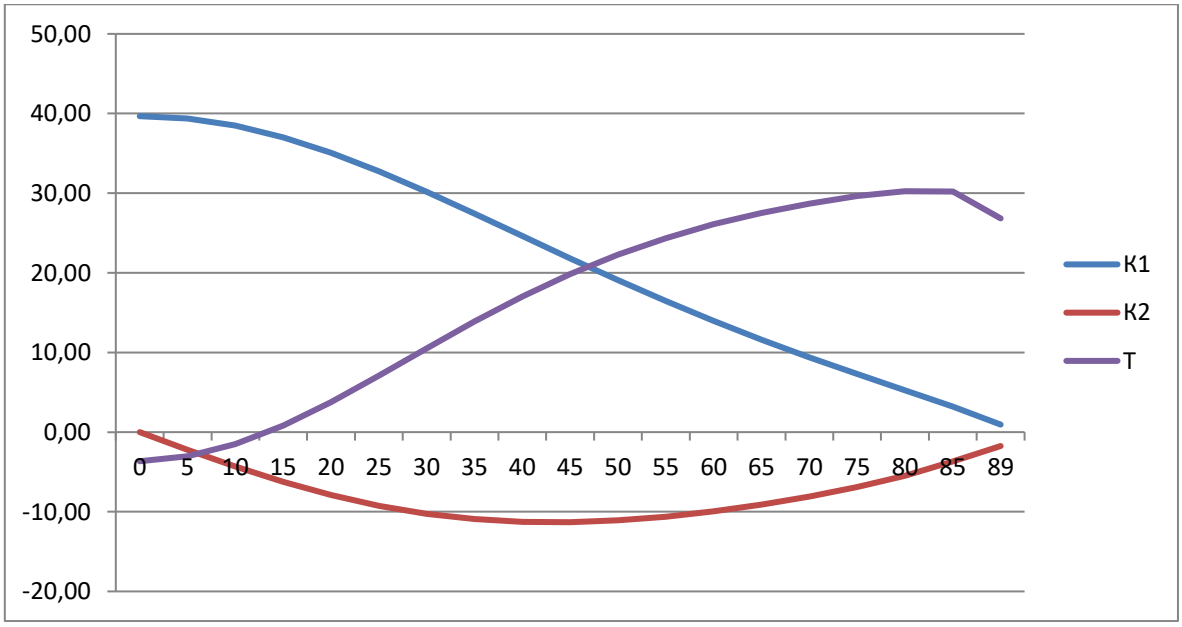


Рис. 3 Зависимость параметров разрушения от угла наклона разреза

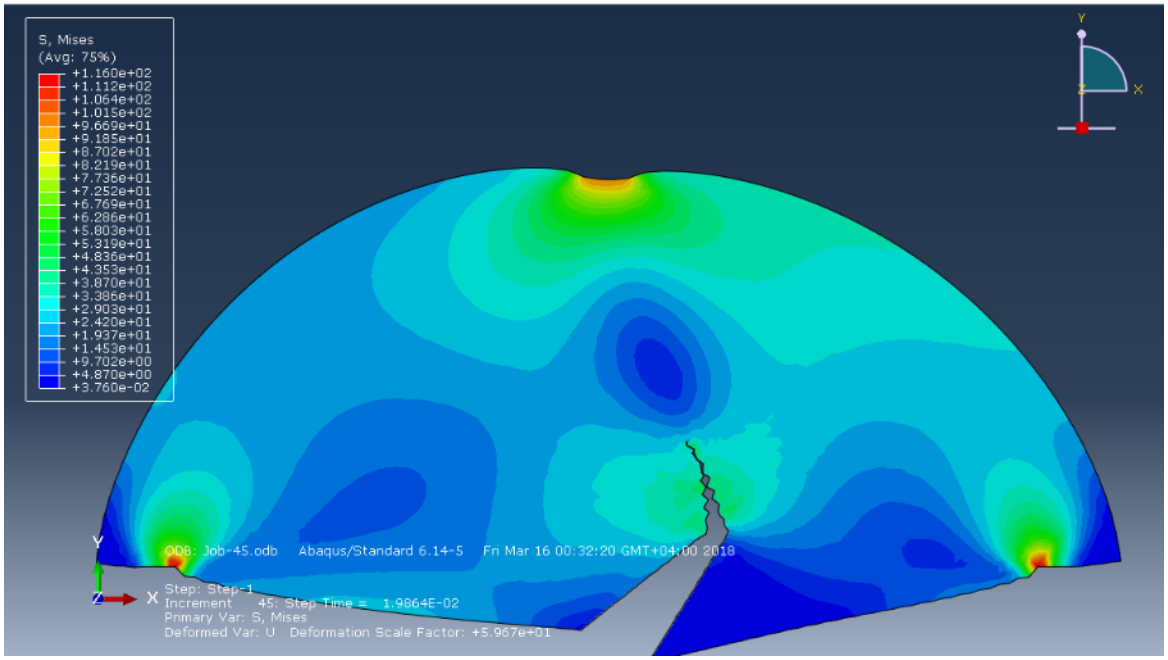


Рис. 4. Моделирование распространения трещины

4. Выводы и анализ численных расчетов

Анализ численных расчетов показывает, что действительно при угле наклона разреза, равном 49°, чистого поперечного сдвига не происходит. Для получения экспериментального образца, в котором реализуется чистый поперечный сдвиг, следует продолжить компьютерное имитационное моделирование для различных типов образцов.

Литература

1. Степанова, Л.В. Полное асимптотическое разложение М. Уильямса у вершин двух коллинеарных трещин конечной длины в бесконечной пластине [Текст]/ Л.В. Степанова, П.С. Росляков// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2015. – № 4. – P. 188-225.

2. Stepanova, L.V. Multi-parameter description of the crack-tip stress field: analytic determination of coefficients of crack-tip stress expansions in the vicinity of the crack tips of two finite cracks in an infinite plane medium[Текст]/ L.V. Stepanova, P.S. Roslyakov// International Journal of Solids and Structures. – 2016. – V. 100-101. – P. 11-28.

3. Степанова, Л.В. Смешанное деформирование пластины с трещиной в условиях плоского напряженного состояния [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Яковлева// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т.3. – С. 129-162.

4. Степанова, Л.В. Асимптотика поля напряжений у вершины усталостной трещины в среде с поврежденностью: вычислительный эксперимент и аналитическое решение [Текст]/ Л.В. Степанова, С.А. Игонин// Сибирский журнал вычислительной математики. – 2015.- Т.8. № 2. – С. 201-217.

5. Степанова, Л.В. Смешанное деформирование пластины с трещиной в условиях плоского напряженного состояния [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Яко-

влева// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т.3. – С. 129-162.

6. Mirsayar, M.M. Tangential strain-based criteria for mixed-mode I/II fracture toughness of cement concrete/ M.M. Mirsayar, A. Razmi, F. Berto// Fatigue Fracture Engineering Materials Structure. – 2017. – P. 1-9.

7. Fakhri, M. Mixed mode tensile – In plane shear fracture energy determination for hot mix asphalt mixtures under intermediate temperature conditions/ M. Fakhri, E. Haghighat Kharrazi, M.R.M. Aliha// Engineering Fracture Mechanics – 2018. P. 98-113.

8. Ayatollahi, M.R. Experimental Determination of Mode II Fracture Resistance in Asphalt Concretes/ M.R. Ayatollahi, Sadjad Pirmohammad// 13th International Conference on Fracture – 2013.

В.С. Фетисов, И.В. Мирская, Р.А. Кильметов

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИСПЫТАНИЙ ВИНТОМОТОРНЫХ ГРУПП МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В 2006 г. в Германии был изобретен мультикоптер – беспилотный летательный аппарат (БПЛА) вертолетного типа с несколькими несущими винтами. С тех пор во всем мире стали появляться многочисленные разработки различных разновидностей этих аппаратов. Основу силовой установки мультикоптера составляют бесколлекторные электродвигатели – достаточно дешевые и надежные двигатели, которые питаются от так называемых ESC (Engine Speed Control) – специальных преобразователей постоянного напряжения в трехфазное напряжение регулируемой частоты. Винтомоторная группа (ВМГ) – это совокупность электродвигателя и закрепленного на его валу воздушного винта.

Эффективность мультикопера (а также связанные с этим грузоподъемность и время полета) зависят от того, насколько правильно подобраны его ВМГ. Другими словами, для определенной задачи должны быть правильно выбраны тип двигателя, диаметр и шаг винта, а также ESC и источник питания (которым является, как правило, аккумуляторная батарея со свойственными ей параметрами - напряжением, энергоемкостью и предельным током).

Большую помощь при разработке мультикоптеров оказывают различные устройства для испытания ВМГ (впрочем, не только мультикоптеров – при разработке аппаратов самолетного типа характеристики ВМГ не менее важны). В простейшем случае это динамометры для измерения тяги, развиваемой ВМГ (как правило, до 5 кгс). Несколько фирм выпускают различные испытательные стенды для измерения тяги и других параметров ВМГ. На этом рынке известны бренды Turnigy, Racerstar [1, 2] и др. (рис.1).



Рис. 1. Простой стенд от компании Turnigy

Часто индикация измеренных результатов осуществляется на жидкокристаллическом индикаторе, размещенном непосредственно на самом стенде. Для небольших ВМГ это оправдано. Так, на испытательном стенде Thrust Stand V3 от компании Racerstar (рис.2) есть два индикатора, на одном из которых индицируется тяга в выбранных единицах (в граммах, унциях и др.), а на другом другие результаты измерений и вычислений: ток, напряжение, мощность, частота вращения, КПД, коэффициент KV (отношение частоты вращения к напряжению).

Однако для того, чтобы предоставить разработчику больше свободы и удобств в организации испытаний, такие стенды, конечно, необходимо подключать к компьютеру с соответствующим сервисным программным обеспечением.

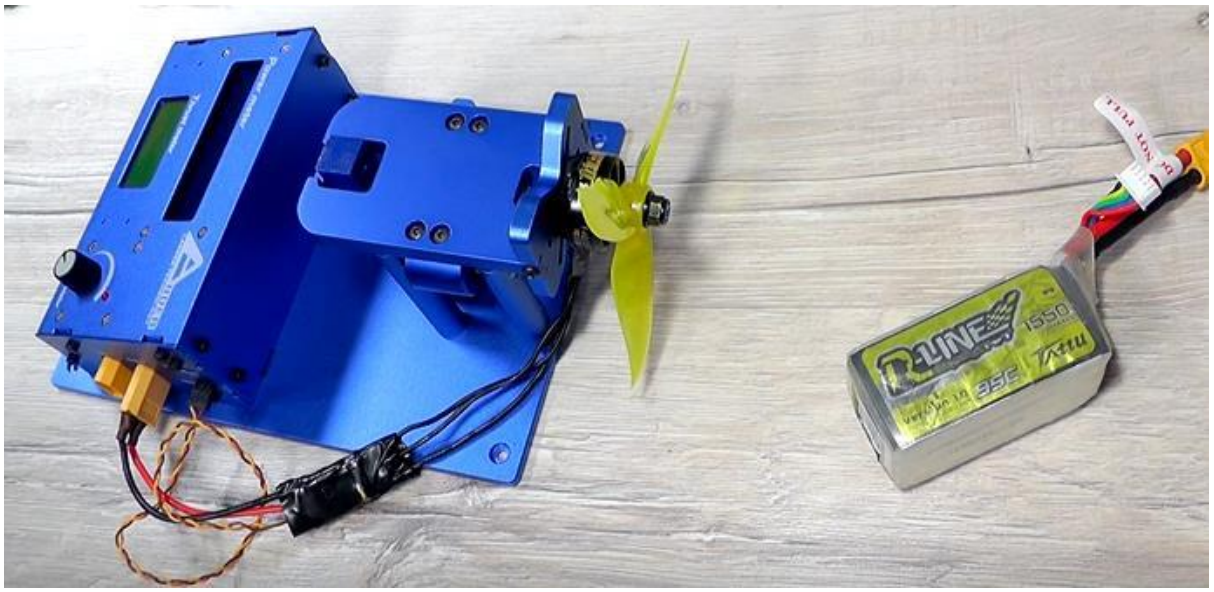


Рис. 2. Thrust Stand V3 от компании Racerstar

Хорошим примером специализированного компьютеризованного испытательного стенда являются изделия, производимые компанией Tyto Robotics (Канада). Компания производит целую линейку испытательных стендов: модельные ряды 1520, 1580 и 1780 отличаются размерами испытуемых ВМГ и сложностью оборудования. Во всех стендах есть модуль первичного преобразования, соединяемый посредством USB-интерфейса к компьютеру. Наиболее простой стенд серии 1520 позволяет измерять тягу (до 5 кгс), частоту вращения, напряжение и ток для небольших ВМГ (до 1400 Вт). Более совершенный стенд серии 1580 [3] кроме указанных параметров позволяет измерять еще крутящий момент, сопротивление обмоток, интенсивность вибраций (с помощью встроенного акселерометра) и температуру (рис.3). Модификации стенда серии 1780 предназначены для испытаний крупноразмерных ВМГ (тягой до 25 кгс). Специализированное программное обеспечение позволяет в процессе испытаний строить различные графики и сохранять данные в стандартных форматах, что очень важно для серьезного разработчика.

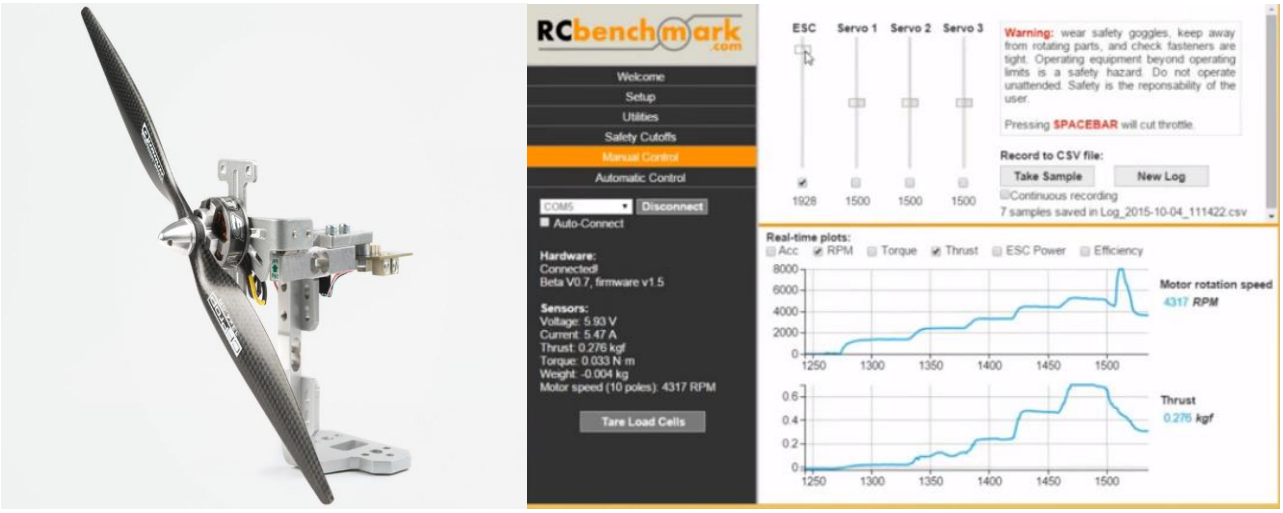


Рис. 3. Стенд серии 1580 от компании Tyto Robotics и вид экрана при испытаниях ВМГ

Однако во всех существующих испытательных стендах не заложена возможность проведения динамических испытаний ВМГ с целью определения их инерционных свойств (реакции на ступенчатое изменение частоты или напряжения). Результаты таких испытаний могли бы позволить производить предварительную настройку ПИД-коэффициентов для контуров управления, в которые включаются ВМГ на борту БПЛА.

Кроме того, существующие стенды, как правило, не имеют механических приспособлений для испытаний ВМГ с дополнительными элементами – защитными кольцами, сетками и т.п. Нет возможности также использовать спаренные соосные ВМГ. Для обработки измерительной информации более удобным и универсальным было бы программное обеспечение с открытым исходным кодом и возможностью доработок пользователем.

Указанные обстоятельства привели авторов к необходимости начать разработку собственного автоматизированного испытательного стенда, свободного от перечисленных недостатков.

Источники информации:

1. https://www.youtube.com/watch?v=vb6xuzENlzM Review: Turnigy Thrust Measuring Stand.

2. http://www.racerstar.com/Racerstar-Brushless-Motor-Thrust-Stand-V3-For-11mm-59mm-Outrunner-Motor-p-199.html Racerstar Brushless Motor Thrust Stand V3 For 11mm-59mm Outrunner Motor.

3. https://www.rcbenchmark.com/dynamometer-series-1580 Series 1580: Thrust Stand and Dynamometer

Д.В. Фетисов, Т.А. Фетисова, А.Н. Колесенков, С.И. Бабаев

СУБПИКСЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЛИ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

Научно-технические исследования и достижения в последнем тысячелетии в области развития космических технологий, систем получения, обработки, хранения, передачи способствуют расширению спектра задач, решаемых средствами дистанционного зондирования поверхности Земли [7]. Множество методов и способов аэрокосмической съёмки [1, 3] позволяют определить достаточно точное географическое положение анализируемых объектов, явлений и процессов, а на их основе получить качественные и количественные характеристики местности. Так для задач мониторинга Земли, недр или полезных ископаемых значимым аспектом является крупномасштабная цифровая съемка, на основе которой производится оперативная обработка полученных данных. Одно из важнейших условий такой съемки заключается в высокой разрешающей способности, непосредственно, самой камеры [1]. Современные цифровые фотоаппараты могут позволить получить требуемую точность и разрешение аэрокосмических снимков, но по большей части, с низких высот.

Однако предъявляемые требования точности оценки местоположения объектов, высокого разрешения цифрового снимка и, одновременно, большого охвата камеры с высоты более 1500 м, до сих пор не позволяют получать необходимое качество аэрокосмических снимков. Поэтому следует обратить внимание не на улучшение аэрокосмических фотоаппаратов, а на методы, повышающие разрешающую способность получаемых снимков, т.е. их качество. Существует несколько возможных путей повышения цифровых аэрокосмических снимков, среди которых можно выделить следующие:

1. Метод Канни [2, 8] – основан на определении и выделении границ объектов на снимке с помощью изменения интенсивности пикселей. Однако такое

усиление границ изображения непостоянное, а зависит от конкретного аэрокосмического снимка, т.е. данный метод не является универсальным.

2. Метод среднеквадратических отклонений интенсивностей локальных окрестностей [2, 6] – в его основу положен метод растяжения динамического диапазона (усиление значений интенсивностей пикселей). Но и в этом методе есть целый ряд недостатков: изменение уровня интенсивности не всегда приводит к желаемым результатам в цветных снимках, ограничиваемый размер локальной окрестности существенно оказывает влияние на детальность исследуемого объекта.

3. Методы субпиксельной обработки аэрокосмических снимков – позволяет получать изображение более высокого качества за счёт построения нового пикселя, значение которого основывается на значениях пикселей, стоящих рядом или схожих между собой [9].

Последний метод повышения качества аэрокосмических снимков представляет особый интерес, поскольку он работает непосредственно с пикселями изображения и имеет хороший математический аппарат. Главная идея методов субпиксельной обработки заключается в получении двух и более снимков одной местности, которые смещены относительно друг друга на часть пикселя, и затем путем применения формул вычисления значений пикселей, формируется новое изображение с повышенным качеством.

В настоящее время методы субпиксельной обработки аэрокосмических снимков для мониторинга Земли [4, 5] представлены алгоритмами, основанными на смещении пикселей в одном и в двух направлениях.

В первом варианте каждый пиксель исходного изображения разбивается на четыре части. После чего с помощью второго аэрокосмического снимка уточняются значения пикселей в вертикальном или горизонтальном направлении, а затем пиксели дублируются в противоположном направлении (если сначала было выбрано горизонтальное смещение, то дублирование происходит в вертикальной плоскости и, наоборот) для сохранения параметров входного изображения (рис. 1) [8].

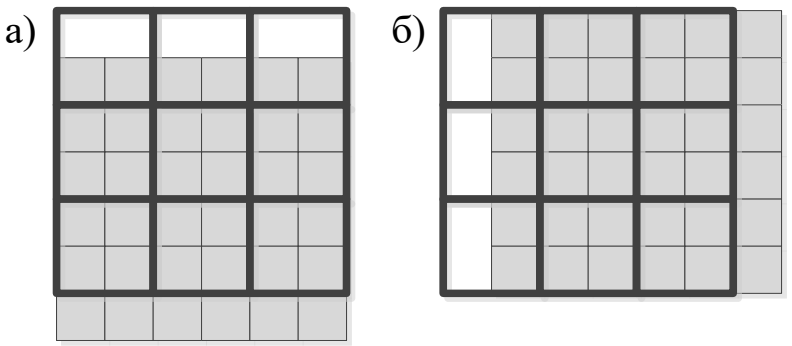


Рис. 1. а) смещение второго аэрокосмического снимка в вертикальном направлении; б) смещение второго аэрокосмического снимка в горизонтальном направлении

Данный метод позволяет незначительно улучшить аэрокосмический снимок только в одном из направлений, в основе которого лежит принцип усреднения значений соседних пикселей. Поэтому такой метод субпиксельной обработки лучше использовать для анализа объектов, которые представлены в матричной форме и требуют повышения качества по столбцам или строкам.

Во втором варианте для субпиксельной обработки используется два, четыре и более (количество должно быть кратно двум) аэрокосмических изображения, смещенных по двум направлениям относительно друг друга (рис. 2) [2, 8].

Данный алгоритм субпиксельной обработки изображений позволяет значительно повысить качество снимка. Он может успешно применяться для различных аэрокосмических снимков, поскольку при использовании хотя бы двух изображений не происходит изменение начальных и конечных строк и столбцов формируемой матрицы.

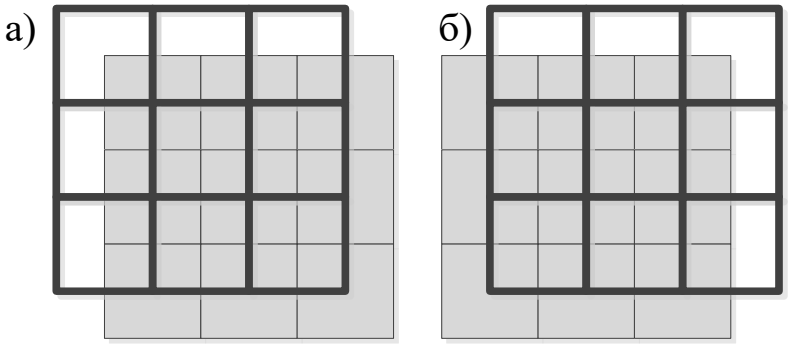


Рис. 2. Варианты смещения исходных аэрокосмических снимков относительно друг друга в разных направлениях

Таким образом, в аспекте решения задач мониторинга Земли, недр или полезных ископаемых необходимо отметить, что применяемые на сегодняшний день для аэросъемки специализированные фотоаппараты все же имеют недостаточную разрешающую способность. Но, несмотря на это, существует большое множество прикладных методов и способов повышения качества изображений, некоторые из которых были рассмотрены в данной работе. Приведённые алгоритмы решения проблемы повышения качества аэрокосмических снимков показывают эффективность, значимость и реальность использования субпиксельной обработки изображений поверхности Земли и ее объектов в аэрокосмических исследованиях.

Литература

1. Агафонов А.М., Колесенков А.Н., Сарычев Н.А. Применение метода нечеткой кластеризации элементов аэрокосмических изображений для мониторинга территорий и опасных объектов [Текст] // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 14 томах «Наука и образование в жизни современного общества». 2015. С. 16-17.

2. Блажевич С.В., Селютина Е.С. Повышение разрешения цифрового изображения с использованием субпиксельного сканирования [Текст] // Научные ведомости. Серия: Математика. Физика. №5 (176). Вып. 34. 2014. С. 186-190.

3. Колесенков А.Н., Костров Б.В., Саблина В.А. Применение вещественно-диадной свертки для идентификации аэрокосмических изображений [Текст] // В мире научных открытий. 2011. Т. 13. № 1. С. 122-127.

4. Конкин Ю.В., Колесенков А.Н. Распознавание изображений на основе текстурных признаков Харалика и искусственных нейронных сетей [Текст] // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. С. 117-123.

5. Костров Б.В., Костров В.В., Саблина В.А. Алгоритм восстановления изображений с периодическими низкочастотными искажениями [Текст] // Радиотехника. 2009. № 11. С. 92-95.

6. Костров Б.В., Свирина А.Г., Злобин В.К. Спектральный анализ изображений в конечных базисах. Монография. [Текст] М: Курс, 2016. 172 с.

7. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества [Текст] // Научно-технический журнал «Вестник РГРТУ». – Рязань: РГРТУ, 2010. Вып. 1(31). - С. 77-82.

8. Тишкин Р.В., Юдаков А.А. Субпиксельная классификация объектов на космических гиперспектральных изображениях [Текст] // Цифровая обработка сигналов. Вып. №3. 2012. С. 49-51.

9. Фетисов Д.В., Колесенков А.Н. Спектральный анализ аэрокосмических изображений в системах мониторинга недропользования [Текст] // Сборник трудов международной научно-технической и научно-методической конференции «Современные технологии в науке и образовании». СТНО-2017 – Рязань, 2017г. С.160-164.

Н.Н. Хрисанов

ПРИНЦИП ЛОГИЧЕСКОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный технический университет)

В измерительных системах большое распространение получил принцип развертывающего преобразования компенсационного типа, представляющий собой процесс сопоставления измеряемой величины $x(t)$ с развертывающей функцией $s(t)$ [1].

При этом к элементарным развертывающим функциям предъявляются следующие требований: функция $s(t)$ должна быть циклической, непрерывной или кусочно-непрерывной, монотонной на участках возрастания и убывания, не

должна иметь в каждом цикле более одного максимума и одного минимума, а также промежуточных точек с производными, равными нулю; функция $s(t)$ должна быть определенной на всем протяжении, или, по крайней мере, в ее рабочей области; функция $s(t)$ должна быть ограниченной сверху и снизу и принимать все возможные абсолютные значения параметра x от x_{max} до x_{min}. Для развертывающих функций, сформированных с помощью ступенчатых функций множество возможных значений конечно.

Применение развертывающие функций, удовлетворяющих приведенным выше требованиям, приводят к следующим недостаткам измерительных систем: необходимость последовательного формирования всех возможных значений развертывающей функции является основным фактором, снижающим быстродействия этих систем; не рассматривается возможность одновременного применения нескольких развертывающих функций для преобразования одного или нескольких параметров; требования монотонности на участках возрастания и убывания развертывающей функции, а также не иметь в каждом цикле более одного максимума и одного минимума, снижают функциональные возможности развертывающих систем; не учитываются вероятностные характеристики преобразуемого параметра с целью определения оптимальной формы развертывающей функции.

Указанные недостатки могут быть устранены применением логического развертывания. предусматривающего применение теории оптимального поиска для определения оптимальной формы и количества развертывающих функций, обеспечивающих оптимальное функционирование измерительных систем.

Таким образом, под логическим развертыванием предполагается функционирование измерительной системы в соответствии с некоторой стратегией поиска, обеспечивающей заданные параметры функционирования системы. Цель поиска определяется основным назначением измерительной системы. Например, при измерении необходимо за минимальное число шагов подобрать измеряемому параметру соответствующую меру, при многоканальном аналого-цифровом преобразовании каждому входному сигналу необходимо найти соответствующее значение цифрового кода, в системах автоматического контроля необходимо за минимальное время определить все параметры, вышедшие из зоны допуска, и т.д. Результатом решения задачи оптимального поиска в данном случае является определение оптимальной формы и количества развертывающих функций, исходя из заданных вероятностных характеристик входных сигналов.

На рис. 1а приведен пример логического развертывания измеряемой величины $x(t)$ в цифровой код $I_{1,2}(k)$ с применением двух развертывающих функций $s_1(k)$ и $s_2(k)$.

В качестве окончательного результата в этой схеме развертывания используется значение $I_1(n)$, n - количество тактов в одном преобразовании. Развертывающая система для этого случая приведена на рис. 1б, из которого сле-

дует, что применение нескольких развертывающих функций позволяет уменьшить число тактов преобразования.

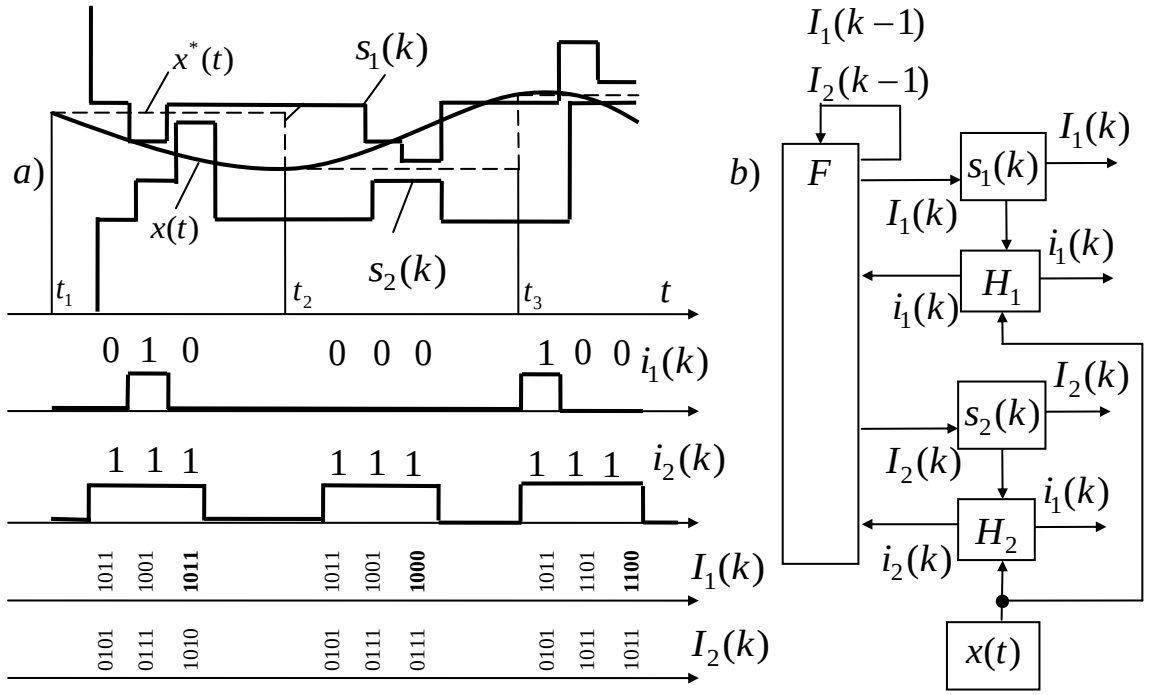


Рис. 1. Схема логического развертывания

Операционная схема для случая произвольного числа развертывающих функций имеет следующий вид:

$$\begin{array}{ccccc} s_{1,\dots,n}(k) & \leftarrow & F\left[I_{1,\dots,n}(k-1), i_{1,\dots,n}(k)\right] & \rightarrow & I_1(k) \\ \downarrow & & \uparrow & & \\ x(t) \rightarrow & H_{1,\dots,n} & \rightarrow & i_{1,\dots,n}(k) & \end{array}$$

Применение логического развертывания позволяет повысить быстродействие и расширить функциональные возможности информационно- измерительных систем [2], систем автоматического контроля [3], аналого-цифровых преобразователей [4, 5].

На рис.2 показана структура многоканального АЦП, в котором реализован принцип логического развертывания с применением нескольких развертывающих функций. Развертывающие функции формируются с помощью нескольких цифро-аналоговых преобразователей ЦАП$_{1\text{-}k}$.

Принцип логического развертывания реализуется выполнением оптимальной стратегии подбора кода, записанной в постоянное запоминающее устройство. Стратегия учитывает, как вероятностные характеристики преобразуемого сигнала, так и динамические параметры ЦАП. Скорость преобразования увеличивается пропорционально количеству используемых ЦАП.

Применение принципа логического развертывания в системах контроля параметров позволяет уменьшить время обнаружения аварийного состояния объекта.

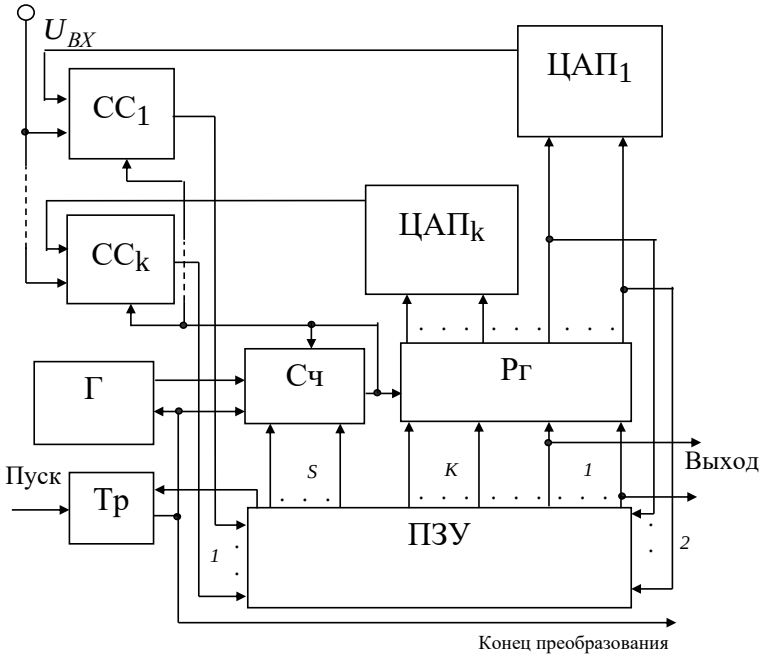


Рис. 2. Структура многоканального АЦП

Литература

1. Чернов В.Г. Устройства ввода-вывода аналоговой информации для цифровых систем сбора и обработки данных. - М.: Машиностроение, 1988. – 184 с.

2. А.с. 1322352, МКИ G08 C 19/28. Информационно-измерительная система/ Н.Н. Хрисанов. Опубл. 15.06.1986. Бюл. № 22.

3. А.с. 1238040, МКИ G05 B 23/02. Устройство для централизованного контроля параметров/ Н.Н. Хрисанов. Опубл. 15.06.1986. Бюл. № 22.

4. Пат. 2183381 России МКИЗ H03M 1/26. Аналого-цифровой преобразователь/ Н.Н. Хрисанов(Россия); №2001108023/09; заявлено 26.03.2001; Опубл. 10.06.2002. Бюл. №16.

5. Хрисанов Н.Н. Аналого-цифровые преобразователи с использованием произвольного числа развертывающих функций // Вестник СамГТУ, серия "Технические науки", вып. № 15 / Самарский госуд. техн. ун-т. - 2002, стр.98-102.

Л.Р. Черняховская, Р.И. Мухаметьянова

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Для увеличения эффективности персонала предприятия может использоваться многозадачное обучение, под которым предполагается одновременное решение совокупности взаимосвязанных задач, которое позволяет более эффективно улучшать программу обучения и повышать качество конечного результата.

Целью работы является иллюстрация того, что в современных условиях обучение персонала должно учитывать все компетенции отдельного сотрудника и специфику взаимодействий всего работающего коллектива организации.

В данной работе рассматривается пример оценки компетенций сотрудника с применением метода анализа иерархий для подбора программы обучения для эффективного воздействия на каждого сотрудника.

Стратегическое управление персоналом предполагает наличие в организации людей, обладающих фундаментальными знаниями, техническими навыками, умениями, приобретенными опытным путем, а также позитивными личными качествами и социальной активностью. Стратегия управления персоналом является производной от общей стратегии предприятия, и так же способствует ее развитию и комплексному использования внутренних и внешних резервов предприятия.

С одной стороны, функционал сотрудника определяется в зависимости от требований и обязанностей проектной организации, с другой стороны, в зависимости от его компетенций и навыков. Для оценки работ на основе экспертных знаний была сформирована иерархия критериев, как часть иерархии понятий в онтологии на рисунке 1.

Каждый из 7 критериев верхнего уровня иерархии декомпозирован на следующем уровне на 5 подкритериев. Класс «Управленческие компетенции» (К1) включает подклассы «Навыки планирования», «Организаторские способности», «Делегирование обязанностей и мотивация», «Анализ проблем и сбор информации», «Управление бизнес-конфликтами», класс «Социальная компетенция» (К2) включает подклассы «Ориентация на потребителя», «Способность к адаптации», «Умение заинтересовать», «Стремление помогать другим людям», «Способность передачи знаний и опыта работы», класс «Профессиональная компетенция» (К3) включает подклассы «Опыт работы», «Ориентация на высокое качество работы и доведение работы до конца», «Обладание профессиональными знаниями», «Выполнение специальных заданий» и «Понимание экономических реалий», класс «Образование» (К4) включает подклассы «Наличие высшего/фундаментального образования»,

«Применение полученных знаний», «Обучаемость, готовность к развитию», «Наличие специальных знаний», «Повышение квалификации», класс «Личностная компетенция» (К5) включает подклассы «Стрессоустойчивость», «Коммерческое мышление», «Нравственная чистота», «Внимательность», «Ответственность», класс «Корпоративная компетенция» (К6) включает подклассы «Знание английского языка», «Самоорганизация», «Работа в команде», «Убедительная коммуникация», «Способность к взаимодействию», класс «Дополнительные компетенции» (К7) включает подкласс «Интуиция», «Креативность», «Работоспособность», «Хобби», «Позитивный настрой».

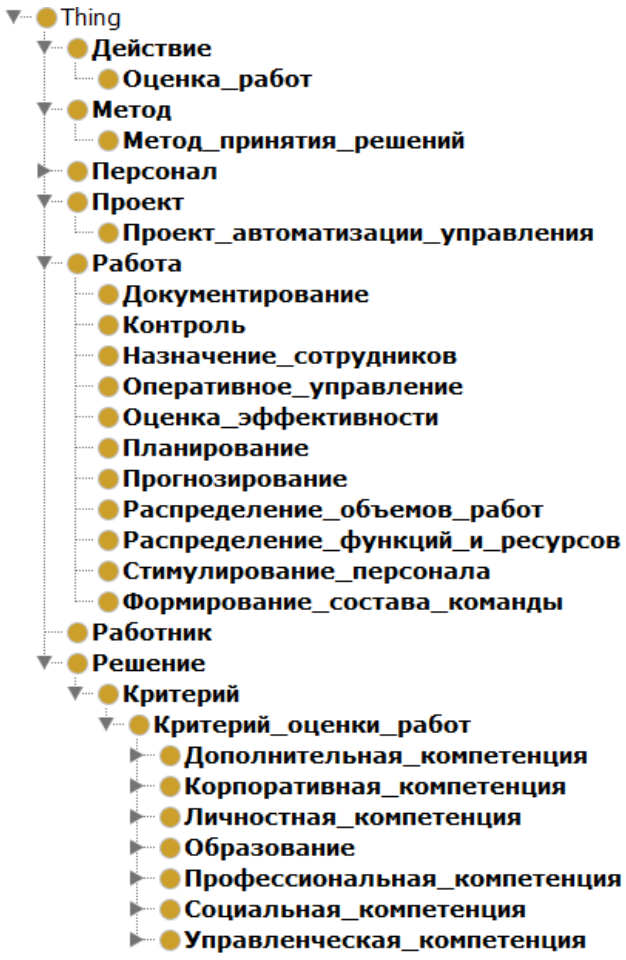


Рисунок 5 – Иерархия критериев

Для начала применения обучающих программ необходимо выявить уровень каждой компетенции. Для оценки работ применяются методы получения и обработки экспертных оценок, такие, как метод рангов, метод непосредственного оценивания, метод сопоставлений, а также методы принятия рациональных многокритериальных решений, например, метод Т. Саати [2].

Непрерывность процесса профессионального развития работника обеспечивает его эффективность. Для реализации программы многозадачного обучения необходимо подобрать приемлемый и комплексный метод обучения, который может применяться как в определенной последовательности, так и одновременно.

Литература

1. Веснин В.Р. Стратегическое управление: учеб. – ТК Велюи, Изд-во Проспект, 2006. - 328 с.

2. Adamus ,W. A new method of job evaluation. http://www.isahp.org/2009. Proceedings/Fina l_Papers/ 106_Adamus_REV_FIN.pdf, 2009.

Е.И. Чигарина, М.И. Шеремеев

АЛГОРИТМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В наше время особую актуальность приобрели «большие данные» (Big Data). Широкое распространение технологий автоматизированной обработки информации и накопление в компьютерных системах больших объёмов данных, сделали очень значимой задачу поиска неявных зависимостей, в имеющихся наборах данных. Для решения задачи структурирования данных используются методы математической статистики, теория баз данных, теория искусственного интеллекта, ставшая очень популярной в наше время, которая включает в себя машинное обучение и нейронные сети, а также различные вероятностные, визуальные, прогнозирующие, генетические алгоритмы. Задача структурирования большого количества данных разделяется на: распределение данных по известным классам (классификация) и распределение данных по неизвестным классам (кластеризация). В данной работе рассмотрены методы кластеризации. Задача кластеризации относится к статистической обработке данных, а также к широкому классу задач машинного обучения с учителем и без учителя.

Машинное обучение (англ. Machine Learning, ML) — класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач. Для решения задачи кластеризации можно выделить такие подходы как вероятностный подход, подходы на основе искусственного интеллекта, иерархический подход и другие. Для последующего анализа выбраны следующие алгоритмы кластеризации: алгоритм опорных векторов и алгоритм случайного леса, которые относятся к группе вероятностных подходов решения задачи кластеризации и иерархических алгоритм, который относится иерархическому подходу решения задачи кластеризации, а также алгоритм кластеризации, предлагаемый компанией Microsoft .

Основная идея метода опорных векторов – перевод исходных векторов в пространство более высокой размерности и поиск разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором в этом пространстве. Две параллельных гиперплоскости строятся по обеим сторонам гиперплоскости, разделяющей классы.

Разделяющей гиперплоскостью будет гиперплоскость, максимизирующая расстояние до двух параллельных гиперплоскостей. Алгоритм работает в предположении, что чем больше разница или расстояние между этим параллельными гиперплоскостями, тем меньше будет средняя ошибка классификатора. То есть основными параметрами, влияющими на процесс обучения, являются: обучающая выборка и размер обучающей выборки.

Иерархическая кластеризация – комплекс алгоритмов, использующих разделение крупных кластеров на более мелкие или объединение мелких в более крупные. Соответственно, выделяют разделительную (дивизивную) и агломеративную (объединительную) кластеризации. В разделительной кластеризации всё исходное множество данных сначала рассматривается как один кластер, который расщепляется на два, тот в свою очередь ещё на два и т.д. В результате образуется иерархическое дерево кластеров. В агломеративной кластеризации также формируется иерархическое дерево, но путем объединения объектов в более крупные кластеры из более мелких. Сначала каждый объект рассматривается, как отдельный кластер, а затем производится объединение. Факторы, влияющие на процесс обучения – выбор вида дерева, а также количество элементов в расщепляющей выборке.

Алгоритм случайного леса (Random forest) – это множество решающих деревьев. В задаче регрессии их ответы усредняются, в задаче классификации принимается решение голосованием по большинству. Чем больше деревьев, тем лучше качество, но время настройки и работы Random forest (RF) также пропорционально увеличиваются. Чем меньше глубина, тем быстрее строится и работает RF. При увеличении глубины резко возрастает качество на обучении, но и на контроле оно, как правило, увеличивается. Основными параметрами, влияющими на результат обучения являются: число деревьев, максимальная глубина дерева, число признаков для выбора расщепления, минимальное число объектов, по которым производится расщепление.

Алгоритм кластеризации Microsoft является алгоритмом сегментации или кластеризации, который выполняет итерацию вариантов в наборе данных, чтобы сгруппировать их в кластеры, содержащие подобные характеристики. Алгоритм кластеризации Microsoft сначала определяет связи в наборе данных и формирует ряд кластеров на основе этих связей. После первого определения кластеров алгоритм вычисляет, как кластеры представляют группирование точек, а затем пытается повторно определить группирования, чтобы создать кластеры, которые лучше представляют данные. Алгоритм последовательно выполняет этот процесс до тех пор, пока улучшить результаты, определяя кластеры, будет невозможно. При подготовке данных, предназначенных для использования в обучении модели кластеризации, следует учитывать требования к конкретному алгоритму, в том числе к объему необходимых данных, и то, как эти данные используются.

Для сравнения перечисленных алгоритмов определены такие критерии как время, затраченное на процесс обучения и выдачу результатов, а также

средняя ошибка кластеризации, равная усредненному значению вероятности непопадания в “нужный” кластер.

В качестве предметной области для исследования алгоритмов используется область медицинской диагностики, в частности, определение группы здоровья человека, учитывая его возраст, пол, ранее имеющихся диагнозов, региона проживания и других факторов.

И.У. Шарофутдинов

ЦИФРО-АНАЛОГОВАЯ ЛИНЕАРИЗАЦИЯ НА ОСНОВЕ АППРОКСИМАЦИИ НЕПРЕРЫВНЫМИ СПЛАЙНАМИ

(Ферганский государственный университет)

В настоящее время имеется ряд работ посвященных исследованию свойств сплайн - функций и их возможностей для технических приложений. Широкая популярность методов сплайн - аппроксимации объясняется тем, что они служат универсальным инструментом моделирования функций и по сравнению с другими математическими методами при равных с ними информационных и аппаратных затратах обеспечивают большую точность вычислений.

Актуальными являются задачи разработки методов, алгоритмов аппаратных и программных средств для быстрого поиска и выявления локальных особенностей сигналов. Анализ и восстановления сигналов составляет основу процессов решения задач обработки геофизических и сейсмических сигналов, обработки результатов стендовых испытаний, обработки изображений и других.

Требования высокой производительности вычислительных систем, применяемых в этих областях, могут быть удовлетворены как за счет разработки новых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС), так и с помощью многопроцессорных средств параллельно – конвейерных вычислений.

Для решения задач анализа и восстановления сигналов широко применяются обобщенные спектральные методы и методы сплайн-функций.

Сплайн-функция — гладкая кусочно-полиномиальная функция, используемая для выравнивания временных рядов. Применение сплайн-функция вместо обычных функций тренда эффективно, когда внутри анализируемого периода меняется тенденция, направление ряда. С.-ф. помогает выделить под периоды, внутри которых динамика показателя не претерпевает существенного изменения. Любой сплайн достаточной гладкости может быть представлен через базисные сплайны. В частности, при d=1 для разложения используются так называемые “нормализованные” базисные сплайны степени m (B - сплайны).

Известно что в области оптоэлектроники впервые исследованы свойства равномерного приближения функций сплайнами, построены вычислительные алгоритмы для нахождения параметров, приведены практические задачи с использованием равномерного приближения сплайнами а также предложена структурная схема кусочно-линейного аппроксиматора изменения длин участков аппроксимации. При этом звенья сплайнов могут быть многочленами, рациональными многочленами или функциями от нелинейно входящих параметров.

При построении цифровых средств измерения с непосредственными отсчётами в единицах измеряемой величины необходимо осуществлять линеаризацию тракта аналого-цифрового преобразования. Наиболее широко применяются аналоговые, цифровые и цифро-аналоговые (гибридные) методы линеаризации, для реализации которых заданная табличная функция преобразования аппроксимируется аналитической зависимостью. Выбор вида аппроксимирующего выражения обычно обусловливает не только заданную погрешность, но и возможность несложной практической реализации с минимальными аппаратурными затратами

Цифро-аналоговая линеаризация, базирующаяся на аппроксимации непрерывными сплайнами обладает достоинствами аналоговой и цифровой линеаризации. При практической реализации цифро-аналоговой линеаризации удобно синтезировать аппроксимирующее выражение минимизируя количество звеньев сплайна и обеспечивая отношение длин звеньев краткое 2^{κ} (κ-целое число). Выполнение последнего условия схему управление задающую длину звеньев аппроксимирующего выражения и значительно сократит аппаратурные затраты на их реализацию. В качестве примера на рис 1 приведена структурная схема кусочно-линейного аппроксиматора с указанным выше законом изменения длин участков аппроксимации. Он состоит из двоичного умножителя ДУ, управляемого делителя частоты УДЧ, регистра сдвига P_2, счетчика результата СчУ, счетчика участков аппроксимации СЧД и постоянного запоминающего устройства ПЗУ.

Число-импульсной код числа N_x, пропорциональный значению термо ЭДС, поступает на вход ДУ, с выхода которого импульсы проходят на входы СЧУ и УДЧ. После поступления на вход УДЧ $N_i=2^{ki}$ импульсов с выхода ДУ импульс переполнения поступает на входы СЧД и P_2, увеличивая значение кода его числа N_i в два раза, т.е. $N_{i+1}=2N_i=2^{Ri+1}$, что соответствует сдвигу кода P_2 на один двоичный разряд и выбору нового участка аппроксимации длиной 2^{Ri+1}. При этом на входе ПЗУ одновременно формируется значение параметра аппроксимации, соответствующее новому (I+1)-му участку аппроксимации.

Таким образом, использование длин участков аппроксимации, кратных 2^k, позволяет упростить дешифратор на счёт его реализации на одном УДЧ и регистре P_2 (отпала необходимость в запоминании значение участков аппроксимации)

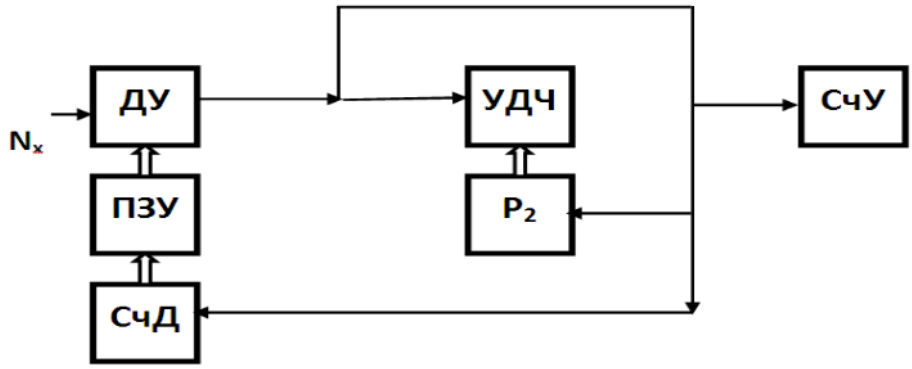


Рис 1. Структурная схема кусочно-линейного аппроксиматора с указанным выше законом изменения длин участков аппроксимации.

Рассмотрим алгоритм вычисления параметров кусочных выражений, приближающих табличные функции преобразования и удовлетворяющие указанным выше условиям.

Пусть характеристика *f(x)* при *xЄ[a;b]* приближается непрерывным Чебышевским сплайном со звеньями вида

$$F(A,x)=F(a_0,a_1,...,a_m;x), \qquad A\in P$$

где *P* - открытое множество *(m+1)*-мерного пространства. В качестве меры близости функций *f(x)* и *F(A,x)* принимаем норму

$$\|f-F\|=\max_{x\in X}|\rho(A,x)|,$$

где $\rho(A, x) = [f(x) - F(A,x)]/w(x)$. Также здесь *w(x)* - ограниченная функция $N \le w(x) \le M$, заданные на множестве $X = \{x \in X, \quad a \le x \le b\}$. Необходимо найти функцию *F*=F(A*,x)* вида (1), удовлетворяющую равенству

$$\|f-F^*\|=\min\|f-F\|=\mu=\mu(f) \qquad A\in P$$

Теперь общую приближающую функцию записываем в виде

$$S(x)=\sum F(A_i,x)\theta[(z_i-x)(x-z_{i-1})],$$

где *θ(x)* – функция Хевисайда

$$\theta(x)=\begin{cases}0, \text{при } x<0\\ 1, \text{при } x\ge 0\end{cases}$$

Для упрощения технической реализации длины звеньев сплайна

$$\Delta x_{i+1}=2^k\Delta x_i,\ k=0,1,2,.... \qquad (2)$$

$$\Delta x_{i+1}=2^k\Delta x_i,\ k=0,\pm1,\pm2,... \qquad (3)$$

При выполнения условия *(2)* реализуется более простые устройства, при выполнении условия *(3)* – более сложные. Эти условия позволяют выбрать параметры сплайна *S(x)* и максимальную длину Δx_1 первого звена сплайна. Длину Δx_1 выбираем из условия простоты реализации, а параметры - с помощью интерполирования.

Интерполяция сплайнами третьего порядка - это быстрый, эффективный и устойчивый способ интерполяции функций. Наравне с рациональной

интерполяцией, сплайн-интерполяция является одной из альтернатив полиномиальной интерполяции.

В основе сплайн-интерполяции лежит следующий принцип. Интервал интерполяции разбивается на небольшие отрезки, на каждом из которых функция задается полиномом третьей степени. Коэффициенты полинома подбираются таким образом, чтобы выполнялись определенные условия (какие именно, зависит от способа интерполяции). Общие для всех типов сплайнов третьего порядка требования - непрерывность функции и, разумеется, прохождение через предписанные ей точки. Дополнительными требованиями могут быть линейность функции между узлами, непрерывность высших производных и т.д.

Основными достоинствами сплайн-интерполяции являются её устойчивость и малая трудоемкость. Системы линейных уравнений, которые требуется решать для построения сплайнов, очень хорошо обусловлены, что позволяет получать коэффициенты полиномов с высокой точностью. В результате даже про очень больших N вычислительная схема не теряет устойчивость. Построение таблицы коэффициентов сплайна требует O(N) операций, а вычисление значения сплайна в заданной точке - всего лишь O(log(N)).

Область применений равномерного приближения многомерными Чебышевскими сплайнами достаточно широко. Математическое обеспечение для вычисления ряда специальных функций, интерпретация результатов решения дифференциальных уравнений, моделирования процессов, построение спецпроцессоров и аппроксиматоров и многое другое.

Классическим решением данной задачи является выбор из допустимого множества функций такую, которая наилучшим образом приближается к совокупности экспериментальных данных. Чаще всего для оценки меры качества приближения функции к экспериментальным данным используется величина среднеквадратичной ошибки. В этом случае практической реализацией данного подхода является метод наименьших квадратов. Но применение метода наименьших квадратов приводит к решению систем алгебраических уравнений. Для систем функционирующих в реальном масштабе времени, в том числе для многих стендовых испытаний необходима разработка новых эффективных методов, не требующих решение систем уравнений. Одним из путей решения этой проблемы является применение сплайн – методов приближения данных.

В результате анализа сплайн-методов приближения выявлено, что подавляющее большинство практически используемых элементарных функций могут быть успешно аппроксимированы базисными сплайнами. Математический аппарат аппроксимации базисными сплайнами позволяет представить функциональные зависимости в виде сумм парных произведений постоянных коэффициентов на значения базисных функций. Это дает основу для существенного распараллеливания вычислений как аналитически, так и таблично-заданных функциональных зависимостей. Локальное свойство базисных сплайнов определяет ограниченное число (N+1, где N-степень сплайна)

слагаемых в аппроксимирующих суммах и минимальный объем таблиц значений базисных функций.

Предлагаемой устройство, которое относится к вычислительной технике и используется в качестве центрального процессорного блока специализированных быстродействующих ЦВМ.

Литература

1. Zaynidinov Hakimjon, Kim Sung Soo, Mirzaev Avaz. Piecewise-Polynominal Bases For Digital Signal Processing. International Journal of Ubiquitous Computing and Internationalization Vol .3,No. 1 April 2011 Korea. p. 59-65.

2. A.E.Mirzaev.J.B.Mirvorisov. Funksiyalarni yaqinlashtirish masalasi modellari. TATU xabarlari jurnali. 3/2011 Toshkent 2011 58-60 bet.

И.У. Шарофутдинов

АППРОКСИМАЦИЯ ДИФФУЗИОННЫХ ЗАДАЧ

(Ферганский государственный университет, преподаватель)

Рассмотрим в (n+1) мерном пространстве R^{n+1} точек (y, z, t), $y \in R^k$, $z \in R^\iota$, $t \in R^1$, $k+\iota = n$ уравнение

$$\frac{\partial u(y,z,t)}{\partial t} - (Lu)(y,z,t) = f(y,z,t)$$

с дифференциалным оператором с постоянными коэффициентами $a^{ij}, \beta_j^m, (1 \le ij \le k, 1 \le m \le \iota)$

$$(Lu)(y,z,t) = \sum_{ij=1}^{k} a^{ij} \frac{\partial^2 u(y,z,t)}{\partial y^i \partial y^j} \sum_{j=1}^{k} \sum_{m=1}^{\iota} \beta_j^m y^j \frac{\partial u(y,z,t)}{\partial z^m}$$

Пусть $a = (a^{ij})$ - $k \times k$ - матрица, $\beta = (\beta_j^m) - \iota \times k$ матрица.

Пусть $D \subset R^n$ органиченная область с границей ∂D. Объеденим пространственные переменные (y,z) в одну пространственную переменную столбец $x = (y^T, z^T) \in R^n$. Рассмотрим в пространстве R^{n+1} переменных $(x,t) = (x_1, x_2, ..., x_n, t)$ цилиндр $\Omega = D \times [0,T]$.

Строятся несмещанные и ε - смещанные оценки решения начально – краевой задачи. Для функций $\phi(x,t) \in c(\partial D * [0,T])$ и $\varphi(\tilde{o}) \in C(\bar{D})$,

найти функцию $u(x,t) \in C(\bar{D} * [0,T]) \cap C^{(2,1)}(\bar{D} * [0,T])$ удовлетворяющую в цилиндре Ω уравнению

$$\frac{\partial u(y,z,t)}{\partial t} - (Lu)(y,z,t) = f(y,z,t) \quad (x,t) \in \Omega, \qquad (1)$$

краевые условия

$$u(x,t) = \phi(x,t) \quad x \in \partial D \quad t \in [0,T), \qquad (2)$$

и начальные условия

$$u(x,0)=\varphi(x) \qquad (3)$$

При исследовании на ЭВМ динамических систем часто испольъзуется метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Применение этого метода для исследования систем, заданных стохастическими дифференциалъными уравнениями, требует их замены разностные схемы Эйлера и Рунге-Кутта. Такие замены рассматриваются в работах. Однако известные оценки погрешности разностных методов решения детерминированных уравнений не могут бытъ использованы при цифровом моделировании стохастических уравнений в виду недифференцируемости почти всюду их решений.

Если имеет в виду приложения метода Монте-Карло, проявляюших свою эффективност в многомерных задачах, то весьма актуальным является развитие методов численного интегрирования в слабом смысле как раз для систем со многими шумами.

Решение общей задачи Дирихле известным образом связано с системой стохастических дифференциальных уравнений. Используя некоторые аппроксимационные методы можно построить Марковскую цепь с поглащением, которая аппроксимирует решения этой системы так, что математическое ожидание определенного функционала от траекторий цепи близко к решению краевых задач для линейного параболического и эллиптического уравнений второго порядка. Если используется вероятностное представление задачи Коши то возможно построить прямые аппроксимации для решения задачи Коши, которые основаны на построенном аппроксимационном методе. Однако, если мы хотим аппроксимировать похожим способом решения параболического или эллиптического уравнения в органиченной области, тогда необходимо иметь аппроксимацию времени первого выхода диффузии через границы области.

Введем область, зависящую от параметра $r>0$

$$B_r(x,t)=\left\{(y,\tau): Z(x,t;y,\tau)>\pi^{-n/2}\left\|a\right\|^{1/2} r^{-\gamma}, t>\tau \right\},$$

которую будем называть шароидой радиуса r c центром в точке (x, t) а ее границу $\partial B_r(x,t)$ сфероидой .

При $r\to o\ \partial B_r(x,t)$ и $\partial B_r(x,t)$ монотонно стягиваются к *(x, t)*. По этому существует $r=r(x,\ t)>0$, что $\partial B_r(x,t)\subset\bar{\Omega}$ приведем один из способов выбора параметра $r>0$. Пусть R(x)- расстояние от точки x до границы области D,

$\left|x\right|=\max\left|x_i\right|, \mu-1\le i\le k$ наибольшее собственное значение матрицы a,

$$\eth =\le \left\{t^{1/2}, t^{3/2}\right\}.$$

Пусть r=r(x, t) >0 такое что $B_r(x,t)\subset\bar{\Omega}$ Тогда, используя формулы параболического среднего [1], для решения задачи (1)-(3) получаем следующее представление

$$u(x,t)=\int_0^1 P_1(p)\int_{S_1(0)} P_2(H)u(y)(\mathring{a}^{-p/\gamma})d\grave{a}dp+f(x,t),$$

Где $$f(x,t)=\int\int\limits_{B_r(x,t)}\left[Z(x,t;y,\tau)-\pi^{-n/2}\left\|a\right\|^{1/2_r-\gamma}\right]f(y,\tau)dyd\tau,$$

$S_1(0)$ - $(n-1)$ – мерная единичная сфера, $H\in S_1(0)$ единичный n- мерный вектор, $P_1(p)$ - плотность гамма распределенной случайно величины с параметром (1+n/2), $p_2(H)=H^TbabH^T/\gamma\sigma_n-$ плотность случайного вектора $\tau(\lambda)=t-r^2\lambda^2$, $y(\lambda,H)=\mathring{a}^{-r\lambda\beta}x+(\gamma\imath n(1/\lambda))^{1/2}d(r^2\lambda^2)b^{-1}H$

σ_n - поверхность единичной сферы,

Пусть $\left\{\xi_j\right\}_{j=1}^{\infty}$ - последовательность независимых гамма распределенных случайных величин с параметром (1+n/2), $\left\{\xi_j\right\}_{j=1}^{\infty}$ последовательность независимых случайных векторов с плотностью распределения $P_2(H)$.

Определим в Ω цепь Маркова $\left\{x^j,t^j\right\}_{j=0}^{\infty}$ следующими рекуррентными соотношениями: $$x^0=x,\ t^0=t,\ t^j=t^{j-1}-r^2_{j-1}\exp(-2\xi_j/\gamma)$$

$$x^j_i=x^{j-1}_i+r^2_{j-1}\exp(-2\xi_j/\gamma)\xi^{1/2}\sum_{m=1}^{k}b_{im}\omega^j_i,$$

$$x^j_{k+p}=x^{j-1}_{k+p}-r^2_{j-1}\exp(-2\xi_j/\gamma)\xi^{1/2}\sum_{\sigma=1}^{k}\beta_{pc}x^j_c+r^3_{j-1}\exp(-3\xi_j/\gamma)\xi^{1/2}\sum_{v=1}^{k}b_{k+p}v\omega^j_i$$

Где $i=1,2,...,k,\ p-1,2,...,\imath,\ j=1,2,...r_{j-1}=r(x^{j-1},t^{j-1})$,

Определим последовательность случайных величин $\{\eta_\imath\}_{\imath=0}^{\infty}$ следующим равенством

$$\eta_\imath=\sum_{j=1}^{\imath-1}h(x^j,t^j)f(y^j,\tau^j)+u(x^\imath,t^\imath),$$

где (y^j,τ^j) - случайная точка шароиды $\partial B_r(x,t)$ при фиксированных $(\tilde{o}^j,\tilde{o}^j)$, имеющая плотность распределения

$$\frac{Z(x,t;y,\tau)-\pi^{-n/2}\left\|a\right\|^{1/2_r-\gamma}}{r_j^2(\frac{\gamma}{\gamma+1})^{(1+n/2)}}.$$

Пусть $\left\{\xi_\imath\right\}_{\imath=0}^{\infty}$ последовательность σ - алгебр, порожденная случайными величинами $\xi_1,\xi_1,...,\xi_\imath$ последовательностью векторов $\omega^0,\omega^1,...,\omega^\imath$ и случайным точками $(y^0,\tau^0),\ (y^1,\tau^1),...,(y^{\imath-1},\tau^{\imath-1}),\ u_{f,\phi,\phi}(x,t)$ - решение задачи (1)-(3) данным f,ϕ,ϕ.

Теорема: Последовательность $\{\eta_t\}_{t=0}^{\infty}$ образует мартингал относительно последовательности σ - алгебр, $\{\zeta_t\}_{t=0}^{\infty}$

б) Если $u_{f^2,0,0}(x,t) < +\infty$ и $u_{|f|,0,0}(x,t) < +\infty$, то η_t является квадратично интегрируемой.

Литература

1. Купцов Л.П. О свойстве средного для обобщенного уравнения А.Н. Колмогорова I //Дифф.уравнение 1983,т. XIX, № 2.

2. Кушнер Г.Дж. Вероятностные методы аппроксимации в стохастических задачах и теории эллиптических уравнений. Москва. Наука. 1985.222 с.

А.М. Шокиров

ВЫЧИСЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА В MSEXCEL

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии)

Численное вычисление определенного интеграла методом прямоугольников и трапеций. Рассмотрим два разных интеграла

$$I = \int_{-1}^{+1} \sqrt{2+x}\,dx, \quad (1)$$

$$I = \int_{3}^{7} x^2 \ln x\,dx. \quad (2)$$

Простейшим методом численного интегрирования является метод прямоугольников. Он непосредственно использует замену определенного интеграла интегральной суммой

$$\int_a^b f(x)dx = S; \quad (3)$$

$$S = s_1 + s_2 + \ldots + s_n = \sum_{i=1}^{n} f(\xi_i) \cdot \Delta x_i. \quad (4)$$

В качестве точек ξ_i выберем средние точки элементарных отрезков $[x_{i-1}, x_i]$:

$$\xi_i = x_{i-1/2} = (x_{i-1} + x_i)/2 = x_{i-1} + h_{i/2}; \quad (i = 1,2,\ldots,n). \quad (5)$$

Тогда (1) и (2) запишутся так:

$$\int_a^b f(x)dx = \sum_{i=1}^{n} h_i \cdot f(x_{i-1/2});\ i=1,2,\ldots,n. \quad (6)$$

Формула (4) и есть формула прямоугольников. Эта формула использует интерполяцию нулевого порядка (кусочно постоянную) (см. рис. 1).

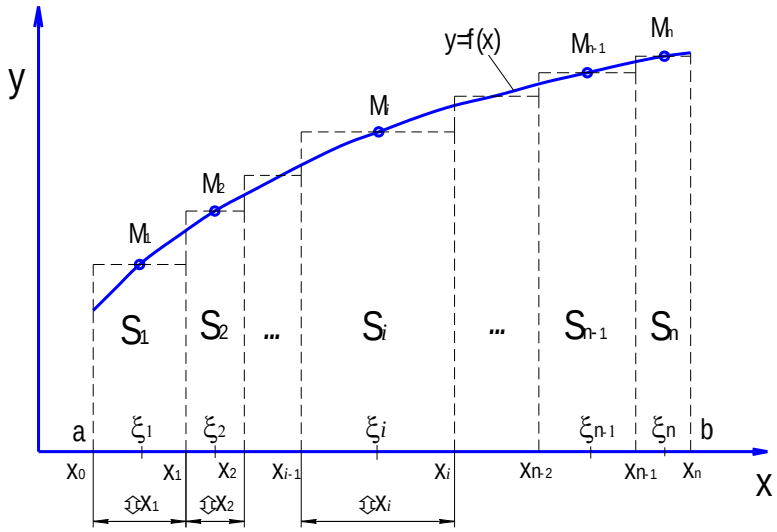


Рис. 1. Геометрический смысл определенного интеграла

Метод трапеций использует линейную интерполяцию, т.е. график функции $y=f(x)$ представляется в виде ломанной, соединяющей точки с координатами (x_{i-1}, y_{i-1}) и (x_i, y_i). В этом случае площадь всей фигуры (криволинейной трапеции) складывается из площадей элементарных прямолинейных трапеций (рис. 2).

Площадь каждой элементарной трапеции равна произведению полусуммы оснований на высоту:

$$S_i = \frac{y_{i-1} + y_i}{2} \cdot h_i ; \; (i = 1,2, \ldots , n) . \qquad (7)$$

Складывая площади элементарных фигур, получаем формулу трапеций для численного интегрирования:

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} h_i (y_{i-1} + y_i) . \qquad (8)$$

Важным частным случаем рассмотренных формул является их применение при численных интегрирований с постоянным шагом $h_i = h = const$

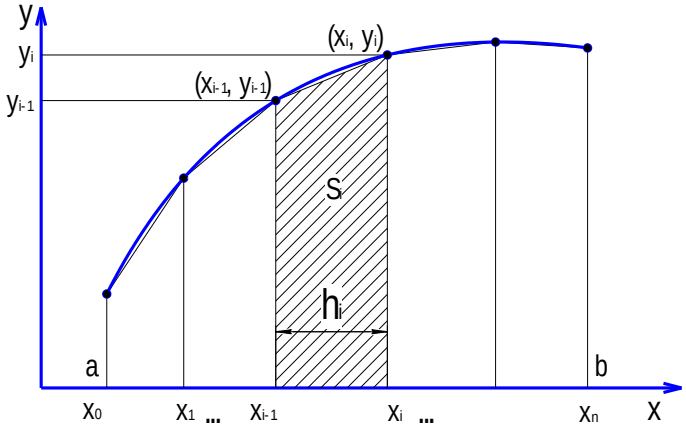


Рис. 2. Схема к выводу формулы трапеций

(i = 1, 2, ..., n). Формулы прямоугольников и трапеций в этом случае принимают соответственно вид:

$$\int_a^b f(x)dx = h\sum_{i=1}^{n} f(x_{i-1/2}) = h\sum_{i=1}^{n} y_{i-1/2}\,, \tag{9}$$

$$\int_a^b f(x)dx = h(\frac{y_0 + y_n}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} y_i). \tag{10}$$

Описание алгоритма решения

Пример вычисления определенного интеграла (1), (2) методом трапеции (10) в MSExcel показано в Рис. 3-4

	A	B	C	D	E	F
1	Исходные данные					
2					x	y
3	Нижний предел интеграла a=	3		X0	3	9,88751
4	Верхний предел интеграла b=	7		X1	3,4	14,1468
5	Отрезки разбиения n=	10		X2	3,8	19,2774
6				X3	4,2	25,3149
7				X4	4,6	32,2914
8	результат			X5	5	40,2359
9	Шаг интегрирования h=	0,4		X6	5,4	49,1754
10	результат интегрирования y=	177,8		X7	5,8	59,1343
11				X8	6,2	70,1357
12				X9	6,6	82,2008
13				X10	7	95,3496

Рис. 3 Решение определенного интеграла (2) методом трапеций (10)

	A	B	C	D	E	F
1	Исходные данные					
2					x	y
3	Нижний предел интеграла a=	-1		X0	-1	1
4	Верхний предел интеграла b=	1		X1	-0,8	1,09545
5	Отрезки разбиения n=	10		X2	-0,6	1,18322
6				X3	-0,4	1,26491
7				X4	-0,2	1,34164
8	результат			X5	0	1,41421
9	Шаг интегрирования h=	0,2		X6	0,2	1,48324
10	результат интегрирования y=	3,143		X7	0,4	1,54919
11				X8	0,6	1,61245
12				X9	0,8	1,67332
13				X10	1	1,73205

Рис. 4 Решение определенного интеграла (1) методом трапеций (10)

Пример вычисления определенного интеграла (1), (2) методом прямоугольников (9) в MSExcel показано Рис. 5-6

	A	B	C	D	E	F
1	Исходные данные					
2					x	y
3	Нижний предел интеграла a=	3		X0	3	9,88751
4	Верхний предел интеграла b=	7		X1	3,4	14,1468
5	Отрезки разбиения n=	10		X2	3,8	19,2774
6				X3	4,2	25,3149
7				X4	4,6	32,2914
8	результат			X5	5	40,2359
9	Шаг интегрирования h=	0,4		X6	5,4	49,1754
10	результат интегрирования y=	198,9		X7	5,8	59,1343
11				X8	6,2	70,1357
12				X9	6,6	82,2008
13				X10	7	95,3496

Рис. 5 Решение определенного интеграла (2) методом прямоугольников(9)

1	Исходные данные					
2					x	y
3	Нижний предел интеграла a=	-1		X0	-1	1
4	Верхний предел интеграла b=	1		X1	-0,8	1,09545
5	Отрезки разбиения n=	10		X2	-0,6	1,18322
6				X3	-0,4	1,26491
7				X4	-0,2	1,34164
8	результат			X5	0	1,41421
9	Шаг интегрирования h=	0,2		X6	0,2	1,48324
10	результат интегрирования y=	3,07		X7	0,4	1,54919
11				X8	0,6	1,61245
12				X9	0,8	1,67332
13				X10	1	1,73205

Рис. 6 Решение определенного интеграла (1) методом прямоугольников(9)

Литература

1. Амосов А.А. Вычислительные методы для инженеров [Текст]: Учеб.пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – М.: Высш. шк., 1994.–544 с.

2. Бахвалов Н.С. Численные методы[Текст]: Учеб.пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. – 624с.

3. Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование[Текст]: Учеб.пособие / Ю.П. Боглаев. - М: Высш.шк., 1990. – 544 с.

А.М. Шокиров

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ВЫЧИСЛЕНИЕ СУММЫ РЯДА

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии)

Чтобы описать поведение при $x \to \infty$ интересующей нас функции $f(x)$ в терминах известной функции $\varphi(x)$, мы часто будем использовать следующие обозначения, введенные Бахманом и Ландау. Предположим сначала, что *x*– действительная переменная. На бесконечности $\varphi(x)$ может стремиться к нулю, к бесконечности или иметь какое-либо другое поведение – никаких ограничений мы не налагаем.

1) Если отношение $f(x)/\varphi(x)$ стремится к единице, то мы пишем

$$f(x) \sim \varphi(x) \quad (x \to \infty)$$

или, короче, $f \sim \varphi$. В этом случае мы говорим, что f асимптотически приближается к φ или φ является асимптотическим приближением функции f.

2) Если $f(x)/\varphi(x) \to 0$, мы пишем

$$f(x) = o\{\varphi(x)\} \quad (x \to \infty)$$

или, короче $f = o(\varphi)$; в этом случае мы говорим, что порядок f меньше, чем порядок φ.

3) Если отношение $|f(x)/\varphi(x)|$ ограничено, то мы пишем

$$f(x) = O\{\varphi(x)\} \qquad (x \to \infty)$$

или $f = O(\varphi)$; в этом случае говорят, что функция f имеет порядок, не превосходящий порядка φ.

В 1894 году Пауль Бахман придумал обозначение для асимптотического анализа. В последующие годы его популярности способствовали Эдмунд Ландау и др. Мы встречаем это обозначение в формулах наподобие: $H_n = \ln n + \gamma + O(1/n)$, которая говорит нам, что *n*-е гармоническое число равно натуральному логарифму *n* плюс константа Эйлера плюс некоторая величина, которая составляет «*O* большое от 1 на *n*» [1], [2]. Эта последняя величина точно не определена, однако, какой бы она ни была, обозначение «*O*» позволяет утверждать, что она не превосходит константу, умноженную на 1/*n*.

Величину $O(1/n)$ можно считать пренебрежимо малой, если только нас не интересуют величины, отличающиеся от $1/n$ лишь постоянным множителем.

Определение 1.

$$f(n) = O(g(n)) \qquad \text{для всех } n \in N \tag{1}$$

означает, что существует такая константа *C*, что

$$|f(n)| \le C|g(n)| \quad \text{для всех } n \in N; \tag{2}$$

а если обозначение $O(g(n))$ использовано внутри формулы, то оно обозначает функцию $f(n)$, удовлетворяющую (2). Значения функции $f(n)$ неизвестны, но мы знаем, что они не слишком велики. Символ «O» включает неопределенную константу C, каждое вхождение O может подразумевать различные C, но каждая из этих констант не зависит от n.

Определение 2. Соотношение $f(n) = O(g(n))$ при $n \to \infty$ означает, что существуют две константы C и n_0, такие, что

$$|f(n)| \le C|g(n)| \quad \text{при всех } n \ge n_0.$$

Замечание 1: Значения C и n_0 могут быть разными для разных O, но они не зависят от n.

Определение 3. Запись $f(x) = O(g(x))$ при $x \to 0$ означает, что существуют две константы C и ε, такие, что

$$|f(x)| \le C|g(x)|, \quad \text{если только } |x| \le \varepsilon .$$

Замечание 2: запись $\frac{1}{3}n^3 + \frac{1}{2}n^2 + \frac{1}{6}n = O(n^3)$ корректна, но в этом равенстве нельзя менять местами правую и левую части. В противном случае мы можем прийти к нелепым выводам, наподобие $n = n^2$, исходя из верных тождеств $n = O(n^2)$ и $n^2 = O(n^2)$.

Работая с символом «O» мы имеем дело с односторонними равенствами. Правая часть уравнения содержит не больше информации, чем левая, и фактически может содержать меньше информации; правая часть является «огрублением» левой.

Если говорить строго формально, то запись $O(g(n))$ обозначает не какую-то одну функцию $f(n)$, а сразу множество функций $f(n)$, таких, что $|f(n)| \le C|g(n)|$ для некоторой константы C. Обычная формула $g(n)$, не включающая символ O, обозначает множество, содержащее одну функцию $f(n) = g(n)$. Если S и T суть множества функций от n, то запись $S + T$ обозначает множество всех функций вида $f(n) + g(n)$, где $f(n) \in S$ и $g(n) \in T$; другие обозначения вроде $S - T$, ST, S/T, $\sqrt{S}$, e^S, $\ln S$ определяются аналогично. Тогда «равенство» между двумя такими множествами функций есть теоретико-множественное включение; знак «=» в действительности означает «$\subseteq$».

«Уравнение» $\frac{1}{3}n^3 + O(n^2) = O(n^3)$ означает, что $S_1 \subseteq S_2$, где S_1 есть множество всех функций вида $\frac{1}{3}n^3 + f_1(n)$, для которых найдется константа C_1, такая, что $|f_1(n)| \le C_1|n^2|$, а S_2 есть множество всех функций $f_2(n)$, для которых найдется константа C_2, такая, что $|f_2(n)| \le C_2|n^3|$.

Можно строго доказать это «равенство», если взять произвольный элемент из левой части и показать, что он принадлежит правой части: пусть

$\frac{1}{3}n^3 + f_1(n)$ таково, что $|f_1(n)| \le C_1|n^2|$, следует доказать, что существует такая константа C_2, что $\left|\frac{1}{3}n^3 + f_1(n)\right| \le C_2|n^3|$. Константа $C_2 = \frac{1}{3} + C_1$ решает проблему, так как $n^2 \le |n^3|$ для всех целых n.

Замечание 3: Если в формуле используется несколько переменных, то символ O представляет множество функций от двух или более переменных, а не только от одной. В область определения каждой функции входят все переменные, которые в данном контексте «свободны» для изменения.

При нахождении суммы ряда нередко используется формула суммирования Эйлера [3]:

$$\sum_{a \le k < b} f(k) = \int_a^b f(x)\,dx + \sum_{k=1}^{m} \frac{B_k}{k!} f^{(k-1)}(x)\Big|_a^b + R_m,$$

где $R_m = (-1)^{m+1} \int_a^b \frac{B_m(\{x\})}{m!} f^{(m)}(x)dx, \quad a \le b, \quad m \ge 1, \quad a,b,m \in Z,$

B_k – числа Бернулли, $B_m(\{x\})$ – многочлен Бернулли. $B_k = (-1)^k \beta_{2k}$.

В качестве примера рассмотрим две задачи.

Задача 1. Найти $S_n = \sum_{k=0}^{n} \frac{1}{n^2 + k^2}$.

Применим формулу суммирования Эйлера:

$$S_n = \sum_{k=0}^{n} \frac{1}{n^2 + k^2} = \int_0^n \frac{dx}{n^2 + x^2} + \sum_{k=1}^{m} \frac{B_k}{k!} \left(\frac{1}{n^2 + x^2}\right)^{(k-1)}\Bigg|_0^n =$$

$$= \int_0^n \frac{dx}{n^2 + x^2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{n^2 + x^2}\Bigg|_0^n + \frac{1}{6}\left(\frac{1}{n^2 + x^2}\right)'\Bigg|_0^n + 0 \cdot \left(\frac{1}{n^2 + x^2}\right)''\Bigg|_0^n - \frac{1}{30}\left(\frac{1}{n^2 + x^2}\right)^{(3)}\Bigg|_0^n + \ldots =$$

$$= \frac{1}{4}\pi n^{-1} + \frac{1}{4} \cdot n^{-2} + \frac{1}{6}\left(\frac{-2x}{(n^2 + x^2)^2}\right)\Bigg|_0^n + O(n^{-5}) = \frac{1}{4}\pi n^{-1} + \frac{1}{4} \cdot n^{-2} - \frac{1}{12}n^{-3} + O(n^{-5}).$$

Задача 2. Найти асимптотику при $n \to \infty$ суммы $S(n) = \sum_{k=0}^{n} k!$

Члены этой суммы быстро растут с ростом номера, так что главный член асимптотики равен последнему члену суммы: $S(n) \sim n!$, $n \to \infty$. Действительно,

$$\frac{S(n)}{n!} = 1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{n(n-1)} + \ldots + \frac{1}{n(n-1)\ldots 2 \cdot 1}.$$

Следовательно,

$$S(n) = n!\cdot\left(1+\frac{1}{n}+O\left(\frac{1}{n^2}\right)\right) \quad (n \to \infty).$$

Литература

1. Панченков, А.Н. Асимптотические методы в экстремальных задачах механики. – Новосибирск: Наука, 1982.

2. Олвер, Ф. Введение в асимптотические методы и специальные функции. – М.: Наука, 1978.

3. Грэхем, Р. Конкретная математика. Основание информатики: Пер. с англ. / Р. Грэхем, Д. Кнут, О. Паташник. – М.: Мир, 1998.

Д.Е. Яблоков

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ ИНТЕРВАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ ОБОБЩЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ ИТЕРАТОРОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Назначение абстрактного типа данных состоит в расширении предлагаемого языком программирования понятийного аппарата в соответствии с контекстом предметной области. Создание какого-либо интерфейса подразумевает, что как базовая абстракция он должен помогать формировать правильные стереотипы мышления и, соответственно, правильный стиль программирования. По сути, проектирование интерфейсов – это проектирование конструкций предметно-ориентированного языка, представленного с помощью синтаксических средств используемого инструмента кодирования. Таким образом, обеспечивается взаимосвязь используемых абстракций и требований, как предметной области, так и выбранной стратегии реализации. Но способ выражения соответствия требованиям при разных подходах имеет существенные отличия. В объектно-ориентированном программировании для любого типа, находящегося в каком-либо дочернем узле иерархии наследования, необходимо реализовать определенный его интерфейсом контракт. В терминах этого контракта, следуя логике объектно-ориентированного подхода, возможно обращение к функциональности и данным экземпляра потомка. Обобщенное программирование подразумевает, что проектируемый элемент программы удовлетворяет необходимому набору свойств и ограничений, которые предъявляются к нему со стороны других компонентов, ожидающих определенный формат взаимодействия сообразно своим синтаксическим и семантическим особенностям.

Алгоритм, написанный в обобщенном стиле, может применяться для любых типов, удовлетворяющих требованиям, которые он предъявляет к своим аргументам. Любой обобщенный алгоритм состоит из двух частей: конкретных инструкций, определяющих шаги исполнения и совокупности концепций, по-

средством которых происходит спецификация абстрактных требований. Например, алгоритм Search, в представленном фрагменте кода (Рис. 1), ищет подпоследовательность первого диапазона [`first1`; `last1`), которая идентична второму диапазону [`first2`; `last2`) при их поэлементном сравнении. Требования, которые предъявляются к его аргументам, задающим границы диапазонов, должны быть сформулированы таким образом, чтобы отражать все необходимые функциональные особенности. Модели однонаправленных, неизменяющих итераторов `IFI1`, `IFI2` должны быть способны:

1. создавать собственную копию с сохранением состояния, т.е. текущей позиции (`first1.Clone()`);
2. поддерживать отношение эквивалентности, т.е. быть сравнимыми на равенство позиций (`first2.EqualTo(last2)`) относительно начала диапазона;
3. выполнять операцию продвижения (`interator11.Advance()`) в прямом направлении с единичным шагом, после которой итератор должен указывать на следующую позицию диапазона относительно предыдущего состояния;
4. прочесть значение элемента (`iterator2.Read()`), находясь в какой-либо позиции диапазона не совпадающей с его окончанием (`last2`).

```
public static IFI1 Search<IFI1, IFI2, T1, T2>
(
    IFI1 first1,
    IFI1 last1,
    IFI2 first2,
    IFI2 last2,
    IBinaryPredicate<T1, T2> predicate
)
    where IFI1 :
IInputForwardIterator<T1>
    where IFI2 :
IInputForwardIterator<T2>
{
    IFI1 iterator1 = (IFI1)first1.Clone();
    if(first1.EqualTo(last1) || first2.EqualTo(last2))
        return iterator1;
    for(; ; iterator1.Advance())
    {
        IFI1 iterator11 = (IFI1)iterator1.Clone();
        for(IFI2 iterator2 = (IFI2)first2.Clone(); ;
            iterator11.Advance(), iterator2.Advance())
        {
            if(iterator2.EqualTo(last2))
                return iterator1;
            else if(iterator11.EqualTo(last1))
                return last1;
            else if(!predicate.Execute(iterator11.Read(),
                                       iterator2.Read()))
                break;
        }
    }
}
```

Рис. 1. Алгоритм поиска поддиапазона с использованием моделей однонаправленных, неизменяющих итераторов на языке C#

Все эти требования к поведению однонаправленных, предоставляющих доступ к элементам только в режиме чтения итераторов, задаются с помощью ограничений для типов данных, определенных в универсальном объявлении параметров алгоритма (`where IFI1 : IInputForwardIterator<T1>` и `where IFI2 : IInputForwardIterator<T2>`). Формализация требования с помощью механизма ограничений для универсальных типов данных выбрана потому, что в качестве параметра типа модели итератора может быть передана абстракция с более развитой семантикой, которая в свою очередь, может использоваться далее в вызывающем коде.

```
var iRange1 = ContainerFactory.IStringRange("Hello, world!");
var iRange2 = ContainerFactory.IStringRange("world");
var result = AlgorithmFactory.Search
                                (
                                   iRange1.Begin,
                                   iRange1.End,
                                   iRange2.Begin,
                                   iRange2.End,
                                   OperationFactory
                                      .ToPredicate<char>((lhs, rhs)
                                              => (lhs == rhs))
                                );
Assert.AreEqual(result.Distance(iRange1.Begin), 7);
```

Рис. 2. Пример применения алгоритма поиска поддиапазона с использованием итераторов произвольного доступа

Как видно из примера (Рис. 2), при проведении unit-теста для верификации полученного значения необходимо вычислить расстояние между итератором произвольного доступа, полученным в результате работы алгоритма (`result`) и итератором, обозначающим начало диапазона (`result.Distance(iRange1.Begin)`). Сделать это было бы невозможно, если бы тип возвращаемого значения и сигнатура алгоритма были определены в терминах базовых абстракций однонаправленного, неизменяющего итератора (`IInputForwardIterator<...>`). Ограничения, накладываемые на типы аргументов алгоритма поиска подпоследовательности (Рис. 1), которому для работы достаточно функциональности итератора прямого доступа, никак не должны влиять на тип моделирующий концепцию такого итератора. Отношения между концепциями должны формализоваться процессом развития одной концепции от другой, когда развивающая концепция предоставляет всю функциональность развиваемой и, возможно, некоторую дополнительную, являющуюся только частью развивающей. Практически это означает, что если алгоритм требует, чтобы его формальные параметры являлись моделью какой-либо концепции, то его фактические параметры могут представлять собой тип, являющийся моделью другой концепции, при условии, что она развивает концепцию, определяющую набор требований к формальным параметрам алгоритма.

Модель итератора произвольного доступа максимально приближена к семантике арифметики указателей и поддерживает наибольшее подмножество

операций, часть из которых уже определена в развиваемых ею концепциях итераторов. При реализации алгоритма, требующего от своих аргументов семантики произвольного доступа, нужно определить ограничение для параметров универсальных типов с помощью обобщенной концепции неизменяющего итератора произвольного доступа (`where IRI1 : IInputRandomAccessIterator<D, T1>`) и `where IRI2 : IInputRandomAccessIterator<D, T2>`). Здесь `D` – обобщенный тип для представления числа элементов между итераторами, указывающими на разные позиции одного диапазона. Спецификация поведения данного типа, т.е. перечень доступных для него операций передается в алгоритм с помощью экземпляра обобщенной концепции `IBinaryDistance<D, D, D>`.

```
public static IRI1 Search<IRI1, IRI2, D, T1, T2>
(
    IRI1 first1,
    IRI1 last1,
    IRI2 first2,
    IRI2 last2,
    IBinaryDistance<D, D, D> concept,
    IBinaryOperation<T1, T2, bool> predicate
)
    where IRI1 :
IInputRandomAccessIterator<D, T1>
    where IRI2 :
IInputRandomAccessIterator<D, T2>
{
    D count1 = last1.Distance(first1);
    D count2 = last2.Distance(first2);
    IRI1 iterator1 = (IRI1)first1.Clone();
    for(; concept.LessEqual(count2, count1);
        iterator1.Advance(),
            count1 = concept.Minus(count1,
                                   concept.One))
    {
        IRI1 iterator11 = (IRI1)iterator1.Clone();
        for(IRI2 iterator2 = (IRI2)first2.Clone(); ;
                iterator11.Advance(), iterator2.Advance())
        {
            if(iterator2.EqualTo(last2))
                return iterator1;
            else if(!predicate.Execute(iterator11.Read(),
                                       iterator2.Read()))
                break;
        }
    }
    return last1;
}
```

Рис. 3. Алгоритм поиска поддиапазона с использованием моделей неизменяющих итераторов произвольного доступа на языке C#

Использование обобщенных концепций итераторов предполагает реализацию обобщенных интервальных алгоритмов (Рис. 1, 3). При работе с любыми структурами данных создание таких алгоритмов требует меньше усилий, а код выглядит более понятным и логичным.

Литература

1. Страуструп, Б. Программирование. Принципы и практика с использованием C++. Второе издание / Б. Страуструп: Пер. с англ. – М.: Издательство Вильямс – 2016. – 1328 с.

2. Шилдт, Г. C# 4.0 Полное руководство. Отдельное издание / Г. Шилдт: Пер. с англ. – М.: Издательство Вильямс – 2015. – 1056 с.

3. Яблоков, Д.Е. Применение обобщенных концепций итераторов и функциональных адаптеров для создания алгоритмов с развитой семантикой обработки данных. МНТК «Перспективные информационные технологии»: Сб. науч. тр. / под ред. С.А. Прохорова. Самара: СГАУ – 2017. – С. 1041 -1044.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

B. Abdukadirov

SECURITY SUPPORT IN THE LANGUAGE OF PERL SERVER SCRIPTS

(Fergana branch Tashkent University of Information Technologies
named after Muhammad al-Khwarizmi)

In 1995, the ubiquity of the Web was nothing more than a dream, and the programming languages and Web technologies resembled children's games. As a result, hackers were simply not interested in penetrating Web sites. However, at present the picture has changed and individual successful implementations have been replaced by a large variety of languages and technologies ready for use by hackers. And they every day "pluck" the unsuspecting employees of the company, organizations or government agencies. Drop any preconceived ideas about security. Without understanding the rules of the game, you just have to go with the flow. The main purpose of the description of programming languages is to present to Web programmers and security specialists the languages currently used, the functionality, syntax and potential risks associated with the use of these languages.

In order for two computers to "communicate" with each other, they must be properly programmed and "speak" in one language. There are many popular Web languages, and each one has its own advantages and disadvantages. On the one hand, easy and easy to learn HTML is probably the best choice. It has a simple style and is based only on a few complex concepts. On the other hand, if you need to provide interactivity, dynamic data updating, and a complex graphical display of information, it's better to use the Java language. However, in any case, in order to understand the way Web-server interacts with the client browser, and therefore, to find the vulnerabilities in the implementation of this process, one must have an idea of the main technologies.

Perl is a high-level programming language often called the scripting language in 1987 was created by Larry Wall. Currently, Perl is the most portable scripting language that can be used on AS / 400, supercomputers Cray, Digital VMS, MPE / ix from Hewlett Packard, Linux, Tandem, MacOS and all versions of Unix. Portability of Perl, its low cost, it is distributed free of charge and robustness contributed to its wide application on the Internet. The ego served as one of the most significant reasons for the explosive growth of the worldwide network.

The Perl language is extremely stable and flexible. It can be used to perform server operations, implement client scripts, or create standalone applications, for example, the universal dispatcher of distribution lists. However, the main purpose of Perl is to manage Web server scripts. At the same time, security was never a distin-

guishing feature of this language. As a result, for Web sites that use Perl, there are various flaws in the security subsystem. True, there are several ways to reduce the risk of a security breach.

The Perl code can be either very simple or extremely complex. Typically, the Perl language is used to process data entered by the user in the form fields.

Perl can be used as the language of server-side scripts, or just plan to do it, take into account a number of security breaches and corresponding countermeasures.

- Make sure that Web servers do not start with administrative privileges, i.e. with the rights of the account root (Unix) or Administrator (Windows). Otherwise, there is a danger of a cracker executing commands with high privileges.
- Always perform pre-processing of field values. Define a list of valid alphanumeric characters for the application, and then filter out any characters that do not belong to this set. For example, if there is a field for entering an e-mail address, you can use the regular expression pattern to identify incorrect information. This will identify the error and inform the user about the need to correct the input data. In any electronic address the following characters are allowed: a ... z, A..Z, 0-9, only one symbol e. hyphen (-), underscore (_), and period (.). Below is a simple expression that allows you to identify a dangerous idea, within which a field for entering an e-mail address

```
If ($email !~ /* [ \w.-]+\! e[\w.-|*$/ ) {
        print "<br><br> # Warning: An error has been detected in your
        email address. Re-enter the data. <br>"
} else {
        # Executing the rest of the Perl script
}
```

This code fragment can be deciphered as follows:

```
/       # Start the regular expression
*       # Sets the beginning of the line
[       #Defines the beginning of the list of characters
\w      # Defines an alphanumeric character including "_"
*       # Specifies the point "."
_       # Defines a dash or hyphen "-"
]       # End of the list of characters
+       #Sets 1 or more characters from the previous list
¥e      # Matches the "e"
[       # Defines the beginning of the list of characters
\w      # Specifies an alphanumeric character including "_"
.       # Specifies the point
-       # Specifies a dash or hyphen "–"
]       # End of the list of characters
```

If the condition !" Specified in the Perl expression is not fulfilled, the script returns an error message and the user will have to correct the input information.

- Limit the use of local operating system commands. When passing the parameters of the open () function. Systes (), fork (), or exec () allow the cracker to execute the system hacking commands. If you still need to use these functions, be sure to check the input variables.
- On Unix systems, you should not use the values of environment variables. Instead, set the $ PATH and $ IFS variables only in script files.
  $ENV{"PATH") = "/bin:/usr/bin:/usr/local/bin:/opt";
  $ENV{"IFS"} = " / ";
  If you do not explicitly manage these variables, the attacker can change their values and cause the program to execute another command, rather than the one that was planned.
- Check the size of the input variables or data entered in the form fields. To do this, you either need to check the length of the variables passed to the program, or use the $ ENV {CONTENT_LENGTH} field to limit the size of the data sent in the POST requests and sometimes the GET. If this is not done, the attacker will be able to send a large amount of data to the variable and lead to the crash of the Web-server, the system, or, worse, to overflow the buffer and execute arbitrary commands remotely.
- Try not to accept the path from the form fields. At least make sure that the path is relative, not absolute. Also, keep track of the dot (..) characters or the forward / backslash (/ or \). Otherwise, the attacker will be able to generate a request for a UNIX password file
  ../../../../../../../etc/passwd
  or a request to receive a backup copy of the Windows SAM file
  ../../../../../../../winnt/repaire/sam._
  If possible, use the validation check of the variable values used.
- By default, Perl scripts are stored as plain text. Therefore, after hacking into the Web-server, you can read the Perl files and extract various information from them, for example, user names and passwords for accessing the database. Several programs, such as Perl2exe (http://www.perl2exe.com), allow you to hide the Perl code. When they are used, an independent executable (.exe) is created, which makes the Perl source code and the interpreter unnecessary.

In general, the protection of Perl scripts is critical, so find or develop yourself a good function of analyzing input data and apply its day checking the value of each field of the user form.

References

1. Stuart M., Saumil S., Shriray S. Hacking in Web Attacks and Protection - Addison-Wesley Boston 2003 - 384 p.

B. Turgunov, A. Komilov, D. Abdurasulova, X. Umarov

SECURITY OF A SMART HOME

(Fergana branch Tashkent University of Information Technologies
named after Muhammad al-Khwarizmi)

Actuality: So, what is the smart home? Why, nowadays we have to discuss of problems its security. As it is known, today, the conception of building smart cities, smart house and smart industries are so largely spread. Therefore, it so important and actual question to research of security problems in the smart homes.

A smart home is a system based on the full automation of all housing arrangements. That is, you can easily turn off the light in the corridor with one click on the control panel. But, in order to design a smart house with your own hands, you will have to try. Also you can manage any IoT (Internet of Things) devices in your smart house across wireless connection by use your smartphone.

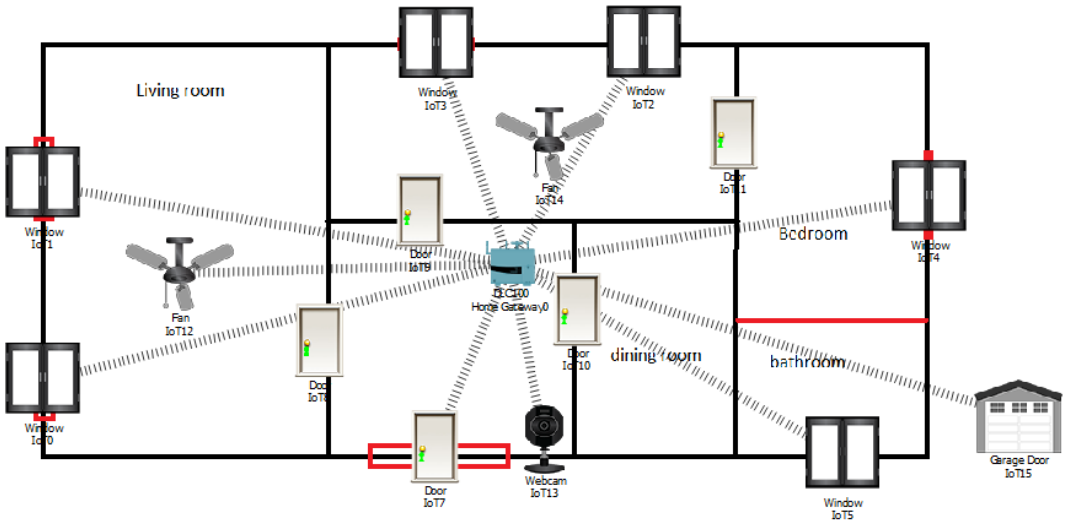


Fig. 1. Wireless connection IoT devices in smart home to home gateway

Your smart home can be connected to local network and your only can manage your IoT devices if you be in your home. But, this type of smart home is not so comfortable by managing remotely. Therefore, usually, the IoT devices of smart home are connected to the internet.

Along with the growth in the number and type of devices connected to the Internet, the risks associated with security and privacy protection are also growing. This is especially true for IoT - the things surrounding us can be used for other purposes and for criminal purposes, their functionality can be changed right up to the failure of the work. While smart objects are becoming more and more intertwined into our lives, making us increasingly dependent on them, the issues of ensuring the security of IoT systems, personal data become more relevant than ever and constitute an important element of our own security and privacy.

The evolution of automated control systems (ACS) has evolved from closed systems with proprietary devices and protocols to a multi-tier architecture with increasing use of standard IT components and, finally, to a new growing trend in the introduction of IoT technologies.

Cost and advanced functionality were the main motivations for moving to a more standard IT architecture and components. This transition had security implications - the system could no longer be regarded as completely isolated, the vulnerabilities of standard components were more pronounced. However, for this generation of control systems, it was possible to provide sufficient isolation from the environment, including physical protection. The number of components was relatively limited, and communication with the external communication infrastructure, in particular the Internet, was not a requirement and either was well controlled or completely absent.

The possibility of introducing miniature sensors and controllers into virtually all components of the physical production process is fraught with benefits that are difficult to refuse. First of all, this is a significant increase in the reliability of the system and the provision of preventive maintenance. The collection of indicators of the status of various components of the system in real time, comparison of data from identical devices, threshold indicators of wear - all this makes it possible to reduce the cost of production and significantly improve its quality.

However, the use of IoT in an automated control system often carries with it serious security problems. First, the entire system becomes more open. The performance and traffic requirements often exceed the capabilities of the corporate VPN, in order to uncover the full potential, in many cases it is necessary to provide communication with external services, etc. Secondly, these problems are exacerbated by the fact that the traditional components of the ACS are not protected by definition, being designed for an assumed completely closed and controlled environment.

In the home automation environment, several factors exacerbate the security problem:

- "Smart home" is an open system. Moreover, despite the development of these platforms, the introduction of IoT in the household is usually done by non-specialists, without long-term planning, leading to the creation of an eclectic system with components and architectures of different manufacturers and the absence of a unified security policy.
- The main emphasis is on the functionality of devices and the system as a whole. Given the desire to minimize the cost of devices, this often leads to insufficient attention to security issues. Ordinary consumers simply can not assess the degree of protection of devices and the risks associated with its use and is forced to close these eyes to these aspects in order to obtain the desired functional result.
- More and more things around us use the Internet to expand their functionality. It is becoming increasingly difficult to acquire a "thing" that would not be connected to the Internet.

- The scale of the implemented IoT devices is significant. Moreover, the uniformity of these devices greatly enhances the effect of detecting a vulnerability in one of them.
- Many sensors collect highly confidential data that provides information about our habits, behaviour, finding, can listen to our conversations and make video recordings. For example, Samsung's SmartTV TV has the ability to be controlled by voice commands. The problem is that for this purpose the TV sends the heard speech to Samsung for analysis on the possible commands.

Threat model

To understand the risks associated with IoT, let's look at the architecture of such a system. As an example, let's take the most general variant of home automation. Vulnerabilities of the system are shown in Fig. 2 in red circles.

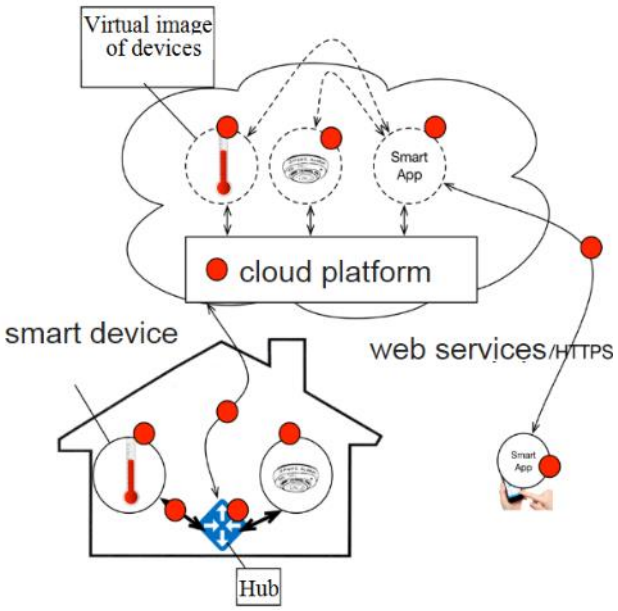


Fig. 2. Vulnerabilities in the IoT home automation ecosystem.

As can be clearly seen from the IoT system threat analysis, the security problem requires a comprehensive solution. There is no magic technology or practice that would reliably protect the entire system. The more open the system, the more players should be involved in solving the problem - from IoT equipment manufacturers, software developers to cloud providers and the owners of smart devices themselves. Moreover, inadequate security of at least one of the elements can significantly weaken the security of the system as a whole.

Taking into account the analysis of threats and vulnerabilities of the system, shown in Fig. 1, we can formulate a number of complex measures aimed at enhancing the security of the system as a whole.

Security of IOT devices

Let's start with the proper IoT devices - from smart locks, thermostats, light bulbs, video cameras, etc. Although, as I have already noted, the possibilities of such systems are very different, you can still formulate some general recommendations:

- A reliable access and authentication system based on cryptography. The requirement for the convenience of connecting devices often takes precedence over safety and uncommon use of standard login / password requirements such as admin / admin, even without the requirement of their changes after the initial initialization of the device on the network. During initialization, the device and its authentication in many cases, play an important role local gateways or cloud platform.
- Cryptographic protection of software (software). A good practice is to use a PKI system for code signing and verifying its authenticity. This functionality is also the basis for a secure software update.
- Software update throughout the life cycle of devices. As you know, there is almost no software without errors. This means that sooner or later the device can find new vulnerabilities. The only way to reduce this risk is the ability to update the software version of the closed-found vulnerabilities. Of course, provided that the software developer responds to detected vulnerabilities creation of the necessary patches and timely releases an updated version of the software. It is extremely important that the update can be carried out automatically, without the participation of the device owner. Critical is the security of the whole process.

This issue is not easy, and its solution is fraught with many pitfalls. A more detailed discussion of the problems and additional guidance in this area can be found in the report of the seminar Internet of Things (IoT) Software Update (IoTSU) organized by the IAB

Conclusion

The significant increase in risks related to security and privacy issues is not related to IoT itself, but to the fact that the digital world and the Internet are increasingly intertwined in our lives. More and more personal and confidential data are stored in the "clouds", we are increasingly dependent on clever useful devices, applications, the Internet. IoT certainly makes the problems discussed above more significant.

System security is not a binary state. The degree of safety is a wide range. How well protected the system also depends on the nature of the threats. All these factors change over time. Let's hope that as the industry becomes more mature, IoT security will be ensured at an adequate level.

References

1. https://www.smarthome.com
2. http://domsdelat.ru
3. http://netping.ru

N.D. Shukrullaevna

ENCRYPTION MEDICAL DATA BY SOFTWARE TRANSMISSION IN IP4 AND IP6 PROTOCOLS

(Department of Information Technologies, Tashkent University of Information Technologies Karshi branch, Karshi, Karshi-Beshkent yoli 3km, Uzbekistan)

Abstract. This article considers protection of medical data and information transfer for IP4 and IP6. Data protection in the global network has its own specifics, distinguishing it from the problem of information security in LANs. The most important feature of the problem of information security in the global network is the fact that the protection of the information is given entirely in software and hardware, and can not be solved by physically restricting user access to computers or hardware, as it can be done to limit access to information within a particular organization.

Keywords: Integrated Services Digital Network, General Packet Radio Service, Digital Imaging and Communications in Medicine, IP4 and IP6 protocols.

1 Introduction

In a global network of potential access to resources has any user, in any location on earth, and the time of access to the same or other information can not be predicted in advance [1-3]. Currently, telemedicine is widely used abroad, especially in the U.S. and Western Europe, where they already occupy a large segment of the general market videoconferencing . Initially, cost of equipment and operation of telemedicine systems was so great that they could afford only governments or oil companies. In the last five to ten years, with the development of national data networks , telemedicine systems have begun to progress and in the CIS countries, migrating from a purely scientific systems , serving , for example, human space flight, to the solution of applied problems in providing medical services to the population [2-3]. In Uzbekistan, telemedicine is a new area and waving, but while data security and protection of the health systems in science doesn't solved. Medical data differs from other data, they mainly in graphic or chemical form, the creation and protection of databases medical system difficult and complex task. Encryption - is the primary means of ensuring the confidentiality of information sent across the public data, including - on the Internet. Encryption can be used to protect any traffic, such as emails or downloads [2-3]. In addition, the encryption can protect information when it is stored, for example in databases that are on the computer, physical security which can not be provided (for example, an employee on a laptop on a business trip) . For encrypting the data communication channels using the same algorithms and programs as to create and verify digital signatures [2-3]. Again, the use of technology public key encryption requires each user to create private and public keys and their distribution. Public keys must be distributed and stored so that they are accessible to all users. In advanced applications can use digital certificates for Public Key certificates through the centers [2-3]. Pri-

vate keys are similar to passwords, and must be kept confidential by each user. Organization may decide that all employees were secret keys known to the leadership. User's private key must be stored as well as passwords. Report any suspected compromise of the private key, the user must immediately report to the security service [2-3].

2 Achieving this objective, the following tasks :

- Exploring telemedicine, compare the methods used with the new;
- Identify the scale and direction of development of information and communication technologies in telemedicine;
- Characterizing the external economic aspects of information security;
- Explore innovative methods in ICT, promoting and advancing the interests of safety;
- Analyzing and systematizing the international experience of using information technology to improve efficiency and safety on the example of the United States, the

European Union and China in this field;

- Identify urgent tasks for effective information security in telemedicine;
- Justify priorities and prospects for greater information security in the further integration of telemedicine into the world of globalization [1-4].

3 Encryption model of transmission medical data

3.1 Rules and facts of attacks related to subjective deliberate threats

A rule-based system is a knowledge-based system where the knowledge base is represented in the form of a set, or sets, of *rules*. Rules are an elegant, expressive, straightforward, and flexible means of expressing knowledge [7]. The simplest type of rule is called a *production rule* and takes the form:

IF <condition> THEN <conclusion>

In order for rules to be applied, and hence for a rule-based system to be of any use, the system will need to have access to *facts*. Facts are unconditional statements which are assumed to be correct at the time that they are used.

/ Rule1. */*

IF Attacks related to subjective deliberate threats
THEN system begin attacking situation

Facts can be thought of as special rules, where the condition part is always true. Therefore, the fact *Attacks related to subjective deliberate threats* could also be thought of as a rule:

IF TRUE THEN Attacks related to subjective deliberate threats

because have threat of attack.

/ Rule2. */*

IF Physical destruction of the system THEN system must protect medical data

/ Rule2.1 */*

IF Disabling or disabling the operation of the subsystems of computer systems THEN automatic turn on

/ Rule2.2 */*

IF began introduction of agents in the system personnel THEN automatic turn on

/ Rule2.2 */*

IF Interception of data transmitted through the communication channels, their analysis in order to determine the protocols, rules of entry into the network, and user authentication, and the subsequent attempt to simulate the penetration of the system THEN system reply who, when, where attacking

/ Rule2.3 */*

IF Theft of media (magnetic disks, tapes, memory chips, memory, and the whole PC); THEN declare attack and must work expert system.

/ Rule2.4 */*

IF Interception of data transmitted through the communication channels, their analysis in order to determine the protocols, rules of entry into the network, and user authentication, and the subsequent attempt to simulate the penetration of the system ; THEN after testing find out where broken parts of medical system.

4 Expected results consist of

- The practical importance of data protection;
- Registration of the patient passport data in its own database
- Registration, accumulation and storage in a database of digital X-ray images
- Maintains a database of X-ray images, which allows you to report, sort, and retrieve information on patient's name, type of study.
- Export images in accumulated other information systems in the format DICOM and HL-7 (e.g. for transmission over networks Internet / Intranet for international standard storage and transmission of medical images for teleconferencing, seek advice from the experts and operational training to receive the patient).
- Save images to a file format BMP, TIFF and JPEG.
- Preparation of patient data in electronic form in accordance with the requirements; • Direction of patient data, according to the list of indications for consultation body.

5 Conclusion

This paper presented encryption model of transmission medical data and rules and facts of attacks related to subjective deliberate threats. This model is the construction and design of expert systems for telemedicine networks and medical data leakage channel. System algorithm rules and facts of attacks related to subjective deliberate threats are based on theoretical and practical facts.

References

1. Review of ICT development in Uzbekistan 2006-2008, ICTP_Review_2008_RU_part_07.

2. Fundamentals of Information Security. Textbook for universities/ E.B.Belov, V.P.Los, Mesch R.V. Mershyakov, A.A. Shelupanov. -M.: 2006. - 544

3. S.V. Vikhorev, R.Y. Kobtsev "How to identify the sources of threats ?" / / Open Systems 7-8/2002, number. http://www.elvis.ru/files/howto.pdf.

4. "ENCODINGS OF MEDICAL DATA BY SOFTWARE TRANSMISSION TO OPEN COMMUNICATION LINKS OF VIPNET", Collection:- Mathematics, science, science in the economy and in society "(MIESEKO 2014), Moscow December 31, 2014.

5. www.mednet.ru. 6. www.wikipedia.org/wiki/IPv6.

6. Hopgood, Adrian A. Intelligent systems for engineers and scientists / Adrian A. Hopgood.--2nd ed. CRC Press Boca Raton London New York Washington, D.C.2000, 34- 49 pp.

D. Nurjabova

APPLICATION OF NEW METHODS AND METHODS CYBER CRIMINALISTICS

(Tashkent University of Information Technologies Karshi brnach,department"Software Engineering"
Shukurova Markhabo Tashkent University of Information Technologies Karshi brnach,department"Information technologies")

Abstract. This article is devoted to application of new methods and methods cyber criminalistics. Problems of cybercrime are considered in this article and given new methods .

Key words: cyber, criminalistics, cybercrime.

We live in the information space. I can not say exactly how this information closer to reality or engage in fraud on the Internet, hacking passwords large company sites or e-mail to threaten a person's life on the Internet, engage in hacking and other place around us every second growing cybercrime. What is cybercrime, and when there was this term in the Criminal Code. Computer security experts are well aware of the term and know what kinds of threats are struggling with them and define the concept of cybercrime.

Cybercrime- crimes committed by people using information technologies for criminal purposes. In foreign countries, particularly the United States, have become widespread fraud related to the sale of domain names made a mass mailing e-mail messages in which, for example, the report attempts to unknown persons register domain names similar to addresses belonging to the recipients and site owners are invited to register unnecessary their domain name to get ahead of these persons. So, shortly after the attacks of September 11, 2001 US Federal Trade Commission said the fact the mass sale of domain names zone "usa". This group of infringements are a special part of the institution of criminal law, the responsibility for these acts can not accommodate the Criminal Code of the Republic of Uzbekistan. As an independent institution for the first time not isolated and requires special adopted article which refers to sub institute "Crimes against public safety and public order." Kinds of objects are considered crimes of public relations related to security of information and information processing systems by a computer.

Cybercrime information are: illegal access to computer information, creation, use and distribution of malicious computer programs.

Violation of the rights of information and unauthorized access to information remains a mystery sometimes, about the concept of cybercrime identified which is studying science Cybercrime happening crime with information technology.

Fighting to cybercrime requires international co-operation, etc. This adoption of the Convention of the Council of Europe.

Council of Europe Convention on Cybercrime, cyber crime divides into four groups.

• The first group of offenses against the confidentiality, integrity and availability of computer data and systems are: illegal access (Art. 2), illegal interception (v. 3), the impact on computer data (wrongful intentional damage, deletion, deterioration, alteration or suppression of computer data) (Art. 4) or the system (Art. 5). Also in this group of crimes included illegal use of special technical devices (v. 6) - software designed or adapted for the commission of offenses set forth in Art. 2 - 5, as well as computer passwords, access codes, their analogues, by which can be accessed by the computer system as a whole or any part thereof). Rates Art. 6 apply only if the use of (distribution) of special technical devices aimed at the commission of unlawful acts.

• The second group consists of crimes associated with the use of computer tools. These include fraud, forgery and use of computer technologies (Art. 7 - 8). Forgery using computer technology includes malicious and unlawful entry, modification, deletion or suppression of computer data, entailing inauthentic data with the intent that it be considered or acted upon for legal purposes as authentic.

• The third group of production (for distribution through a computer system), supply and (or) provision for the use, distribution and purchase of child pornography and possession of child pornography in a computer memory (v. 9).

• The fourth group consists of offenses related to infringements of copyright and related rights.

Under the Convention, each State Party is required to create the necessary legal conditions for the provision of the following rights and duties of the competent authorities to combat cybercrime: seizure of a computer system or part of the carrier; manufacturing and confiscation of copies of computer data; ensure the integrity and preservation of stored computer data relating to the case; destruction or suppression of computer data in a computer system.

The Convention also requires the necessary legal conditions for a touch of Internet providers to collect and fixing or intercept the information you need with the help of available technology, and promote the law enforcement agencies. It is recommended to oblige providers to maintain absolute confidentiality about the facts of this cooperation.

In early 2002, was admitted to Protocol N 1 of the Convention on Cybercrime, which adds to the list of crimes of dissemination of racist and other nature, inciting to violence, hatred or discrimination against a person or group of persons based on the racial, ethnic, religious or ethnic affiliation .

The next step interaction with the subject is a subject of authentication. Authentication of the subject - is the subject of authentication with the ID. The authentication procedure determines whether the subject is what he himself declared.

After identification and authentication of the subject of the authorization procedure is performed. Under the threat of information security in computer network (COP) to understand an event or action that may cause a change in the functioning of the COP related to violation of protection of the processed information in it. Vulnerability information - is the possibility of such a state in which the conditions for the implementation of information security threats.

The attack on the Constitutional Court referred to the action taken by the infringer, which is to search for and use of a particular vulnerability. In other words, an attack on the COP is the implementation of information security threats in it.

Problems arising from the security information transmission when the computer networks can be divided into three main types:

• interception of information - data integrity is preserved, but her privacy violated;

• modification of information - the original message is changed or completely replaced by others, and sent to the addressee;

• substitution of the authorship information. This problem can have serious consequences.

The specifics of computer networks, in terms of their vulnerability, mainly associated with the presence of an intense information exchange between geographically dispersed and diverse (heterogeneous) elements.

Vulnerable are literally all the main structural and functional elements of the CS: workstations, servers (Host-machine), bridging (gateways, switching centers), communication channels, etc.

A large number of diverse security threat information from various sources. In literature there are many different classifications, where the dividing criteria used types of

dangers posed by the degree of malice, source of the threats, etc. One of the most basic classifications is shown in Fig. 1.

Natural threat - the threat is caused by exposure to the elements of the COP and its objective physical or natural processes of nature, beyond the control of man.

Artificial threat - a threat to the COP caused by human activity. Among them, based on the motivation of actions can be distinguished:

- unintended (inadvertent, accidental) threats caused by errors in the design of the COP and its components, software errors, errors in the actions of personnel, etc .;
- deliberate (intentional) threats associated with selfish aspirations of the people (hackers).

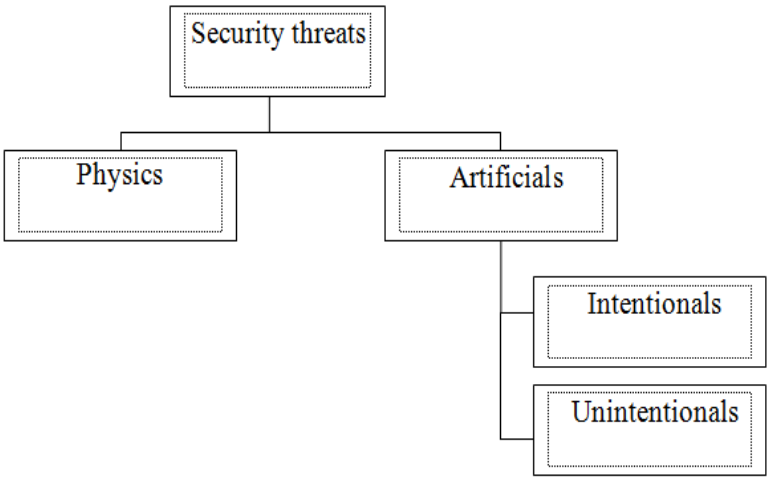


Fig. 1. General classification of security threats

According to international standard GOST R ISO / IEC 17799-2005, the information security policy should establish the responsibility of management, as well as to present the organization's approach to managing information security. In accordance with this standard requires that the information security policy of the enterprise as a minimum, include:

- definition of information security, its overall objectives and scope, as well as disclosure of the importance of security as a tool that provides the ability to share information;
- presentation of the purposes and principles of information security formulated by the leadership;
- summary of the most important for the organization of security policies, guidelines, rules and regulations, such as:
- comply with legal requirements and contractual obligations;
- requirements for security training;
- prevention and detection of viruses and other malicious software;
- business continuity management;
- responsibility for violations of security policy.

- definition of general and specific obligations of employees in the management of information security, including information on incidents of violation of information security;
- links to documents that complement the information security policy, for example, more detailed policies and procedures for specific information systems, as well as the safety rules to be followed by users.

Information Security Policy of the company must be approved by management, published and communicated to all employees in an accessible and understandable form.

References

1. The Council of Europe Convention-11.12.2008, www.coe.int
2. Fundamentals of Information Security. Textbook for high schools / EB Belov, VP Moose, RV Meshcheryakov AA Shelupanov. -M.: 2006 - 544
3. Vikhorev SV Kobtsev RY How to determine the sources of threats? // Open systems №7-8 / 2002. http://www.elvis.ru/files/howto.pdf.
4. GOST R ISO / IEC 17799-2005.
5. ISO / IEC 17799: 2000 (BS 7799-1: 2000).

D.M. Umurzakova

INFORMATION SECURITY AND DATA PROTECTION

(TUIT Fergana branch, Uzbekistan)

The emergence of new information technologies and the development of powerful computer storage and information processing systems increased the levels of information security and necessitated that the effectiveness of information security grow along with the complexity of the data storage architecture. So gradually the protection of economic information becomes mandatory: all kinds of documents for the protection of information are being developed; the recommendations on information protection are formed; even carried out a federal law on information protection, which deals with the protection of information and the task of protecting information, and also solves some unique issues of information protection.

This, the threat of information security has made the means of ensuring information security one of the mandatory characteristics of the information system.

The phrase "threats to the security of information systems" refers to real or potentially possible actions or events that are capable of distorting data stored in the information system, destroy them or use them for any purposes not provided for by the rules in advance.

Protection of information from computer viruses (protection of information in information systems) involves means of protecting information on the network, or more specifically, software-based information security that prevents the unauthorized execution of malicious programs that attempt to seize data and send them to an attacker, or destroy database information, but protection information from computer

viruses is incapable of fully reflecting the attack of a hacker or a person called a computer pirate.

The task of protecting information and protecting information from computer viruses is to complicate or make it impossible to penetrate, both viruses and the hacker, to sensitive data, for which the burglars in their unlawful actions are searching for the most reliable source of secret data. And since hackers are trying to get the most reliable secret data with minimal costs, the task of protecting information is the attempt to confuse an attacker: the information security service provides him with incorrect data, the protection of computer information tries to isolate the database as much as possible from external unauthorized interference, etc.

What are the principles of data protection?

If you read our previous blog 'Why is data protection training important?' you may recognise them, but just in case you need a re-cap, they are:

- ✓ Personal data shall be processed fairly and within the law.
- ✓ Personal data can only be held for specific and lawful purposes.
- ✓ Personal data shall be adequate, relevant and not excessive in relation to the purpose or purposes for which they are processed.
- ✓ Personal data shall be accurate and, where necessary, kept up to date.
- ✓ Personal data shall not be kept for longer than is necessary.
- ✓ Personal data shall be processed in accordance with the rights of data subjects under this Act.
- ✓ Appropriate technical and organisational security measures shall be taken against unauthorised access to data.
- ✓ Personal data must not be transferred to a country outside the European Union unless that country or territory has similar legislation to the Data Protection Act that protects data.

Principle seven

When put into practice, principle seven means you, as the company or organisation must have appropriate security in place to prevent the personal data you hold being deliberately or accidentally compromised. In particular, you will need to:

- ✓ design and organise your security to fit the nature of the personal data you hold and the harm that may result from a security breach;
- ✓ be clear about who in your organisation is responsible for ensuring information security;
- ✓ make sure you have the right physical and technical security, backed up by robust policies and procedures and reliable, well-trained staff; and
- ✓ be ready to respond to any breach of security swiftly and effectively.

So what are the key differences?

Data protection is about taking people's personal data – think names, addresses, contact information, medical history, banking details, credit ratings and even employment records. It can also include – if necessary – sensitive personal data, such as someone's political opinions. The way this data is collected, accessed, updated, stored and disposed of is all covered by Data Protection law.

Examples of data protection best practice in your organisation: In practical terms, we're talking about the length of time you say you keep (and you actually do keep) information from your clients, employees or volunteers. Application forms, booking forms and basic contact details.

Information security (Infosec for short or otherwise known as cyber security) refers to the technical and operational measures that any organisation must take to ensure that the data they hold is safe and secure. Information security is about people, products, processes and all working aspects of a company or organisations. It's about the way you store the information, and what happens if it gets lost or stolen.

Examples of Information Security in your organisation: This involves business practices like creating strong passwords, changing your password every 3 months, whether to encrypt your data or, actually, whether you'd pick up a flash drive from the floor and put into your computer to see what's on it (don't do this).

References

1. Smith, Elementary Information Security (2011, Jones & Bartlett Learning).
2. Stamp, Information Security: Principles and Practice, 2/e (2011, Wiley).

Ш. Абдуллаев, Ж. Хакимов, Д. Абдурасулова

SSL И S-HTTP - ЗАЩИТА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии)

Под протоколом в электронной коммерции понимается алгоритм, определяющий порядок взаимодействия участников транзакции и форматы сообщений, которыми участники транзакции электронной коммерции обмениваются друг с другом с целью обеспечения процессов авторизации и расчетов.

В данный момент наиболее распространенным протоколом, при построении систем электронной коммерции является протокол SSL. Широкое распространение протокола SSL объясняется в первую очередь тем, что она является составной частью всех известных браузеров и Web -северов. Это, означает, что фактически любой владелец карты, пользуется стандартными средствами доступа к Интернету, получает возможность провести транзакцию с использованием SSL.

Стандарт SSL был разработан фирмой Netscape Communications. В его основе лежит шифрование с открытым ключом. Основная идея заключается в том, что при использовании стандартных протоколов обмена вся информация передается по сети Интернет в незащищенном виде. Таким образом, при прослушивании трафика одним из промежуточных узлов, Ваши пароли, номера кредитных карт и иная конфиденциальная информация могут стать достоянием общественности. Протокол SSL оговаривает методы шифрования всей передаваемой информации прозрачно для пользователя. В данный момент протокол

SSL является наиболее распространенным и используемым при построении систем электронной коммерции. Широкое распространение протокола SSL объясняется в первую очередь тем, что протокол SSL поддерживается любыми современными браузерами. Также достоинством протокола SSL является простота для понимания всех участников транзакции и хорошая скорость реализации транзакции, что связанно с использованием симметричных алгоритмов шифрования, которые на 2-4 порядка быстрее асимметричных при том же уровне крипто стойкости.

Существенным недостатком SSL является то, что протоколы, основанные на использовании SSL, не поддерживают аутентификацию клиента Интернет - магазином, происходящей на уровне документов или приложения, поскольку сертификаты клиента в таких протоколах почти не используются. Использование «классических» сертификатов клиентами в схемах SSL является делом практически бесполезным. Такой «классический» сертификат, полученный клиентом в одном из известных центров сертификации, содержит только имя клиента и, что крайне редко, его сетевой адрес (большинство клиентов имеют динамический IP-адрес). В таком виде такой сертификат более полезен торговой точке для проведения транзакции, поскольку может быть без большого труда получен мошенником. Для того, чтобы сертификат клиента что -то значил для торговой точки, необходимо, чтобы он устанавливал связь между номером карты клиента и его банком- эмитентом. Причем любой Интернет-магазин, в который обращается за покупкой владелец карты с сертификатом, должен иметь возможность проверить эту связь (возможно с помощью своего обслуживающего банка).

Отсутствие аутентификации клиента в схемах SSL является самым серьезным недостатком протокола, который позволяет мошеннику успешно провести транзакцию, зная только реквизиты карты. Тем более, протокол SSL не позволяет аутентифицировать клиента обслуживающим банком (аутентификация клиента обслуживающим банком является важным элементом защиты последнего от недобросовестных действий торговой точки и обеспечивается, например, протоколом SET)

При реализации протокола SSL вместо обычного http адреса пользователь видит https (буква s на конце обозначает secure - защищенный). Таким образом, устанавливая защищенное соединение через специальный сервер - Netscape Commerce WebServer, являющийся единственной SSL совместимой разработкой и необходимый для реализации защищенного режима. Программный продукт Netscape Commerce WebServer стоит несколько тысяч долларов, плюс плата за обслуживание.

Задолго до появления SSL компанией Enterprise Integration Technologies (EIT) была создана схема защиты информации специально для Internet - S-HTTP (secure hypertext transport protocol). Стандарт S -HTTP предназначенный, в первую очередь, для поддержки протокола передачи данных HTTP, обеспечивает авторизацию и защиту документов. В общем S - HTTP позволяет пользователям обговорить практически любой аспект шифрования - от механизмов, с

помощью которых можно получить ключи шифрования, до способа шифрования. Кроме того, можно обговорить режим взаимодействия. Другими словами клиент и сервер договариваются подписывать цифровой подписью запросы, шифровать или и то и другое. Тогда как SSL гарантирует, что соединение между программой просмотра и клиентом устанавливается с сервером и ни с кем иным, то S -HTTP предоставляет широкий спектр инструментов шифрования и делает это на уровне отдельного документа. Значительным преимуществом S -HTTP над SSL можно считать использование цифровой подписи. Так же, в отличие от SSL, протокол S-HTTP полностью совместим с отличными от S-HTTP серверами Web, хотя, в этом случае, информация не будет защищена, если хотя бы один из игроков не озабочен защитой.

Подводя итоги, SSL в настоящее время является де-факто стандартом, обеспечивающим конфиденциальность информации. Он поддерживается всеми известными браузерами, однако алгоритм шифрования SSL недостаточно надежен.

Протокол S-HTTP предназначен только для HTTP-серверов и не работает на других платформах Internet, распространенность S -HTTP только среди производителей Web-серверов. Общей чертой SSL и S -HTTP является то, что разрабатывающие их компании делают ставку на защиту денежных расчетов.

Литература

1. Арипов М. Англо-русско-узбекский словарь сокрашенных слов по информатике. Т., Университет, 2001 г.
2. Евсеев Г. Специальная информатика. Учебное пособие. М., 2002 г.
3. Молдовян К. Безопасность глобальных сетевых технологии. М., 2002 г.

Р.Р. Абраров, М.Е. Бурлаков

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ, БЕЗОПАСНОЙ И АНОНИМНОЙ MESH-СЕТИ

(Самарский университет)

Достижение надежных и эффективных сетей передачи данных является сложной задачей. Беспроводные Mesh-сети (Wireless Mesh Network) – это один из примеров обеспечения широкополосной, надежной и масштабируемой сети передачи данных. Беспроводные ячеистые сети могут объединять в единую сеть различные устройства. WMN обеспечивает лучшую мобильность, более низкую стоимость развертывания, простое расширение сети, а также надежные соединения [1].

На рисунке 1 представлены возможности протоколов Mesh-сетей. Существующие протоколы Mesh-сетей могут организовать сеть только при наличии маршрутизатора. Однако, с развитием технологий, внедряемых в мобильные

устройства, появляется возможность соединения двух и более устройств напрямую без обязательного соединения к маршрутизатору. Это возможно сделать с помощью Bluetooth и технологий WiFi Direct на Android и Multipeer Connectivity Framework на устройствах Apple. Также эти протоколы не обеспечивают анонимность узлов Mesh-сети.

	CJDNS	B.A.T.M.A.N.	DTN	Netsukuku	OSPF
Авто-назначение адреса	Да	Нет	Нет	Да	Нет
Авто-конф. Маршрутизация	Да	Да	Да	Да	Частично
Распределенная маршрутизация	Да	Да	Да	Да	Частично
Объеденение сетей	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
IPv4/v6	IPv6	IPv4/v6	IPv4/v6	IPv4	IPv4
Шифрование трафикка внутри сети	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
Авто-настройка	Да	Да	Да	Нет	Да
Разработка	Активная	Закончена	Активная	Нет	Закончена
Поддержка UNIX\LINUX\OpenWRT	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка Windows	В разработке	Нет	Нет	Нет	Нет
Поддержка Mac OS X	Да	Да	Да	Да	Да
Потребление ресурсов	Низкое	Низкое	Низкое	Высокое	Низкое
Оверлейны режим работы	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
Интеграция в ядро Linux	Нет	Да	Нет	Нет	Да
Анонимность сети	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Организация сети без выделенного роутера	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Рис. 1. Возможности протоколов Mesh-сетей

Технология Multipeer Connectivity Framework поддерживает одноранговые соединения, обнаружение ближайших устройств и соединение с этими устройствами. Устройства iOS соединяются с помощью сети Wi-Fi, Wi-Fi Peer-to-Peer и Bluetooth. В macOS и tvOS используются сети Wi-Fi, Wi-Fi Peer-to-Peer и Ethernet [2].

На рисунке 2 изображен принцип соединения устройств от компании Apple с помощью технологии Multipeer Connectivity Framework.

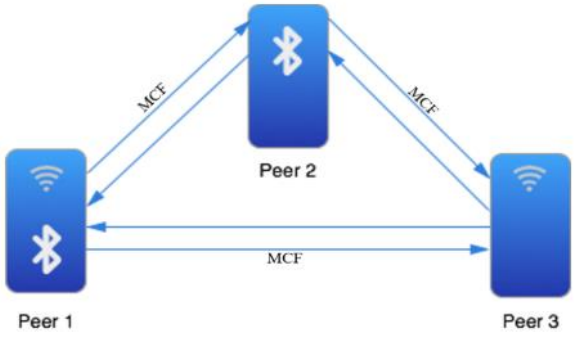


Рис. 2. Принцип соединения устройств Apple с помощью технологии Multipeer Connectivity Framework

Устройства, поддерживающие технологию WiFi Direct, могут соединяться друг с другом без подключения к традиционной домашней или офисной горячей точке. Мобильные телефоны, камеры, принтеры, ПК и игровые устрой-

ства, поддерживающие эту технологию, могут соединяться друг с другом напрямую для передачи данных [3]. Сразу же стоит отметить, что скорость передачи данных при прямом подключении может достигать 200-250 Мбит/с. При этом радиус действия при прямой видимости равен 200 метрам и около 50-100 метрам в зданиях. Также особого внимания достоин уровень безопасности такого канала связи.

Для организации сети предполагается использование стандарта IEEE 802.11s. Стандарт 802.11s позволяет WiFi устройствам самоорганизовываться и автоматически настраивать топологию сети. WiFi устройства Mesh-сети называются сетчатыми станциями (STA – Station Networking). STA, которые находятся далеко друг от друга, могут связываться друг с другом, используя беспроводную маршрутизацию, когда пакеты данных передаются через промежуточные узлы [4]. Гибридный беспроводной протокол Mesh-сети (Hybrid Wireless Mesh Protocol) является протоколом по умолчанию для маршрутизации в стандарте 802.11s [5].

Безопасность сети. Предполагается, что для распределения сетевых адресов будет использоваться протокол IPv6, что обеспечивает неограниченное количество адресов. Учитывая то, что узлами сети потенциально могут стать устройства, задействованные в Интернете вещей, использование этого протокола становится необходимым. Однако выходные узлы (узлы, которые имеют возможность выхода в глобальную сеть Интернет) будут иметь как адрес IPv4, так и IPv6. Так как выходные узлы связаны с глобальной сетью, то и все устройства Mesh-сети имеют возможность выхода в Интернет через эти узлы.

Скорость соединения устройств Mesh-сети с глобальной сетью зависит от количества узлов, необходимых для достижения выходных узлов, и от скорости Интернет соединения самих выходных узлов. Так как выходных узлов в Mesh-сети может быть достаточно много, то потенциальных маршрутов до глобальной сети становится достаточно, чтобы обеспечить отказоустойчивость сети, распределение передаваемых данных и меньшую нагрузку для выходных узлов. Также это гарантируют анонимность узлов Mesh-сети, где глобальной сети известен только выходной узел.

Для определения необходимой пропускной способности выходного узла сети рассмотрим метод, основанный на усредненной оценке входных параметров рассматриваемой сети. Приведем пример, в котором используются фактически введенные входные параметры: количество узлов сети (S) – 15 000; пропускная способность выходного узла (A) – 10 Мбит/с; средний размер файла (F) – 120 000 байт; средний размер пакета (P) – 250 байт; вероятность перегрузки узла (α) – 5 %.

Вычисляем количество запросов к выходному узлу в секунду:

$$\lambda=\frac{S\times M}{3600}=15000\times 3/3600 = 12{,}5 \quad (1)$$

Вычисляем время прохождения пакета для заданной пропускной способности выходного узла:

$$T = \frac{T\times F}{A\times 10^6} = 12 \times 8 \times 10^4/10^7 \approx 0.1 \quad (2)$$

Вычисляем количество одновременных запросов в секунду: P[N>n]<α для данного n=3:

$$P[N > n] = \sum_{i=n+1}^{\infty} \mathrm{i}\lambda\mathrm{T}\alpha - \lambda\mathrm{T}/\mathrm{i} \quad (3)$$

Получаем количество пакетов, передаваемых маршрутизатору в секунду:

$$R = (A \times \frac{P[N>n]}{8})/P = \frac{10\times10^6}{8\times250} = 5000 \quad (4)$$

Получаем общее количество пакетов, передаваемых в секунду выходному узлу, учитывая 3 одновременных запроса:

$$C = R \times N = 5000 \times 3 = 15000 \quad (5)$$

Метод вычисления оптимальной пропускной способности выходного узла может применяться для определения кратчайшего маршрута передачи данных.

Выходные и промежуточные узлы могут быть ненадежными и могут видеть, проходящий через них, трафик. Поэтому сеть обеспечивает автоматическое сквозное шифрование. В сквозном шифровании конечными пунктами передачи являются непосредственно устройства отправителя и получателя. Сообщение шифруется локально на устройстве отправителя и может быть расшифровано исключительно на устройстве получателя. Сквозное шифрование реализовано только в протоколе Mesh-сети cjdns. Не смотря на шифрование трафика внутри сети, в cjdns не реализованы механизмы анонимизации узлов Mesh-сети.

Передача сообщений в существующих сетях осуществляется в соответствии с моделью «клиент-сервер». Сохранение данных о пользователях на центральных серверах ставит под угрозу конфиденциальности этих данных. Данные могут быть получены третьими лицами в результате взлома сервера.

Основной идеей Mesh-сети является децентрализованный обмен сообщениями. Суть этой идее заключается в создании сети, которая обеспечит анонимность и конфиденциальность пользователей, а также отсутствие единой точки отказа.

Mesh-сети реализуют концепцию взаимодействия одноранговых сетей (P2P). В сетях P2P клиенты подключаются напрямую друг к другу для передачи данных. Основной проблемой сетей P2P является поиск других узлов. Чтобы решить эту проблему, предлагается использовать решение, применяемое в протоколе BitTorrent – DHT (распределенная хеш-таблица).

BitTorrent использует DHT для хранения информации о контактах для «трекер-торрентов». По сути, каждый равноправный узел становится трекером. Протокол основан на Kademila и реализован по UDP. Каждый узел поддерживает таблицу маршрутизации известных узлов. Узлы в таблице маршрутизации используются в качестве отправных точек для запросов в DHT.

Для обеспечения анонимности узлов внутри Mesh-сети предполагается использование технологии Onion-маршрутизации. В луковой сети сообщения инкапсулируются в слои шифрования. Зашифрованные данные передаются через промежуточные узлы сети, называемых луковыми маршрутизаторами, каждый из которых расшифровывает один слой, открывая следующий узел назначения данных. Когда сообщение достигает узла назначения, расшифровывается

последний слой шифрования. Отправитель остается анонимным, потому что каждый промежуточный узел знает только о местоположение непосредственно предшествующих и следующих узлов сети.

Таким образом, использование современных технологий дает возможность организации Mesh-сети, в которой предусмотрены вопросы безопасности. Такая сеть обеспечивает безопасность передаваемых данных, анонимность узлов Mesh-сети, а также невозможность проведения атак типа «человек по середине» из-за своей распределенной структуры.

Литература

1. A Security Analysis of the 802.11s Wireless Mesh Network Routing Protocol and Its Secure Routing Protocols [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3821297, свободный (дата обращения: 19.03.2018).

2. Wi-Fi Direct [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-direct, свободный (дата обращения: 10.03.2018).

3. Multipeer Connectivity Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.apple.com/documentation/multipeerconnectivity, свободный (дата обращения: 15.03.2018).

4. Mesh-сети стандарта IEEE 802.11s: протоколы маршрутизации / В.М. Вишневский, Н.Н. Гузаков, Д.В. Лаконцев // Журнал «Первая миля». – 2009. – № 1. С. 16–21.

5. Zapata M.G., Mobile Ad Hoc Networking Working Group INTERNET DRAFT Secure Ad Hoc On-Demand Distance Vector (SAODV) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://people.ac.upc.edu/guerrero/papers/draft-guerrero-manet-saodv-06.txt, свободный (дата обращения: 15.03.2018).

Т.Е. Андросова, В.А. Федосеев

МЕТОД ВСТРАИВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ИЗОБРАЖЕНИЯ В ФОРМАТЕ JPEG 2000

(Самарский университет)

Формат сжатия изображений JPEG 2000, несмотря на меньшую в сравнении с JPEG популярность у пользователей, позволяет обеспечивать лучшее сжатие и потому широко применяется, в частности, в системах дистанционного зондирования, медицинской визуализации и ряде других областей [1]. Это обусловливает актуальность задачи защиты изображений в формате JPEG 2000 от несанкционированных изменений. Так, например, получателю данных дистанционного зондирования необходимо иметь уверенность в отсутствии их фальсификаций, а доктор, ставящий диагноз на основании цифрового снимка, должен быть убеждён в его подлинности и в отсутствии искажений, вызванных чрезмерным сжатием данных.

Одним из распространённых подходов к решению задачи защиты изображений от изменений является встраивание полухрупких цифровых водяных знаков (ЦВЗ), которые сохраняются при незначительных изменениях изображения и уничтожаются в случае существенных модификаций. Однако в литературе можно найти лишь единичные примеры методов полухрупких ЦВЗ для изображений в формате JPEG 2000. В данной работе предлагается такой метод для режима сжатия JPEG 2000 с потерями, основанный на методе встраивания информации с переквантованием.

Сжатие с потерями в стандарте JPEG 2000

На первом этапе компрессии происходит сдвиг яркости каждой компоненты на -128. Затем осуществляется перевод из цветового пространства RGB в YCbCr. Полученное изображение подвергается дискретному вейвлет-преобразованию (ДВП) с банком фильтров Добеши (9, 7) для разбиения изображения на высокочастотные и низкочастотные области (поддиапазоны) [2].

После того, как вейвлет-преобразование масштаба вычислено, каждый коэффициент $a_b(u,v)$ поддиапазона b квантуется по формуле:

$$q_b(u,v) = \left\lfloor \left| \frac{a_b(u,v)}{\Delta_b} \right| \right\rfloor * sign(a_b(u,v)), \quad (1)$$

где $a_b(u,v)$ – коэффициенты квадрантов, Δ_b – шаг квантования.

Шаг квантования представляется двумя байтами: 11-битной мантиссой μ_b и 5-битным показателем ε_b, с и определяется по следующей формуле:

$$\Delta_b = 2^{R_b-\varepsilon_b}\left(1+\frac{\mu_b}{2^{11}}\right), \quad (2)$$

где R_b – номинальный динамический диапазон поддиапазона b.

Для сжатия с потерями стандартом допускается неявный расчёт пары (ε_b, μ_b) на основе заданных значений $(\varepsilon_0, \mu_0) \triangleq (\varepsilon, \mu)$, определённых для LL-поддиапазона, в соответствии с выражениями

$$\varepsilon_b = \varepsilon - N_L + n_b;\ \mu_b = \mu, \quad (3)$$

где N_L – общее число уровней декомпозиции, а n_b – номер уровня, соответствующий поддиапазону b [3].

Финальным шагом процесса сжатия является безошибочное кодирование квантованных коэффициентов с помощью метода арифметического кодирования на основе битовых плоскостей.

Декодер JPEG 2000 обращает описанные выше операции [3].

Встраивание информации на основе метода QIM

Для встраивания ЦВЗ было принято решение модифицировать операцию квантования (1), чтобы попутно при квантовании осуществлялось встраивание информации. Для этого был выбран метод QIM (Quantization Index Modulation) в форме алгоритма DM-QIM [4], адаптированного под формулу квантования (1). Алгоритм DM-QIM предполагает использование двух параметров – массивов подмешиваемых значений, согласованных друг с другом и используемых при встраивании битов «0» и «1»:

$$d_0(k), d_1(k) \epsilon \left[-\frac{\Delta}{2}; \frac{\Delta}{2} - 1\right], k \epsilon [0, K-1],$$

где K – количество квантуемых отсчётов.

Встраивание информации в алгоритме DM-QIM осуществляется по формуле:

$$y(k) = \Delta \cdot round\left(\frac{x(k) + d_{W(k)}(k)}{\Delta}\right) - d_{W(k)}(k), \quad (4)$$

где $x(k)$ – квантуемые отсчёты, а $W(k)$ – отсчёты водяного знака.

Для адаптации к стандарту сжатия JPEG 2000 формула (4) была изменена на следующую:

$$y(k) = sign\big(x(k)\big) \cdot \left(\Delta \cdot \left\lfloor \frac{x(k)+0.5\cdot\Delta\cdot sign\big(x(k)\big)+d_{W(k)}(k)}{\Delta} \right\rfloor - d_{W(k)}(k)\right), \quad (5)$$

При применении в процессе сжатия в качестве $x(k)$ используются значения $a_b(u,v)$, а в качестве шагов квантования Δ – значения Δ_b (см. (1)). Полученные квантованные значения $y(k)$ затем используются в качестве значений $q_b(u,v)$.

Зависимость функции встраивания информации от шага квантования Δ позволяет обеспечить требуемое условие полухрупкости ЦВЗ: информация должна сохраняться при сжатии с шагами квантования, меньшими Δ, и теряться при шагах, превышающих Δ.

Проверка работоспособности

Для проверки разработанного метода произведём встраивание ЦВЗ в изображение "Lenna". На рисунке 1 слева расположено исходное изображение, справа – со встроенным ЦВЗ. Визуально искажения, вызванные встраиванием не заметны.



Рисунок 1 – Исходное изображение (слева) и изображение со встроенным ЦВЗ (справа) (параметры квантования $\mu = 8.5$, $\varepsilon = 9$)

Далее убедимся, что ЦВЗ обладает свойством полухрупкости. Пусть W – встроенный водяной знак, а W^R – извлеченный, тогда точность извлечения будем вычислять по формуле (5):

$$\rho = 1 - \frac{1}{K}\sum_{k=0}^{K-1} XOR(W(k), W^R(k)) \quad (6)$$

На рисунке 2 отображены результаты эксперимента, в котором изображение во встроенным водяным знаком подвергалось сжатию JPEG 2000 с различ-

ными шагами квантования Δ_b, определяемыми значениями ε согласно формулам (2)-(3) (при фиксированном $\mu = 8.5$). После сжатия осуществлялась попытка извлечения ЦВЗ с последующим расчётом значения ρ. Как видно из графиков ЦВЗ сохраняется при меньшем шаге квантования (соответствующем большему значению ε, чем то, которое использовалось при сжатии). Таким образом, метод показал свою работоспособность в смысле обеспечения полухрупкости ЦВЗ.

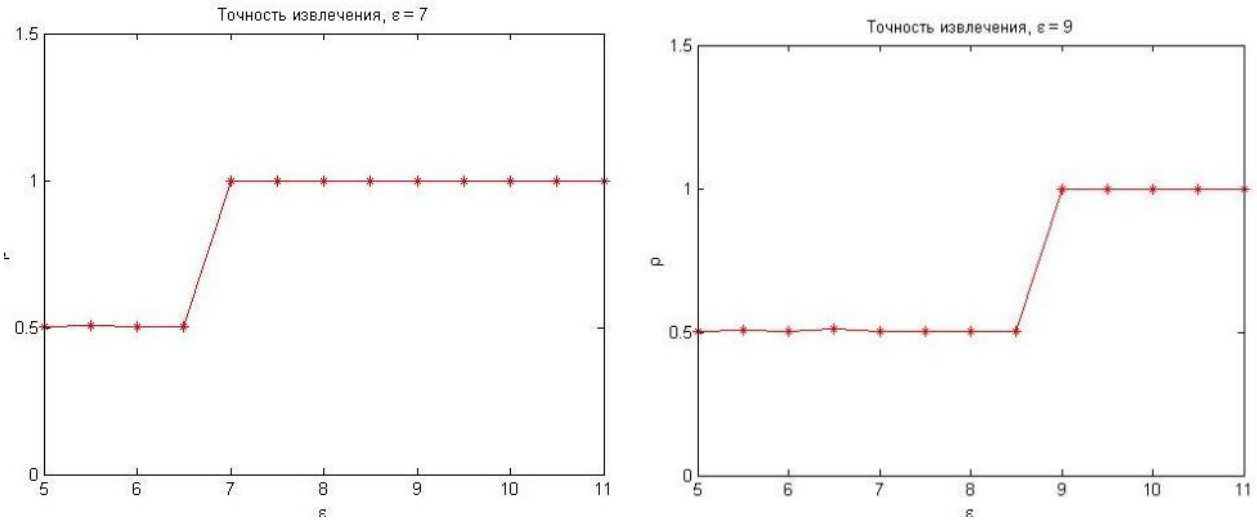


Рисунок 2 – Зависимость точности извлечения ЦВЗ от параметра ε (слева ЦВЗ встроен с параметрами $\mu = 8.5$, $\varepsilon = 7$, справа – с параметрами $\mu = 8.5$, $\varepsilon = 9$)

Далее исследуем объективный объем внесенных искажений с помощью показателя PSNR, а также качество изображения со встроенной информацией с точки зрения его восприятия человеком по критерию PSNR-HVS [5]. На рисунке 3 отображены результаты расчётов для изображения с рис. 1 и различных ε (μ фиксировано и равно 8.5), показывающие, что изображение не претерпевает существенной деградации ни по одному из показателей.

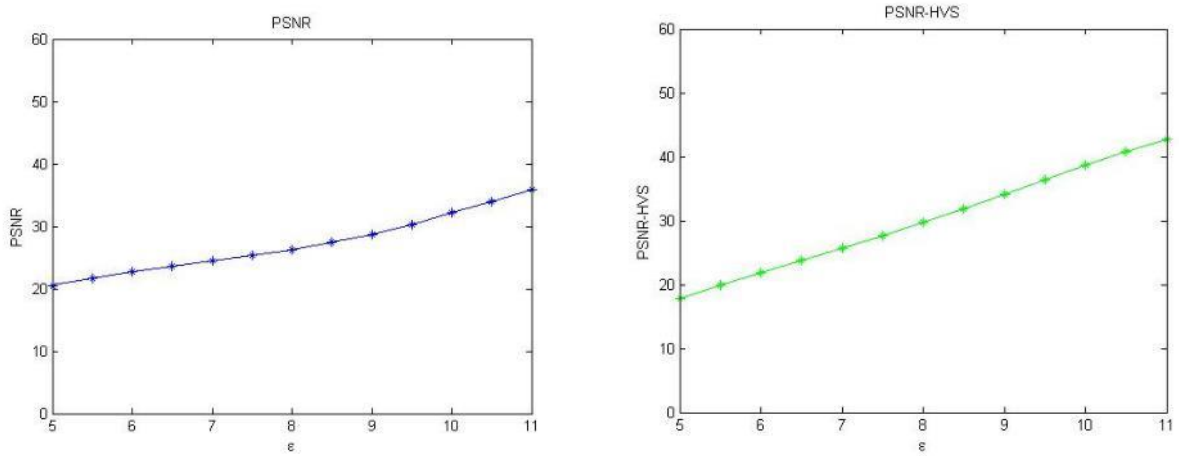


Рисунок 3 – Зависимость показателей качества изображения со встроенной информацией (PSNR слева и PSNR-HVS справа) от параметра ε, определяющего шаг квантования при встраивании ЦВЗ

Заключение

Предложенный метод встраивания полухрупких ЦВЗ показал свою работоспособность и может исследоваться далее на предмет возможности практического использования для защиты изображений в формате JPEG 2000.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках гранта президента РФ МК-1907.2017.9.

Литература

1. JPEG 2000 [Электронный ресурс]. – JPEG. – Режим доступа: https://jpeg.org/jpeg2000/, свободный. – яз. англ.

2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера, 2006. – 616с.

3. Rabbani, M. An overview of the JPEG 2000 still image compression standart [Text] / M. Rabbani, R. Joshi // Signal Processing: Image Communication. – 2004. - № 17. – 3-38 p.

4. Chen, B. Quantization index modulation: A class of provably good methods for digital watermarking and information embedding / B. Chen and G.W. Wornell // IEEE Transactions on Information Theory. – 2001. – V. 47(4). – P. 1423–1443. – DOI: 10.1109/18.923725.

5. Egiazarian, K. New full-reference quality metrics based on HVS [Text] / K. Egiazarian, J. Astola, N. Ponomarenko et al. // Proceedings of the Second International Workshop on Video Processing and Quality Metrics, Scottsdale, USA. – 2006. – 4 p.

Д.А. Бизин, С.А. Бурлов

МОДЕЛЬ КВАНТОВОГО АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ НА СОСТОЯНИЯХ ОРБИТАЛЬНОГО УГЛОВОГО МОМЕНТА ФОТОНОВ

(Самарский университет)

Орбитальный угловой момент (ОУМ) фотона – самая перспективная и исследуемая на сегодняшний момент физическая величина для передачи информации по квантовому каналу связи. В данной работе описана система шифрования на состояниях ОУМ фотонов.

В качестве измерительного прибора ОУМ рассматривается каскад интерферометров, рассмотренный в работе [1]. Каскад интерферометров формально будет не измерять состояния ОУМ фотонов, а сортировать их в зависимости от величин ОУМ по определенному модулю. В качестве алгоритма шифрования используется адаптированная схема Меркли, описанная в работе [2], использующая в качестве шифртекста смешанное состояние фотонов.

Каждый фотон имеет азимутальную фазовую зависимость вида $e^{il\varphi}$, на которую будет ориентироваться каскад интерферометров. Такие фотоны несут

ОУМ, равный $l\hbar$. При повороте пучка на угол α, фазовая зависимость принимает вид $e^{il(\varphi+\alpha)}$[1]. После поворота на угол π, пучок с четным значением l не изменится, в то время как с нечетным значением l будет отличаться по фазе на π по сравнению с не вращающимся пучком. Интерференция луча с повернутой копией себя приводит к конструктивной интерференции для четного значения l и к деструктивной интерференции для нечетного значения l. Такая концепция может быть реализована при помощи интерферометра Маха-Цендера с призмами Дове, вставленными в каждый рукав (рис. 1). Призма Дове переворачивает поперечное сечение любого проходящего пучка. Две призмы Дове, повернутые относительно друг друга на угол $\alpha/2$, поворачивают проходящий пучок на угол α.

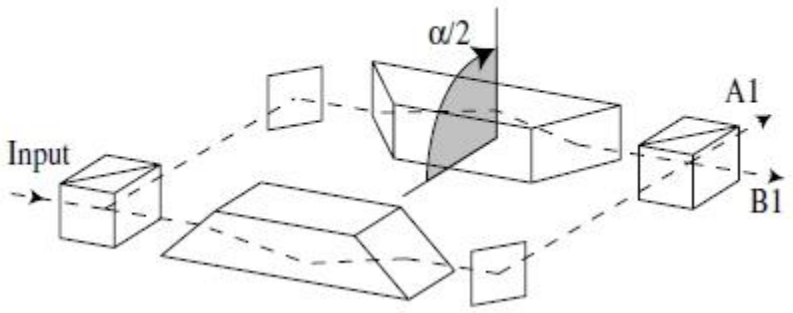


Рис. 1. Первый этап "сортировщика" ОУМ фотонов

В примере, представленном на рисунке 1, $\alpha/2 = \pi/2$, разность фаз между двумя рукавами интерферометра равна $\Delta\psi = l\pi$. Путем правильной настройки длины рукавов интерферометра можно гарантировать, что фотоны с четным значением l появляются на выходе $A1$, а фотоны с нечетным значением l появляются на выходе $B1$.

Такой принцип может быть продолжен и далее, чтобы можно было проверить сколь угодно большое число состояний ОУМ фотонов. Это можно достигнуть путем каскадирования дополнительных интерферометров Маха-Цендера с разными углами поворота (рис. 2). Первый интерферометр (первый этап) разделяет фотоны с четным и нечетным значением l на порты $A1$ и $B1$ соответственно. Фотоны с четным значением l затем проходят на второй этап, где они разделяются дальше. Угол между призмами Дове на втором этапе равен $\alpha/2 = \pi/4$, что соответствует $\Delta\psi = l\pi/2$. Поэтому пучки с $l = 4n$, где n — целое, пойдут на порт $A2$, а пучки с $l = 4n + 2$ пойдут на порт $B2$. К сожалению, угол поворота не позволяет однозначно сортировать фотоны с нечетным значением l (по модулю 4) таким же образом. Эта проблема решается путем размещения голограммы впереди одного интерферометра на втором этапе, которая увеличивает азимутальную фазу фотонов с нечетным значением l (по модулю 4) на единицу, тем самым делая значение l четным (по модулю 4). Дополнительный интерферометр с $\alpha = \pi/2$ теперь будет отделять оригинальные фотоны с нечетным значением l (по модулю 4) так же, как он отделяет фотоны с четным значением l

(по модулю 4). На рисунке 2 показаны первые три сортировочных этапа, которые позволяют определять 8 различных значений l.

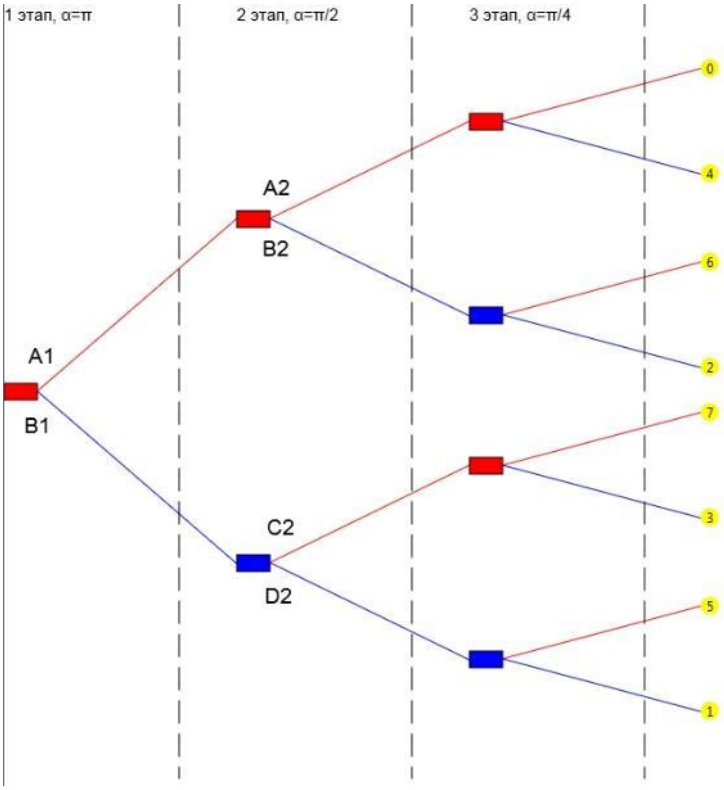


Рис. 2. Первые три этапа схемы сортировки ОУМ фотонов (перед синими интерферометрами размещены голограммы с разными значениями спиральных фазовых фронтов)

В работе [2] описана адаптированная схема шифрования Меркли-Хеллмана. Для начала нужно сгенерировать сверхвозрастающую последовательность $w_1, w_2, \dots, w_n$, удовлетворяющую условию:

$$w_{k+1} > \sum_{i=1}^{k} w_i \quad (1)$$

Затем выбираются числа q и r такие, что

$$q > \sum_{i=1}^{n} w_i \text{ и НОД}(r, q) = 1 \quad (2)$$

и строится последовательность $b_1, b_2, \dots, b_n$ по формуле:

$$b_i = r \cdot w_i \, mod(q) \quad (3)$$

Последовательность $b_1, b_2, \dots, b_n$ является открытым ключом. Открытый текст разбивается на битовые блоки, равные по длине открытому ключу.

Затем формируется лазерный пучок для каждого блока, описываемый смешанным квантовым состоянием ОУМ с матрицей плотности:

$$\rho = \begin{pmatrix} \alpha_1^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \alpha_n^2 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Получается *n*-мерное гильбертово пространство с базисными векторами из (3). Коэффициенты в матрице плотности (4) рассчитываются по формуле:

$$\alpha_i = \frac{x_i}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_j}} \quad (5)$$

где $i = 1..n$; x_i— i-ый бит блока открытого текста.

Далее формируется представление смешанного состояния в виде:

$$|\psi\rangle = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot |b_i\rangle = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_j}} \cdot |b_i\rangle \quad (6)$$

По данному представлению генерируется лазерный пучок, который будет шифртекстом. Состояния $|b_i\rangle$ являются состояниями фотонов с ОУМ, а α_i^2 – вероятность того, что у фотонов в лазерном пучке будет ОУМ, равный $|b_i\rangle$.

Для того чтобы расшифровать блок шифртекста, необходимо собрать статистику с тех выходов каскада интерферометров, которые отвечают за состояния из (3). Затем эти состояния суммируются и получается шифртекст согласно классической схеме Меркли.

Для моделирования процесса была написана программа, которая шифрует сообщение, анимирует прохождение фотонов по каскаду интерферометров, накапливает статистику на выходах каскада и по набранной статистике расшифровывает исходное сообщение. В программе происходит разбиение сообщения на блоки, состоящие из четырех бит, генерация тысячи фотонов со смешанными состояниями и анимированное прохождение фотонов по каскаду для каждого блока сообщения. Темно-зеленый цвет на выходе каскада говорит о том, что на данном выходе вышло небольшое число фотонов, а светло-зеленый цвет показывает, что большая часть фотонов вышла на данном выходе. Также в программе моделируются случайные помехи, поэтому на все выходы каскада случайно попадают фотоны. Затем программа находит выходы, на которых фотоны окрашены в максимально светло-зеленый цвет и принимает состояния, ассоциированные с данными выходами, за передаваемые. После чего происходит расшифрование блока сообщения и вывод его в правой части окна (рис. 3).

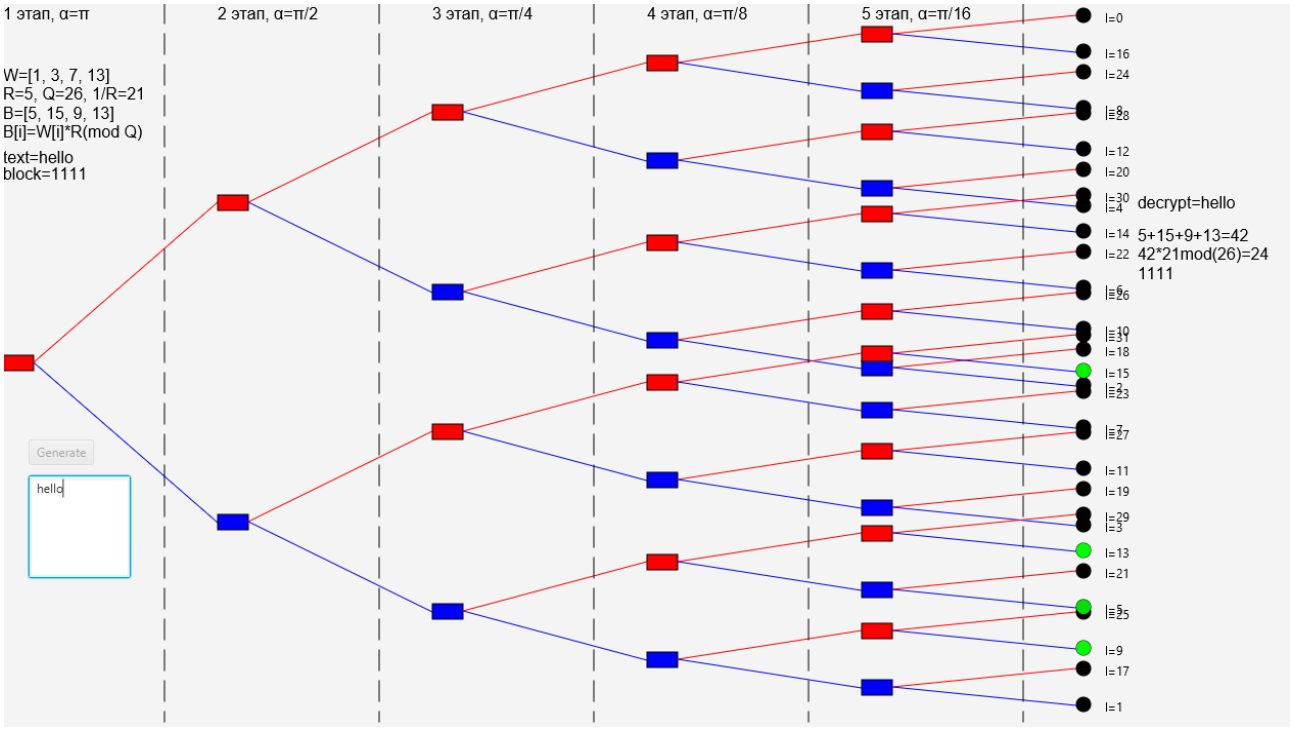


Рис. 3. Программная реализация схемы

Литература

1. Jonathan Leach, MilesJ. Padgett, Stephen M. Barnett, Sonja Franke-Arnold, and Johannes Courtial. Measuring the Orbital Angular Momentum of a Single Photon. — PHYSICAL REVIEW LETTERS, 2002, v. 88, N 25. — Яз. англ.

2. Бурлов С.А., Горохов А.В. Симметричный алгоритм шифрования с использованием "закрученного" света // Сборник трудов ИТНТ-2017, Самара: Самара: НОВАЯ ТЕХНИКА, 2017. С. 1-3.

С.А. Бурлов, Н.В. Егоров

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ КВАНТОВОГО КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ НА СОСТОЯНИЯХ ОРБИТАЛЬНОГО УГЛОВОГО МОМЕНТА ФОТОНОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Введение. Для передачи квантовой информации с помощью фотонов обычно используется поляризация света. Однако очень заманчивые перспективы откроются, если для той же цели приручить другую характеристику фотонов — их «закрученность». До сих пор считалось, что передача фотонов на километровые расстояния через реальную турбулентную атмосферу сильно исказит сигнал и приведет к потере информации о закрученности. Новые и довольно простые эксперименты австрийской группы физиков под руководством Ан-

тона Цайлингера доказывают, что это не так. Они продемонстрировали довольно простую и на удивление надежную схему передачи информации, закодированной в виде закрученности, на расстояние 3 км прямо над центром Вены [1].

Цель данной работы – создание модели кодирования передаваемого сигнала с проверкой на четность. А также создание надежной и быстрой системы детектирования передаваемого сигнала.

Существует много способов кодирования. Самый простой способ – это проверка на четность, когда из последовательности битов получается контрольная сумма и определяется ее четность. При распространении квантовой информации бит четности можно передать отдельно световым пучком. Но при этом емкость информационного канала уменьшится, а следовательно, уменьшится время при передаче сигнала. В данном случае можно воспользоваться результатами работы [2], в которой предлагается встроить дополнительную информацию в световой пучок, которая и будет определять бит четности.

Результаты. Ниже представлена модель для генерации пучка Лагерра-Гаусса. Лазер генерирует световой пучок, который попадает в «Собиратель пучка» для фокусировки. Далее, световой луч проходит «Цилиндрические линзы», преобразуясь сначала в пучок Эрмита-Гаусса (на рисунке это синий луч), а потом в пучок Лагерра-Гаусса (на рисунке это зеленый луч). Для создания ЛГ пучка с суперпозицией противоположных состояний ОУМ используется интерферометр Маха-Цендера. Для генерации ЛГ пучка с противоположным значением ОУМ можно воспользоваться призмой Дове. На выходе получается интерференционная картина в виде лепестков.

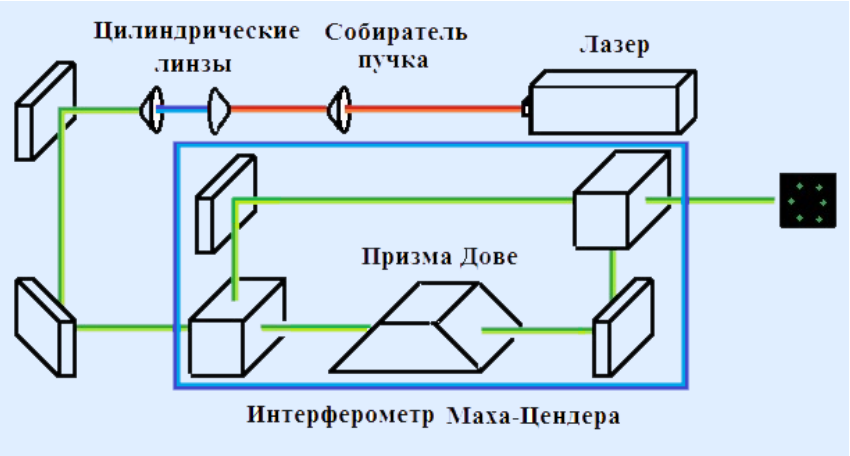


Рис. 1. Схема генерации ЛГ пучка

Для реализации модели кодирования была написана программа на языке *Java*, которая переводит изображение в последовательность интерференционных картин, состоящих из «пятен». Для увеличения скорости работы алгоритма используются только чёрно-белые изображения. Берется последовательность из четырех пикселей (на рисунке 2 они выделены красным цветом) и переводится

в четырёх битное число (черный пиксель переводится в 0, белый в 1). Полученному числу ставится в соответствие интерференционная картина. Каждая интерференционная картина соответствует одному из шестнадцати состояний ОУМ светового пучка. В данной работе не учитывалось искажение интерференционной картины в результате передачи светового пучка сквозь сильно турбулентную атмосферу. Кодовая таблица изображена на рисунке 3.

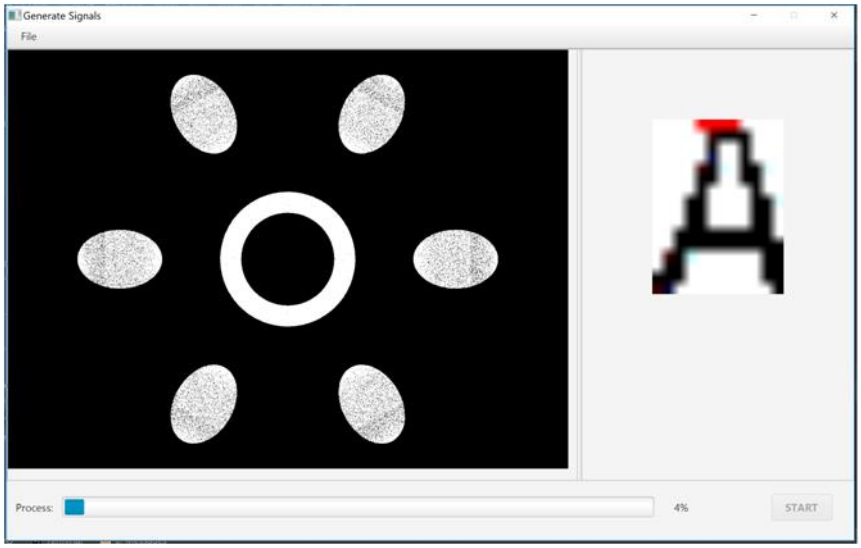


Рис. 2. Программа для кодирования изображения

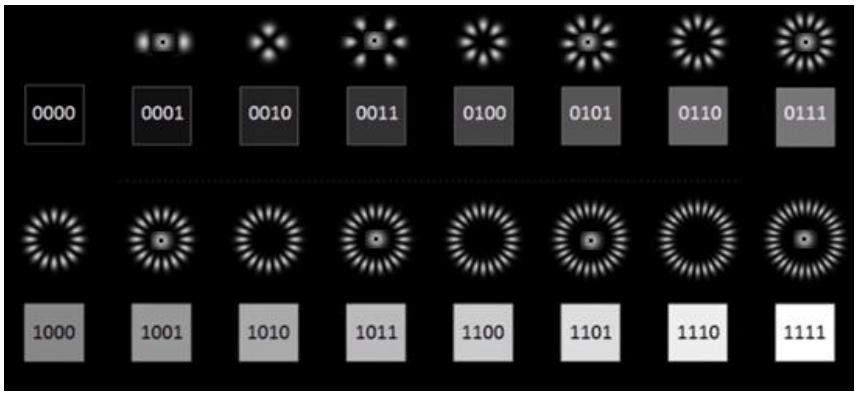


Рис. 3. Кодовая таблица

Сигнал представляет собой последовательность интерференционных картин, поэтому для его декодирования нужно воспользоваться алгоритмом распознавания графических образов. Самый эффективный алгоритм — метод Виолы-Джонса [3]. В методе используются признаки Хаара, которые организованы в каскадный классификатор. Процесс обучения классификатора занимает много времени, но зато поиск объекта на изображении очень быстрый, именно поэтому для реализации схемы декодирования был выбран данный алгоритм.

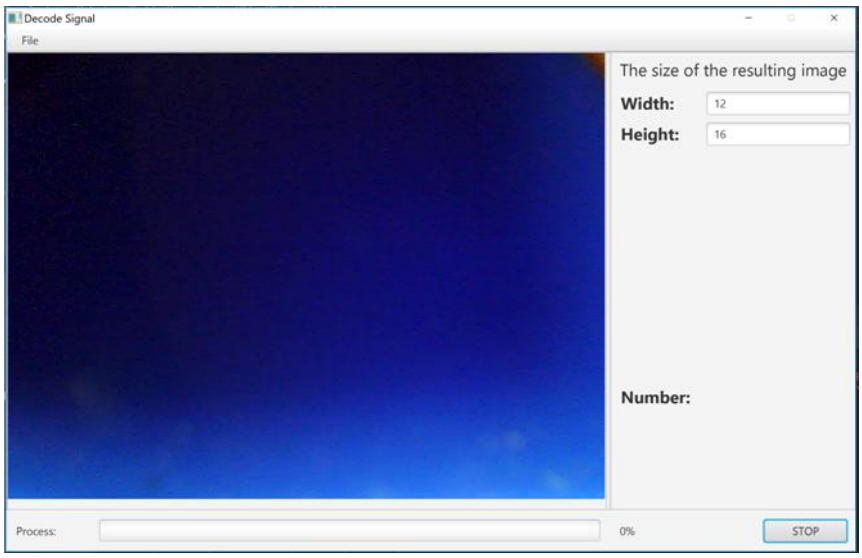


Рис. 4. Программа для декодирования изображения

Готовую реализацию метода Виолы-Джонса можно взять из библиотеки компьютерного зрения *OpenCV*. Процесс обучения каскада Хаара хорошо описан в статье [4]. Готовый каскад Хаара загружается во время исполнения программы в виде *XML* файла. Для декодирования сигнала необходимо посчитать количество "лепестков" и определить наличие кольца внутри. Таким образом, нужно два каскадных классификатора. Видео поток захватывается с простой веб-камеры, которая подключается к ноутбуку через *USB* интерфейс. Графический пользовательский интерфейс программы написан на языке *Java* (рисунок 4). При не соответствии количества "лепестков" интерференционной картины с битом четности программа выводит на консоль номер искаженной последовательности без попытки её восстановления.

Литература

1. M. Krenn, R. Fickler, M. Fink, J. Handsteiner, M. Malik, T. Scheidl, R. Ursin, A. Zeilinger, “Communication with spatially modulated light through turbulentair across Vienna”,

2. Бурлов, С.А. Кодирование с проверкой на четность светового пучка Лагерра-Гаусса, несущего орбитальный угловой момент [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: http://repo.ssau.ru, свободный. – Яз. рус.

3. P. Viola and M. Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features,” in Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '01), vol. 1, pp. 511–518, 2001.

4. Мальцев А.В. Обучение OpenCV каскада Хаара: [Электронный ресурс]. URL: https://habrahabr.ru/post/208092. (Дата обращения: 3.03.2018).

А.Ю. Григорьев, А.А Смагин

ОЦЕНКА СВОЙСТВ ГЕНЕРАТОРОВ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ НА ОСНОВЕ УЧЁТА СХОДСТВА ОДНОРОДНЫХ ЧАСТЕЙ ПОРОЖДАЕМОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

(Ульяновский государственный университет)

Введение

В современном мире большое значение имеют генераторы случайных и псевдослучайных чисел (ГСЧ). Они широко применяются в различных задачах: моделирование. выборочные метод, численный анализ, программирование, криптография. Случайные и псевдослучайные последовательности бит, формируемые ГСЧ, имеют огромную роль для криптографии – от их качества зависит секретность информации. Поэтому задача создания хороших генераторов и эффективных методов их оценки представляет большой интерес.

Для оценки качества последовательностей бит используются различные статистические тесты. Для удобства исследований разработаны специальные пакеты статистических тестов, включающие алгоритмы тестирования и методы оценки результатов. Наиболее распространен и широко применяется пакет NIST STS[1], созданный Национальным институтом стандартов США, для оценки статистических свойств ГСЧ и алгоритмов шифрования.

Статистические тесты в NIST STS не являются абсолютно идеальными и постоянно находят более эффективные алгоритмы оценки, которые позволяют находить изъяны в ГСЧ. Так, в работе [2] был предложен новый статистический тест «Стопка книг», а в [3] показано, что он эффективнее тестов NIST STS. Поэтому постоянно существует необходимость создавать более эффективные алгоритмы оценки ГСЧ.

В данной работе предлагаются новые статистические тесты на основе вычисления расстояния Хэмминга и Левенштейна. Для оценки результатов используется метод, предложенный в тестах NIST STS.

Описание новых статистических тестов

Пусть некоторый источник порождает последовательность бит S длиной n бит ($S = \varepsilon_0\varepsilon_1 \dots \varepsilon_i \dots \varepsilon_{n-1}$). Последовательность разбивается на равные блоки длины m:

$S = S_1, S_2, \dots, S_n = \varepsilon_1\varepsilon_2 \dots \varepsilon_m, \varepsilon_{m+1}\varepsilon_{m+2} \dots \varepsilon_{2m}, \dots, \varepsilon_{n-m+1}\varepsilon_{n-m+2} \dots \varepsilon_n.$

В основе каждого метода лежит функция вычисления расстояния.

1) Функция вычисления расстояния Хэмминга имеет вид:

$$d(S_i, S_{i+1}) = \sum_{j=1}^{m} \varepsilon_{i\cdot m+j} \oplus \varepsilon_{i\cdot m+j+m}$$

2) Вычислить расстояние Левенштейна можно по следующей рекуррентной формуле:

$d(S_i, S_{i+1}) = D(M, N)$, где

$$D(M,N)=\begin{cases}0, & i=0, j=0\\ i, & j=0, i>0\\ j, & i=0, j>0\\ \min\{ & \\ D(i,j-1)+1, & \\ D(i-1,j)+1, & j>0\ , i>0\\ D(i-1,j-1)+m(S_1[i],S_2[j]) & \\ \} & \end{cases}$$

где *m(a,b)=0*, если *a=b*, в противном случае *m(a,b)=1*. *min{a,b,c}* возвращает наименьший из аргументов.

Для каждого предлагаемого теста используется два режима сравнения: пересекающиеся и непересекающиеся блоки бит. В первом случае каждый блок участвует в сравнении дважды (кроме первого и последнего) и сравниваются с шагом 1: S_1 и S_2, S_2 и S_3 и т.д. В втором случае каждый блок сравнивается только один раз: S_1 и S_2, S_3 и S_4 и т.д.

Функции расстояния Хэмминга и Левенштейна могут принимать $m+1$ значений в диапазоне от 0 до m. Распределение вероятности идеальной случайной последовательности бит для функции расстояния Хэмминга имеет биномиальное распределение и вычисляется по формуле:

$\begin{cases}H(i)=C_i^m, & i\geq 1\\ H(0)=1, & i=0\end{cases}$, где C_i^m – биномиальный коэффициент

Распределение вероятности для расстояния Левенштейна вычисляется экспериментальным способом.

В исследовании для тестов на основе расстояния Хэмминга и Левенштейна выбрана длина блока бит m равная 8 и 16 бит.

Описание процесса тестирования

Для проведения статистических тестов используется пакет NIST STS (The National Institute of Standards and Technology Statistical Test Suite), целью которого является определение меры случайности двоичных последовательностей, порождённых либо аппаратными, либо программными генераторами случайных чисел. Для предлагаемых статистических тестов на основе расстояния Хэмминга и Левенштейна разработаны средства оценки последовательностей бит в соответствии с методами, предложенными в NIST STS.

Процесс выполнения статистических тестов в пакете NIST STS выглядит следующим образом[4]:

1) Выбирается последовательность бит *S*. Её рекомендуемая длина составляет $100\cdot 10^6$ бит (согласно рекомендации программы NIST STS).

2) Для некоторых тестов задаются регулируемые параметры, которые зависят от длины последовательности бит (описание параметров приведено в документации к программе NIST STS).

3) Выполняются статистические тесты. Тестируемая последовательность S делится на m подпоследовательностей S_i ($S=\bigcup_{i=1}^{m} S_i$) длиной 10^6 бит каждая.

Порядок тестирования двоичной последовательности S_i (i=1..m) для каждого теста состоит из следующих шагов:

а) Выдвигается предположение о том, что данная двоичная последовательность S_i случайна;

б) По последовательности S_i вычисляется статистика теста $c(S_i)$;

в) С использованием специальной функции $f(x)$ и статистики теста вычисляется значение вероятности *p-value* = $f(c(S_i))$. В качестве $f(x)$ в зависимости от теста используются следующие функции:

$erfc = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{-x}^{\infty} e^{-u^2} du$ – дополнительная функция ошибок;

$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{\frac{-u^2}{2}} du$ – стандартное нормальное распределение;

$igamc(a,x) = \frac{1}{\Gamma(a)} \int_{x}^{\infty} e^{-t} t^{a-1} dt,\ x \geq 0,\ a > 0$ – неполная гамма-функция, где $\Gamma(a) = \int_0^{\infty} t^{a-1} t\ dt$ – гамма-функция. Данная функция применялась для предложенных в работе статистических тестов.

г) Если *p-value* ≥ 0.01, то последовательность S_i считается случайной.

4) Завершение работы программы. Для каждого теста в отдельности создаётся отчёт, который содержит значения вероятности *p-value* и другие параметры, характерные для конкретного теста. Так же все суммарные расчетные данные размещаются в файле – отчёте, который отражает результаты всех пройденных тестов.

Для интерпретации результатов в NIST STS предложены два способа[1]:

1) Рассмотрение доли последовательностей, которые прошли статистические тесты. Последовательность S является случайной, если количество успешных тестов k последовательностей S_i удовлетворяет условию, описанному ниже:

$k \geq \left\lfloor \left(p' - 3\sqrt{\frac{\alpha\, p'}{m}} \right) m \right\rfloor$, где p' = 1- α, α = 0.01.

2) Распределение значений *p-value* для проверки на равномерность.

Множество значений *p-value* [0;1] разбивается на k интервалов с вероятностями, равными *1/k*. Дальше подсчитывается частоты F_i появления *p-value* для каждой категории, полученные в результате эксперимента. Вычисляется статистика:

$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(F_i - m/k)^2}{m/k}$, где $m \geq 5k$

Далее вычисляется $p\text{-}value_T = igamc((k-1)/2, X^2/2)$.

Исследования

В оценке качества последовательностей бит принимали участие генераторы псевдослучайных последовательностей (линейный конгруэнтный генератор (LCG), квадратичный конгруэнтный генератор 1 (QCG-I), квадратичный конгруэнтный генератор 2 (QCG-II), кубический конгруэнтный генератор (CCG), генератор xor (XORG), modular Exponentiation Generator (MODEXPG), Secure Hash Generator (G-SHA1), Blum-Blum-Shub (BBSG), Micali-Schnorr Generator (MSG), функция rand() в stdlib.h) и архиваторы (7z, gz, rar, xz).

По результатам исследования в последовательностях, полученных из генераторов QCG-I, CCG, BBSG, MSG, G-SHA были выявлены небольшие статистические отклонения – 5-6 последовательностей из 100 не прошли тесты при норме 4 или меньше. В генераторах LCG, XORG и архиваторах gz, rar, xz тесты на основе вычисления расстояния Хемминга и Левенштейна выявили серьёзные статистические отклонения – более 10 последовательностей из 100 не прошли тесты. NIST STS также выявил отклонения в генераторах QCG-I, CCG, BBSG, MSG, G-SHA, LCG, XORG и архиваторах gz, rar, xz.

Можно сделать вывод, что тесты на основе вычисления расстояния Хэмминга и Левенштейна не хуже пакета NIST STS, так как забраковали те же самые генераторы. Так же стоит отметить, что предложенные в работе тесты имеют преимущества по скорости выполнения и ресурсным затратам, что позволяет использовать их для оценки ГСЧ в смартфонах, планшетах и других устройствах, не имеющих больших вычислительных мощностей.

Литература

1. A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications. NIST Special Publications 800-22. Revision 1.a April, 2010.

2. Б. Я. Рябко, А. И. Пестунов. «Стопка книг» как новый статистический тест для случайных чисел. Проблемы передачи информации. 2004. том 40, выпуск 1. С. 73–78

3. А. И. Миненко. Экспериментальное исследование эффективности тестов для проверки генераторов случайных чисел. Вестник СибГУТИ. 2010. № 4. С. 36-46

4. Чугунков И.В. Методы и средства оценки качества генераторов случайных последовательностей, ориентированных на решение задач защиты информации: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 236 с.

Р.Р. Закиров

ЗАЩИТА ПРОГРАММ ОТ ОТЛАДКИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

Процесс отладки позволяет злоумышленнику выяснить, по какому адресу выполняется программа, также подделать ее переменные в необходимые значения. Благодаря этому изучение программы конкурентами или пользователями, которые хотят воспользоваться платной программой бесплатно, облегчается в разы, чем при дизассемблировании и статичном изучении машинного кода программы.

Из этого следует, что защита от данного метода реверс-инжиниринга является наиболее актуальной для программистов. Поскольку сейчас популярна

не только архитектура x86, но и x64, многие старые средства обнаружения отладчиков устарели. В данной статье будут проанализированы самые полезные методы антиотладки, которые работают и на x86, и на x64 архитектурах.

Функция IsDebuggerPresent().

Самый простой способ – применение функции Api Windows IsDebuggerPresent(), которая есть во всех версиях Windows, начиная с Windows 98. Для этого достаточно внести в код строку «if (IsDebuggerPresent())» и, при положительном значении, например, вызвать экстренное завершение программы.

Так как данная функция очень, а ее имя будет находиться в исполняемом файле, настоятельно рекомендуется изменить ее имя на какое-либо менее заметное. Однако опытные хакеры смогут обойти данную защиту, поэтому далее будут приведены нетривиальные способы обнаружения отладчиков.

Измерение времени выполнения команд.

Когда отладчик присутствует и выполняет пошаговую трассировку, появляется существенная задержка между выполнением отдельных команд, если сравнивать с обычным выполнением. Существует огромное количество способов замера временного промежутка. Например:

- команда RDTSC;
- API-функция GetTickCount;
- API-функция timeGetTime (из winmm.dll);
- API-функция QueryPerformanceCounter;
- API-функция GetSystemTimeAsFileTime;
- API-функция GetProcessTimes;
- API-функция KiGetTickCount (или вызов прерывания int 0x2A);
- API-функция NtQueryInformationProcess (ProcessInformationClass = ProcessTimes (0x04);
- API-функция NtQueryInformationThread (ThreadInformationClass = ThreadTimes (0x01);
- поля структуры KUSER_SHARED_DATA.

Следует помнить, что в некоторых программах для отладки существуют готовые плагины и скрипты нейтрализации некоторых функций. Рекомендуется измерять достаточно большой промежуток времени (например, 10 секунд) и проводить проверку изменения значения регистров, отвечающих за выполнение функций замера времени. Саму функцию замера времени следует запускать в отдельном потоке, чтобы не мешать выполнению основных команд при этом усложняя нейтрализацию данного способа злоумышленником.

Проверка родительского процесса.

Данный метод является одним из самых действенных. Здесь проверяется кем именно было запущено защищаемое приложение: пользователем или отладчиком. Существует два пути реализации данного способа – проверить, является ли родительским процессом explorer.exe или не выступает ли в этой роли процесс из списка известных программ отладки.

Проверять родительский процесс мы будем при помощи уже известной

нам функции NtQueryInformationProcess и структуры PROCESS_BASIC_INFORMATION (поле InheritedFromUniqueProcessId), а получать список всех запущенных процессов в системе можно при помощи CreateToolhelp32Snapshot/Process32First/Process32Next. Основной код получения ID родительского процесса и основная проверка:

```
PROCESS_BASIC_INFORMATION baseInf;
NtQueryInformationProcess(NtCurrentProcess(), ProcessBasicInformation, &baseInf, sizeof(baseInf), NULL);
```

Таким образом, в baseInf.InheritedFromUniqueProcessId будет находиться ID процесса, который порождает защищаемый процесс. Его можно использовать как угодно: например, получить из него имя файла, название процесса и сравнить с именами отладчиков или проверять, не explorer.exe ли это.

NTSETINFORMATIONTHREAD.

Этот нетривиальный метод антиотладки основан на передаче флага HideFromDebugger (нахоится в структуре _ETHREAD за номером 0x11) в функцию NtSetInformationThread. Так выглядит прототип функции:

```
NTSTATUS ZwSetInformationThread(
_In_  HANDLE           ThreadHandle,
_In_  THREADINFOCLASS  ThreadInformationClass,
_In_  PVOID            ThreadInformation,
_In_  ULONG            ThreadInformationLength
);
```

Этот прием спрячет поток защищаемого процесса от отладчика, переставая отправлять ему отладочные события, например такие, как срабатывание точек останова. Особенность этого метода в том, что он универсален и работает благодаря штатным возможностям ОС. Код, который реализует отсоединение главного потока программы от отладчика:

```
NTSTATUS stat = NtSetInformationThread(GetCurrentThread(), 0x11, NULL, 0);
```

Таким образом, в данном докладе проведен анализ наиболее актуальных способов выявления и защиты от отладочных программ. Использование данных методов однозначно затруднит процесс отладки и поможет защитить приложения от любопытных реверсеров и автоматических систем распаковки и анализа. Стоит понимать, что данные методы следует использовать в совокупности друг с другом, чтобы намного усложнить процесс отладки.

Литература

1. Крупнейший в России и Европе ресурс в области прикладной информационной безопасности [Электронный ресурс]. URL https://xakep.ru/ (дата обращения: 15.03.2018)

2. Справочник исследователя программ [Электронный ресурс]. URL https://exelab.ru/ (дата обращения: 15.03.2018)

3. Microsoft Developer Network [Электронный ресурс]. URL https://msdn.microsoft.com/ (дата обращения: 15.03.2018)

К.Е. Климентьев

ОПТИМАЛЬНОЕ СКАНИРОВАНИЕ АДРЕСНОГО ПРОСТРАНСТВА ВО ВРЕМЯ ЭПИДЕМИЙ SI-ТИПА

(Самарский университет)

Среда мультитагентного моделирования поведения и взаимодействия саморазмножающихся сущностей, разрабатываемая на кафедре Информационных систем и технологий Самарского университета, позволяет производить исследования различных типов эпидемий [2]. В данной статье рассматриваются результаты исследования некоторых частных случаев развития эпидемий SI-типа в технических средах (например, сетевых червей в адресном пространстве Интернета). Интерес к подобным исследованиям вызывается не только сохраняющей актуальность возможностью распространения в информационных сетях вредоносных саморазмножающихся программ (сетевых червей), но и все более широким применением на практике «полезных вирусных» технологий. Например, в Microsoft активно изучалось и изучается использование подобных технологий для передачи по сети важных сообщений [4], а технология WUDO доставки обновлений для Windows 10 непосредственно использует идеи «вирусного» распространения программного кода.

Известна простая классификация стратегий размножения и взаимодействия инфицирующих и инфицируемых агентов, основанная на приписываемых им состояниях, например: I – больной (от англ. Infected – инфицированный); S – потенциальная жертва (от англ. Susceptible – восприимчивый); R – выздоровевший (от англ. Removed – подвергнутый удалению) и т.п. Таким образом, возможны различные комбинации: SI, SIS, SIR, SEIR, PSIDR и т.п., соответствующие различным типам эпидемий.

Эпидемии SI-типа, рассматриваемые в рамках настоящей статьи, характеризуются: 1) разделением всех участвующих сущностей на два класса — S и I; 2) пассивным характером поведения всех сущностей типа S; 3) активным характером поведения всех сущностей типа I, заключающемся в постоянном поиске ими сущностей типа S и принудительном «переключении» их в состояние I, после чего те также становятся активными; 4) невозможностью возврата из состояния I в состояние S.

На протекание эпидемий оказывают влияние следующие основные факторы: 1) топология среды, в которой развивается эпидемия [3], определяющая возможность инфицирования каждой сущностью типа I лишь ограниченного подмножества сущностей типа S, находящихся с ней в отношении «доступности»; 2) коэффициент размножения β - среднее количество попыток инфицирования, выполняемое каждой сущностью типа I в единицу времени; 3) характер поведения двух первых факторов во времени.

В рамках настоящей статьи будем считать, что топология пространства соответствует полному графу, в котором инцидентны друг другу две любые

вершины, и каждая пара узлов взаимно «доступны» друг для друга. Подобное условие соответствует, например, развитию в Интернете эпидемий сетевых червей, инфицирующих узлы компьютерных сетей путем обращения к ним напрямую по IP-адресу. Примеры таких червей: Net-Worm.CodeRed.b (август 2001 г.) и Net-Worm.Lovesan (он же MsBlast, он же Blaster, август 2003 г.) [1]. Впрочем, в результате ретроспективных исследований было показано, что реально для этих и аналогичных им червей $\beta = \beta(t)$ [6], но мы в рамках настоящей статьи будем считать, что β=const.

При условии, что сущностям типа I ничто не противодействует и каждая из них в любой момент времени точно знает адрес в пространстве какой-нибудь сущности типа S, развитие эпидемии во времени описывается простым аналитическим соотношением $I(t) = I_0(1+\beta)^t$. Здесь t – время; I_0 - начальное количество сущностей типа I в момент времени t=0; остальные обозначения введены выше. Заполнение адресного пространства в этом случае является оптимальным с точки зрения скорости развития, поскольку происходит по экспоненциальному закону.

В классической работе [5] показано, что при β=1 шт/сек обход адресного пространства IPv4, содержащего порядка 4.3 млрд. адресов, произойдет примерно за полминуты. Гипотетический инфицирующий агент, размножающийся по экспоненте, получил наименование «flash worm» (от англ. flash - вспышка) или в русскоязычной литературе – «блицкриг-вирус». Тем не менее, в упомянутой работе упомянут, но не конкретизирован вопрос, каков именно порядок сканирования адресного пространства, позволяющий параллельно работающим сущностям типа I не конфликтовать друг с другом.

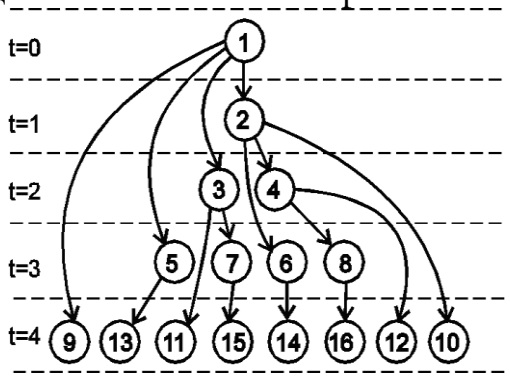


Рис. 1. Послойное заполнение адресного пространства при I_0=1, β=1.

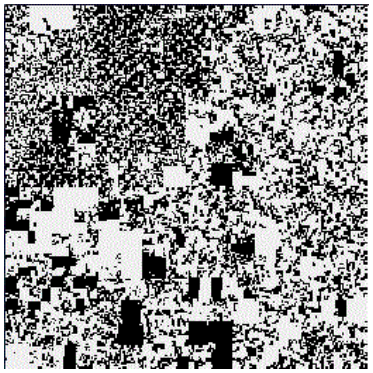


Рис. 2. Типичная «карта» доступности адресов Интернет-сегмента

Предлагается простой алгоритм «бесконфликтного» обхода адресного пространства. Пусть адресное пространство представляет собой непрерывный массив одинаковых ячеек, каждая из которых содержит либо сущность типа I (ячейка занята червем), либо типа S (ячейка пуста и доступна для «заражения»). Все ячейки последовательно пронумерованы, начиная с 1. В момент времени t=0 все ячейки, начиная с адреса 1 и до адреса I_0, считаются занятыми сущностями типа I. Время считается дискретным, акт «заражения» происходит мгновенно.

Идея «бесконфликтного» обхода адресного пространства заключается в «послойном» его заполнении, где каждый слой соответствует определенному моменту времени (см. рис. 1). Сущности на каждом шаге «срабатывают» в порядке увеличения занятых ими адресов, при этом занятие свободных ячеек так же производится в направлении от младших адресов к старшим.

Каждая сущность типа I непосредственно перед актом размножения вычисляет область адресного пространства, в котором будут размещены ее «потомки», причем эта область не пересекается с аналогичными областями других экземпляров инфицирующих сущностей. Для сущности типа I, расположенной по адресу n, начальный адрес области адресного пространства, имеющей длину β и предназначенной для последующего занятия «потомками» этой сущности в произвольный момент времени t, может быть вычислен как $n_t = I_0(1+\beta)^{t-1} + (n-1)\beta + 1$.

Очевидно, что на практике подобный алгоритм труднореализуем – это связано с неоднородностью адресных пространств. На рис. 2. черными точками изображены «живые» адреса в сегменте Интертнета, белыми – отключенные или недоступные по иным причинам.

В [5] предложен, а в реальной технологии WUDO и аналогичных технологиях используется принцип заранее составленных списков адресов, для которых достоверно определена восприимчивость со стороны инфицирующих воздействий, – так называемых «хитлистов» (от англ. hitlist – список попаданий). Предложенный алгоритм обхода адресного пространства может быть использован для «бесконфликтного» использования единственного «хитлиста» множеством параллельно работающих экземпляров саморазмножающихся сущностей.

Литература

1. Климентьев К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 656 с.

2. Климентьев К.Е. Мультиагентное моделирование процессов распространения и взаимодействия инфицирующих сущностей // Программные продукты и системы, 2018. Т.31. №1. – С. 72-77.

3. Kephart J.O. How topology affects population dynamics // Artificial Life III. Redwood City, Addison-Wesley, 1994.

4. Vojnovic M., Gupta V., Karagiannis T., Gkantsidis C. Sampling strategies for epidemic-style information dissemination // IEEE INFOCOM Proc., 2008. – pp. 2351-2359.

5. Weaver N.C. Warhol Worms: The potential for very fast internet plagues? - 2001. - Режим доступа: http://www1.icsi.berkeley.edu/nweaver/papers/warhol/warhol.html.

6. Zou C.C., Gong W., Towsley D. Code Red worm propagation modeling and analysis // 9th ACM Symposium on Computer and Communication Security, Washington DC, 2002. – pp. 138-147.

Т.А. Курзенева

ПРИМЕНЕНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ РАЗВЕДКИ В ЦЕЛЯХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В настоящее время общество находится в той стадии развития, когда каждый из нас получает, обрабатывает, хранит огромное количество информации. В быстром темпе жизни, который присущ современному человеку, с большой долей вероятности можно упустить какую-либо информацию, задачу из виду. Особенно это актуально для людей, ведущих свой бизнес, развивающих собственными силами компании, реализующими новейшие технологии в различных сферах жизни.

Для упрощения подобной ситуации многие используют возможности ИТ-технологий, накапливать и обрабатывать необходимую информацию, напоминать о важных встречах и т.д., а также существенно проще управлять делами не в одиночку. Для этого нанимается персонал, который обучается, информируется о делах компании, о ее новейших разработках и планах на дальнейшее будущее. Но вот именно в этот момент, когда, казалось бы, решена проблема потери информации вследствие забывчивости одного человека и не способности человеческого мозга обрабатывать слишком большие объемы информации в единицу времени, возникает новая проблема – проблема доверия. Достаточно ли мы защищаем информационную структуру компании от несанкционированного доступа и хищении информации? Можно ли доверять столь ценную информацию только что нанятым сотрудникам?

Начнем последовательно разбираться в возникших проблемах. Вопрос защиты информационной структуры компании давно является одним из самых актуальных в сфере информационной безопасности. Существует множество законодательных актов, обязывающих и рекомендующих защищать определённые виды информации конкретными способами. Разработано большое количество комплексов и систем защиты информации, способных обезопасить компанию в зависимости от модели угроз. Используя предложения рынка информационной безопасности можно закрыть возможные уязвимости информационной структуры компании.

Можно сделать вывод, что в таком случае не стоит опасаться на безопасность компании. Однако есть один интересный закон – закон Мерфи. Согласно данному закону, интерпретируемому в область информационной безопасности Алексеем Лукацким в декабре 2003 года, доказано, что «Если 4 дыры устранены, то всегда найдется пятая» и «Любая программа содержит дыры», как следствие «Даже системы защиты содержат дыры».

Конечно, можно бесконечно закрывать уязвимости в информационной структуре, настраивать средства защиты информации, устанавливать патчи и

т.п. Но, когда специалисты службы информации уже приняли все возможные на данные момент меры по защите информационной структуры, а атаки и утечка информации продолжается стоит вспомнить про второй вопрос, возникший в начале рассуждения. Можно ли доверять коммерчески ценную информацию только что нанятым сотрудникам?

В данной ситуации необходимо понимать, что по статистике большую часть злоумышленников составляют так называемые внутренние злоумышленники. Такие злоумышленники в компании могут появиться по различным причинам: кто-то специально внедряется в доверенный круг лиц с целью хищения информации, кто-то совершает действия, которые могут нанести ущерб компании, по не знанию, не имея мотивации. Если со вторым типом внутренних злоумышленников можно бороться простейшим обучением сотрудников правилам и нормам работы со средствами защиты, то вычисление и нейтрализация первого типа дается гораздо сложнее.

Поскольку необходимость в персонале имеющим доступ к определенным частям коммерчески значимой информации никуда не пропадет, необходимо найти способ проверки доверия к данным сотрудникам. Одним с подходящих - Конкурентная разведка.

У большинства людей Конкурентная разведка ассоциируется либо со шпионажем (промышленным, военным, агент 007), либо со сбором информации о конкурентах с целью опережения. Второе представление является правильным, однако не полноценным. Конкурентная разведка на данный момент может служить не только в качестве инструмента продвижения бизнеса, но и в целях защиты информации. С ее помощью руководитель может изучать не только конкурентов, клиентов, но и работников, претендующих на должности с определенным уровнем доступа. Таким образом, одной из целей конкурентной разведки является защита информации. Выяснив, что инструменты конкурентной разведки позволяют проанализировать личность и мотивацию человека, желающего занять должность в компании, нужно понять, как именно «проверять» будущего сотрудника.

В американской интерпретации конкурентная разведка - Competitive Intelligence – это особый вид информационно-аналитической работы, позволяющий собирать обширнейшую информацию о юридических и физических лицах без применения специфических методов оперативно-розыскной деятельности, являющихся исключительной прерогативой государственных правоохранительных органов и спецслужб. Согласно данному определению можно сделать вывод, что способы сбора и анализа информации, применяемые при «проверке» кандидата на работу, являются простейшими и доступными. Например, для составления досье на физическое лицо, достаточно использовать единые государственные базы данных: ЕГРЮЛ, судебных дел, о банкротстве и многие другие. Для полноты картины проводят анализ социальных сетей, форумов, СМИ, а также применяют дополнительные команды различных поисковых машин, с помощью которых в большой выдаче поиска можно отфильтровать и

найти файлы фиксированного расширения (чаще всего информация находится в xls и pdf), конкретные словосочетания.

Все получается замечательно, проверяем кандидата на работу, убеждаемся в его целях и мотивах, но возникает вопрос о законности подобной «проверки». Не нарушаем ли мы законы Российской Федерации и какие они?

В России конкурентная разведка появилась значительно позже, чем в Европе и Америке. Российское законодательство еще не содержит норм, направленных на регулирование именно конкурентной разведки. В связи с этим данное направление деятельности подчиняется общим нормам и законам, связанным со сбором и анализом информации: федеральные законы «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», «О персональных данных», «О коммерческой тайне», «О средствах массовой информации», «О частной детективной и охранной деятельности», «Об авторском нраве и смежных правах», «О бюро кредитных историй», «О государственной тайне», Уголовный кодекс (Гл. 19, Ст. 138 «Нарушение тайны переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных или иных сообщений», Гл. 21, Ст. 163 «Вымогательство», Гл. 22, Ст. 183 «Незаконные получение и разглашение сведений, составляющих коммерческую, налоговую или банковскую тайну», Гл. 23, Ст. 204. «Коммерческий подкуп»). Именно они описывают нарушения и незаконные способы получения информации. При этом открытые информационные источники часто предоставляют достаточно широкие возможности для работы в данном направлении.

Защищать коммерчески значимую информацию компании можно и нужно. Данная защита не должна ограничиваться исключительно техническими средствами защиты, обновлениями программного обеспечения и физической защитой. Необходимо защищать информацию и на организационном уровне, включая обучение персонала и его проверку при приеме на работу. С последней задачей легко справиться с помощью методов конкурентной разведки. Применив комплексный подход к защите информации, можно не бояться потери ценной для компании и бизнеса информации.

Литература

1. А.В. Лукацкий Законы Мерфи для информационной безопасности [Статья]. - 2003 г.

2. Е.В. Ющук Конкурентная разведка: маркетинг рисков и возможностей [Книга]. - Екатеринбург : Издательство "Вершина", 2006.

3. Конкурентная разведка [Электронный источник]. - http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/konkurentnaya-razvedka.html .

4. Конкурентная разведка [Электронный источник]. - https://searchinform.ru/resheniya/biznes-zadachi/konkurentnaya-razvedka/.

Н.М. Кусакина

КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПОДХОД К АНОМАЛИЯМ СЕТЕВОГО ТРАФИКА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

(Самарский государственный технический университет)

Обеспечение стабильной работы компьютерных сетей предприятия в современной реальности становится основной целью деятельности различных его подразделений. Оптимизация затрат на поддержание требуемого уровня качества работы компьютерных сетей обуславливает необходимость постоянного технологического роста, использования новых методов и алгоритмов работы.

Развитие программно-аппаратных средств обнаружения вторжений (Intrusion Detection System - IDS) основывается на эволюции методов обнаружения аномалий сетевого трафика. В последнее время тема классификации срабатываний правил IDS стала площадкой глубоких исследований, где основное внимание уделено определению реальных угроз от ложноположительных срабатываний и их дальнейших их классификации. [1, 2]

Различают несколько типов систем обнаружения вторжения в зависимости от типа используемого сенсора, его расположения и методов подсистемы анализа (характеристики анализатора). Если IDS при анализе трафика использует шаблон штатного функционирования системы, она называется поведенческой (контролируются частота событий, объем переданных пакетов и другие статистические характеристики); если IDS работает с информацией об выявленных вторжениях, она является интеллектуальной.

Системы обнаружения вторжений на основе анализа поведения сетевого трафика, так называемые A-IDS, и обнаружения его аномалий считается лучшем вариантом по сравнению с системами на основе сигнатурного метода обнаружения аномалий – S-IDS, так как не требуют предварительного знания самой сигнатуры. Однако определение типа зафиксированной атаки представляет собой трудную задачу по причине того, что A-IDS не может соотносить обнаруженную активность с классом атаки. [3]

Можно сказать, что любое срабатывание подобной системы должно проходить ручную обработку администратором безопасности либо лицом, осуществляющим мониторинг событий A-IDS. Это, в свою очередь, увеличивает как нагрузку персонала, так и время реагирования на возникающие инциденты безопасности. Также необходимо помнить о том, что сложность и динамическое изменение статистических свойств трафика может ввести дополнительные ошибки обработки зафиксированного события.

В исследовании рассмотрены несколько методов для анализа событий срабатывания A-IDS, основанные на различных алгоритмах классификации и наборах свойств сетевого трафика: в частности, энтропийный анализ на основе энтропии Шаннона. Рассмотрены сценарии атак с помощью мониторинга ста-

тистических свойств сетевого трафика. Сетевой трафик собирается либо на основе пакетных данных, либо сущности потока. Каждое из этих представлений обеспечивает различный вид, а в совокупности они могут обеспечить полное представление о сетевой деятельности. По мере того, как потоки данных проходили по сети, сетевой пакетный сниффер захватывал каждый пакет и декодировал необработанные данные пакета, показывая значения различных полей в пакете. По данным анализа экспериментальных данных были сформированы подмножества признаков сетевых атак и их влияния на потоки трафика.

Например, важные свойства сетевого трафика при наблюдении атаки типа отказ в обслуживании (Denial of Service – DOS):

- общее количество байт, полученных за период наблюдения;
- общее количество байт, отправленных за период наблюдения;
- общее количество пакетов, отправленных в течение периода наблюдения;
- общее количество пакетов, полученных за период наблюдения;
- общее количество пакетов, полученных в течение периода наблюдения от разных IP-адресов;
- общее количество различных номеров портов TCP и UDP, используемых источником;
- общее количество различных номеров портов TCP и UDP, используемых хостом назначения;
- общее количество соединений TCP за период наблюдения;
- общее количество соединений UDP за период наблюдения;
- общее количество открытых соединений;
- общее количество установленных соединений, которое представляет открытое соединение;
- общее количество отправленных запросов на соединение;
- общее количество подтвержденных завершений соединения.

При фиксировании атаки типа IP-спуфинг или ARP-спуфинг набор выбранных свойств трафика будет несколько иным:

- общее количество пакетов, полученных в течение периода наблюдения от разных IP-адресов;
- общее количество пакетов, отправленных в течение периода наблюдения, на разные IP;
- количество номеров привилегированных портов, используемых в течение периода наблюдения;
- количество различных номеров привилегированных портов, используемых в течение периода наблюдения;
- количество зарегистрированных портов, используемых в течение периода наблюдения;
- количество различных номеров зарегистрированных номеров портов;
- общее количество различных номеров портов TCP и UDP, используемых источником;

- общее количество различных номеров портов TCP и UDP, используемых хостом назначения;
- количество TCP-запросов для передачи;
- количество полуоткрытых соединений;
- количество установленных соединений, которые представляют собой открытое соединение;
- количество отправленных запросов на соединение;
- количество подтвержденных завершений соединения.

Эта работа является важной частью построения системы обнаружения вторжений и конструирования модуля анализатора. На данном этапе выбираются атрибуты сетевого трафика, которые считаются максимально полезными во время обработки определенного события для установления его класса. Благодаря уменьшению количества таких атрибутов скорость выполнения вычислений классификатора повышается, соответственно, увеличивается и общая производительность системы.

Также выбор данных характеристик влияет на классификацию и точность работы A-IDS. Поэтому, анализируя известные атаки и их влияние на сетевой трафик корпоративной сети, уделялось особое внимание релевантности использования значения каждого свойства зафиксированного события.

При использовании классификатора сетевых аномалий на основе машинного обучения можно повысить точность классификации атак в случае представления сетевого трафика в виде потоков, их извлечении из общего массива передаваемых данных во время проведения определенной атаки, путем сравнения этих последовательностей с ранее собранными.

Литература

1. Rodas O., A study on network security monitoring for the hybrid classification-based intrusion prevention systems [Текст] / O. Rodas, M. A. To // International Journal of Space-Based and Situated Computing. – 2015. vol. 5, no. 2. - pp. 115.

2. Кусакина, Н.М. Методы анализа сетевого трафика как основа проектирования системы обнаружения атак. [Текст] / Н.М. Кусакина // International scientific review. – 2018. № 1 (42). – С. 28-32.

3. Aghdam, J.Y., Feature selection for intrusion detection system using ant colony optimization. [Текст] / J.Y. Aghdam, P. Kabiri // International Journal of Network Security. – 2016. vol. 18, no. 3. - pp. 420-432.

4. Willinger W., A bibliographical guide to self-similar traffic and performance modeling for modern high-speed networks. [Электронный ресурс], 2001. – URL Режим доступа: http://linkage.rockefeller.edu/wli/reading/taqqu96.pdf (дата обращения 15.03.2018).

К. Маликова, Н. Хомидова, М. Адхамов, А. Бойхонова

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии)

В последнее время одним из наиболее перспективных и развивающихся направлений построения сети связи в мире являются ВОЛС.

Приоритетным направлением развития транспортной сети Узбекистана является перевод сети на широкое использование ВОЛС с цифровыми системами передачи.

По всей стране на уровне районных центров морально устаревшие аналоговые телефонные станции заменены на современные цифровые.

На основе ВОЛС созданы высокоскоростные цифровые каналы, ведется работа по расширению сети и повышению ее надежности. Созданная инфраструктура служит базой для стремительного развития беспроводных технологий, в частности, мобильной связи. В результате уровень покрытия цифровой телекоммуникационной сетью областей, районных центров и городов Республики составил 100 процентов, уровень покрытия телекоммуникационной сетью сельских населенных пунктов — 95,7 процента.

Однако с ростом применения волоконно-оптических линий передачи информации в телекоммуникационных системах и их развитием, так же развиваются технические системы информационной разведки, с помощью которых производится негласный съём информации из ВОЛС.

Во всем мире для обеспечения информационной безопасности - состояния защищенности информационной среды общества, обеспечивающее ее формирования, использования и развития в интересах граждан, организаций, государства уделяются большое внимание.

За последние годы в Республике Узбекистан реализован комплекс мер по совершенствованию обеспечения ее информационной безопасности.

Приняты Закон Республики Узбекистан "О защите государственных секретов" [1], Закон Республики Узбекистан "Об информатизации" [2], Закон Республики Узбекистан "Об электронной подписи" [3], постановления Президента Республики Узбекистан от 8 июля 2011 года N ПП-1572

"О дополнительных мерах по защите национальных информационных ресурсов".

Поэтому разработка эффективных методов и технических средств для защиты информации в ВОЛС является одной из актуальных задач.

Предложен способ защиты информации от несанкционированного доступа в волоконно-оптических линиях связи. На рис 1. показана блок-схема одного из возможных вариантов устройства, реализующего предлагаемый способ защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в воло-

конно-оптической линии связи. Устройство, реализующее предлагаемый способ защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи, содержит: на передающей стороне 1 формирователь 2 информационного сигнала, смеситель 3, источник 4 передаваемого оптического излучения, фотодетектор 5 шумового сигнала, направленный ответвитель 6 с входами 6-2 и выходом 6-1, волоконно-оптической линии 7 связи, на приемная 8 стороне направленный 9 ответвитель с входами 9-1 и выходом 9-2, фотодетектор 10 суммарного сигнала, смеситель 11, линии задержки 12, формирователь 13 инверсного шумового сигнала, источник 14 шумового оптического излучения и генератор15 шумового сигнала.

При осуществлении предлагаемого способа защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи выполняют следующие операции:

- на приемной стороне 8 волоконно-оптической линии 7 связи:

1) формируют с помощью генератора 15 шумовой сигнал,

2) формируют с помощью инвертора 13 инверсный шумовой сигнал,

3) с помощью линии задержки 12 производят задержки инверсного шумового сигнала на время $t_{зад} = 2L/v$,

4) модулируют шумовым сигналом передаваемое шумовое оптическое излучение в источнике 14 оптического излучения,

5) вводят через вход 9-1 направленного ответвителя 9, в волоконно-оптическую линию 7 связи передаваемое шумовое оптическое излучение,

- на передающей стороне 1 волоконно-оптической линии 7 связи:

1) формируют с помощью формирователя 2 передаваемый информационный сигнал,

2) выводят через выход 6-1 направленного ответвителя 6, из волоконно-оптической линии 7 связи принятого шумового оптического излучения,

3) из принятого шумового оптического излучения с помощью фотодетектора 5 формируют шумовой сигнал,

4) формируют суммарный сигнал путем смешения с помощью смесителя 3 информационного и шумового сигнала,

5) модулируют суммарным сигналом передаваемое оптическое излучение в источнике 4 передаваемого оптического излучения,

6) вводят через вход 6-2 направленного ответвителя 6, в волоконно-оптическую линию 7 связи передаваемое оптическое излучение,

- на приемной стороне 8 волоконно-оптической линии 7 связи:

1) выводят через выход 9-2 направленного ответвителя 9 из волоконно-оптической линии 7 связи принятое оптическое излучение,

2) из принятого оптического излучения с помощью фотодетектора 10 формируют суммарный сигнал,

3) смесителем 11 путем смещения к суммарного сигнала задержанный инверсный шумовой сигнал выделяют информационный сигнал

При использовании предлагаемого способа защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в волоконно-оптической линии связи в котором до формирования суммарного сигнала на приемной стороне формируется шумовой сигнал который передается к передающей стороне волоконно-оптической линии связи для смешивания к информационного сигнала.

На приемной стороне в процессе смещения к суммарного сигнала задержанный инверсный шумовой сигнал происходит полного фазового совпадении шумового и его инверсного сигнала. В результате которого шумовой сигнал полностью компенсируется, выделяются информационный сигнал и обеспечивается защита информации в волоконно-оптической линии связи от несанкционированного доступа.

Литература

1. Закон Республики Узбекистан "Об информатизации" от 11.12.2003 года.

2.Закон Республики Узбекистан "О защите государственных секретов" от 07.05.1993 года.

3.Закон Республики Узбекистан "Об электронной подписи" от 11.12.2003 года.

Д. Маматкулова, Д. Рахматова

ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С МИРОМ И СОЛИДАРНОСТЬЮ

(Каршинский филиал ТУИТ имени Мухаммад аль-Хоразми. Узбекистан)

Последнее десятилетие двадцатого века стало поворотным моментом в геополитической истории социального мира и мирового сообщества. Глобальное сообщество вступило в новую эру. Этот период характеризуется двумя аспектами. Прежде всего, эти государства, процесс интенсификации отношений между нациями и укрепление всестороннего сотрудничества, появление интегрированных политических, экономических и правовых пространств - это создание современных норм международного права.

Во-вторых, свержение «социалистического лагеря» - это конец тоталитарных режимов и появление независимых государств. Теперь холодная война отменена, и разница между понятиями «капиталистическая» и «социалистическая» фактически исчезает. Необходимо новое, свободно мыслящее мышление, свободное от идеологий.

Важнейшим элементом укрепления мира и стабильности является национальная безопасность. Для этой цели, на наш взгляд, должны быть реализованы и внедрены следующие основные принципы:

Прежде всего, необходимо обеспечить приоритет национальных интересов. Каковы национальные интересы?

Наши национальные интересы при переходе к рыночным отношениям заключаются в следующем:

1. Ликвидация всех видов угроз, предотвращение таких угроз миру и стабильности.

2. Сохранение территориальной целостности страны, неприкосновенность границ, надежная безопасность политических и таможенных границ.

3. Обеспечение прав и свобод, гарантированных Конституцией, защита межэтнического и межъязыкового согласия.

4. Защищать интересы страны в политической и геополитической областях.

5. Обеспечение экономической стабильности, роста.

Второй принцип укрепления мира и стабильности - принцип легитимности. В этой связи система обеспечения мира и национальной безопасности систематизируется на законной основе и законопослушное поведение органов и персонала, ответственного за эту область. Одним из принципов этого принципа является обязанность сотрудников правоохранительных органов по защите мира и национальной безопасности.

Третий принцип - принцип открытости, то есть информирование общественности о государственной, служебной и коммерческой тайне.

Четвертым принципом является единство государственной политики в области национальной безопасности, направленное на поддержание мира и стабильности.

Пятый принцип - показать эффективность и мудрость усилий по обеспечению национальной безопасности.

Кроме того, Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному повышению эффективности и действенности судебной системы Республики Узбекистан» от 21 февраля 2017 года занимает центральное место в радикальном совершенствовании судебно-правовой системы и постепенной либерализации.

Узбекистан, имеющий центральную геополитическую роль в Центральной Азии, имеет потенциал для поддержания соотношений и баланса сил в регионе, обеспечения стабильности, укрепления социального, политического и культурного сотрудничества. В настоящее время Узбекистан является связующим звеном между соседями - Казахстаном, Кыргызстаном, Таджикистаном, Туркменистаном и Афганистаном. В рамках региона возможность открытия взаимовыгодных культурных связей будет открыта через Узбекистан.

Узбекистан расположен в центре транспортной, энергетической, промышленной системы Центральной Азии, со значительным числом его соседей по численности населения, научно-техническим и другим возможностям. Природные климатические условия удобны, имеют огромные минеральные ресурсы, сырье и стратегические материалы. В Узбекистане развиты сельскохозяйственные культуры и способны обеспечить продовольственную самодостаточность, также существуют основные и современные отрасли. Узбекистан не только снабжает нефть, газ и цветные металлы, но и экспортирует их.

Стратегия действий по развитию Республики Узбекистан в пяти приоритетных областях на 2017-2021 годы, утвержденная указом Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиева, высоко ценится широкой общественностью как жизненно важная программа, охватывающая фундаментальные основы, цели и задачи нашего устойчивого развития.

Широкие меры, предусмотренные в этой стратегии, приведут к качественно новому уровню жизни населения и будут способствовать успеху принципа «интересы человека над всем остальным». Стратегия действий имеет решающее значение для совершенствования системы государственного и общественного строительства, обеспечения верховенства закона и дальнейшего реформирования судебной системы, развития экономики и социальной сферы, безопасности, межэтнического согласия и религиозной терпимости.

На 9-м пленарном заседании Сената Олий Мажлиса Республики Узбекистан было рассмотрено 21 законодательство, а также 9 законов, направленных на последовательную реформу судебной системы, направленных на защиту прав и интересов граждан и дальнейшее углубление рыночных реформ. Их реализация станет важным фактором повышения уровня жизни населения, укрепления стабильности и процветания в стране.

В целом, все законы и другие нормативно-правовые акты, принятые Президентом, разрабатываются только в интересах народа и страны, а также для обеспечения национальной безопасности. Принципы справедливости и человечности служат для обеспечения приоритета человеческих интересов.

Литература

1. Каримов И.А. Международное сотрудничество. // Для обеспечения безопасности и стабильности. Том 6-й Ташкент: Узбекистан, 1998.-222

2. Указ Президента Республики Узбекистан о мерах по коренному повышению эффективности и действенности судебной системы Республики Узбекистан. // Послание Президента Республики Узбекистан от 22 февраля 2017 года №38 (6732)

3. Новый этап в развитии нашей страны. «Народное слово» - 10 февраля 2017 года, №30 (6724)

4. Стратегия действий является важной основой для достижения устойчивого развития. «Народное слово» - 9 февраля 2017 года, № 29 (6723)

5. Информация о девятом пленарном заседании Сената Олий Мажлиса Республики Узбекистан. // «Народное слово» 30 марта 2017 года №62-63 (6756-6757).

Д.С. Мудров

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ХЭШИРОВАНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В современном мире, в котором у каждого есть мобильные устройства с доступом в интернет, еще более актуальной становится проблема защиты данных пользователей. Все больше программ и сервисов, дающих доступ к конфиденциальной информации, переносятся на мобильные устройства. К ним относятся «ГосУслуги», банковские приложения, мессенджеры, приложения для управления предприятиями и прочие сервисы, которые важны любому пользователю.

Злоумышленник, получивший доступ к аккаунту «жертвы», может распоряжаться его данными, деньгами, личной перепиской в своих корыстных целях. Это понесет негативные последствия для человека или даже предприятия, ставшего целью взлома [1].

Основным и самым действенным способом защиты пользователя является защита его аккаунта, путём хэширования пароля в клиентской части приложения, и передачи серверу хэш-результата, где уже сервер сверяет полученный хэш с хранящимся в базе данных. Ограничением в данном случае является малая производительность большинства мобильных устройств, в результате чего, длительная операция хэширования негативно сказывается на пользовательском опыте. Существует много видов хэш-функций, из которых самыми популярными и распространёнными являются:

- MD5;
- SHA-1;
- SHA256;
- SHA512;
- Bcrypt;
- Scrypt.

Bcrypt/Scrypt являются относительно новыми методами хэширования, главным преимуществом которых над остальными является отсутствие коллизий. Достигнуто это путем добавления случайной строки, так называемой криптографической соли, к исходным данным перед выполнением хэширования. Данный способ избавления от коллизий получил широкое применение, и используется вместе с другими алгоритмами хэширования, в которых данный метод не реализован изначально. Поэтому необходимо его реализовывать отдельно [2].

Данные алгоритмы хэширования были взяты из библиотеки Apache Commons и протестированы на мобильной операционной системе Android 8.0. Для алгоритмов MD5, SHA-1, SHA256, SHA512 перед хэшированием к исход-

ной строке добавлялась криптографическая соль. Так же для всех алгоритмов использовался метод растяжения, когда хэш-функция вычисляется рекурсивно несколько тысяч раз (рисунок 1).

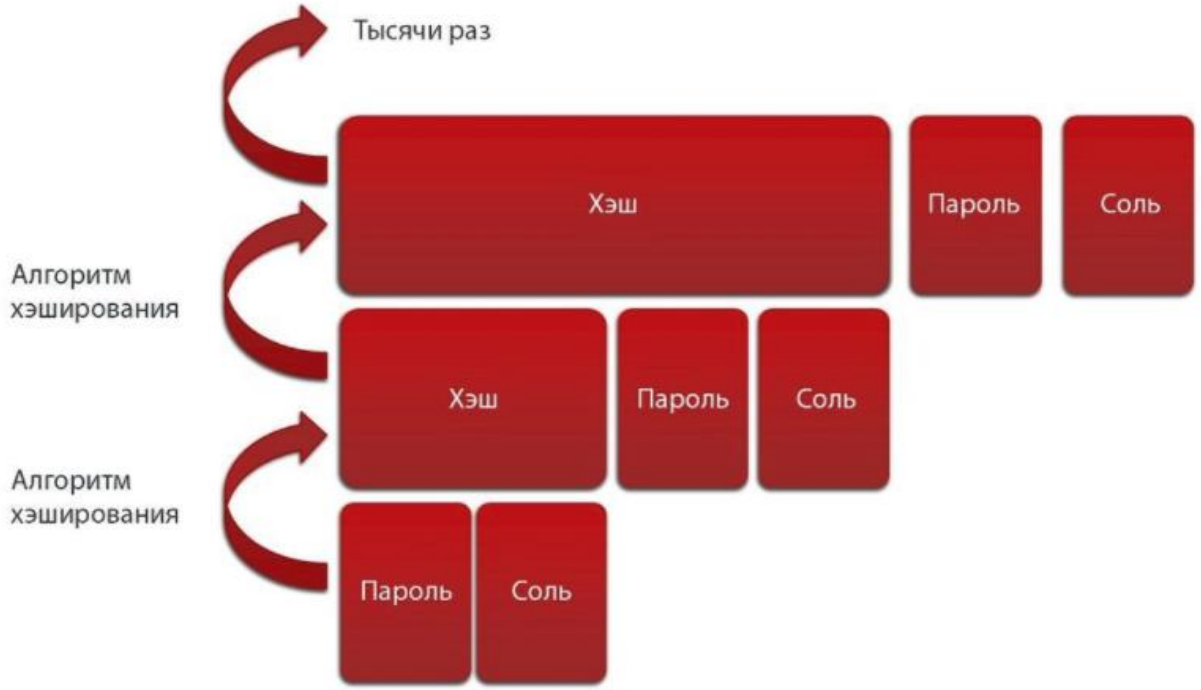


Рис. 1. Методы добавления криптографической соли и растяжения

Данный метод затрудняет взлом в десятки раз, для этого количество итераций должно быть таково, чтобы общее время вычислений заняло как минимум одну секунду. Чем более длительное получается хэширование, тем больше времени атакующему приходится тратить на взлом [3]. Однако, время авторизации не должно превышать 2 секунды, иначе это может сказаться негативно на пользовательском опыте. В таблице 1 представлены результаты работы данных алгоритмов хэширования.

Таблица 1. Время выполнения алгоритмов хэширования

Название алгоритма:	Количество растяжений:	Время выполнения(сек.):	Количество растяжений:	Время выполнения(сек.):
MD5	1000	0.82	2000	2.15
SHA-1	1000	0.95	2000	2.99
SHA256	1000	1.59	2000	3.22
SHA512	1000	1.71	2000	3.79
Bcrypt	1000	3.19	2000	6.91
Scrypt	1000	3.55	2000	7.43

Из полученных данных видно, что растяжение больше 2 тысяч раз нецелесообразно, потому что ни один из алгоритмов не уложился в 2-ух секундных рамках. Несмотря на свою высокую надежность и устойчивость к взлому,

bcrypt и scrypt при минимальном растяжении так же не уложились в заданный интервал. К тому же оба этих алгоритма создают сильную нагрузку на процессор, память и аккумулятор, что недопустимо при использовании на мобильных устройствах. Хэш-функции MD5 и SHA-1 не смогли выйти за рамки 1 секунды, что не соответствует требованиям. А также являются устаревшими и не рекомендуются для использования, так как уже не обеспечивают достаточно высокой надежности. Алгоритмы SHA256 и SHA512 исполняются в интервале от 1 до 2 секунд, поэтому являются оптимальным выбором. К тому же они генерируют более длинные хэши (в отличии от MD5 и SHA-1), что делает их более надежными и более устойчивыми к взлому.

Литература

1. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тесты на языке Си. – М.:Триумф, 2010. – 806 с.
2. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии. – М.: Гелиос АРВ, 2001. — 407 с.
3. Блог компании Mail.Ru Group. Риски и проблемы хэширования паролей [Электронный ресурс]: – URL: https:habrahabr.ru/company/mailru/271245/ (дата обращения 20.03.2018).

Ф.М. Мухтаров

МНОГОСТАДИЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

(Ташкентский университет информационных технологий
им. Мухаммад ал-Хоразмий. г. Ташкент)

Аннотация: *В данной статье приведены классификация информационные ресурсы, многостадийные процессы формирования информационные ресурсы, а также информатизация общества с учётом индустриального развития.*

Ключевые слова: информация, классификация, многостадийная, формирования, ресурс, информатизация, развития.

Аннотация: *Ушбу мақолада информацион ресурсларнинг классификациялари, информацион ресурслар шаклланишининг куп боскичли жараенлари, шунингдек, жамиятнинг ахборотлаштириш жараёнлари келтириб утилган.*

Таянч сузлар: информация, классификация, куп боскичли, шаклланиш, ресурс, ахборотлаштириш, ривожланиш.

Abstract: *Information resources, multistage processes of formation information resources and also informatization of society taking into account industrial development are given in this article classification.*

Keywords: information, classification, multistage, formations, resource, informatization, development.

I Введение

С начала деятельности человека на земле его взаимоотношения друг с другом и с окружающей средой приносили огромный опыт и накапливающиеся знания, которые выражаются в виде субъективной и объективной информации. При этом непосредственный опыт человека образует первичную информацию, или информацию первого порядка. Знания, полученные человеком в результате обработки первичной информации или в результате некоторых сведений об имеющемся опыте других людей, представляет собой вторичную информацию, или информацию второго порядка. Таким образом, получаемые знания первого или второго порядков человеком фиксируются, сохраняются, обрабатываются и передаются другим людям, что служит основой возникновения информационной деятельности и информационных технологий.

Исторический опыт формирования информационных ресурсов (ИР) показывает динамику развития человека как разумного существа, способного не только эффективно использовать свои умственные и духовные способности для общения между собой и активного взаимодействия с природой, но также создавать методы и средства фиксации, хранения, обработки, передачи информации, позволяющие развивать информационные технологии и формировать информационную среду. В процессе своего развития человечество создавало и создаёт новые, все более совершенные, механизмы и технологии производства, хранения, обработки и передачи информации для удовлетворения своих информационных потребностей и обеспечивает тем самым формирование множества ИР.

II Основная часть

В истории и развитии ИР условно можно отметить следующие фазы:

Первая фаза связана с возникновения речи и развитием информационного обмена между людьми на речевом и сигнальном уровнях, что позволяло оценивать разнообразный опыт деятельности человека в категориях информации и передавать последнюю от поколения к поколению. Устная информация явилась толчком к развитию речи, которая позволила выделить человека из животных и запустить механизмы информационных технологий.

Вторая фаза развития ИР относится к эпохе возникновения письменности (приблизительно конец 4 — начало 3 тысячелетия до н.э. в Египте и Месопотамии), когда общение между людьми и обмен знаниями перешли на более высокий уровень — на уровень документального общения. При этом возникла технология хранения информации в единичных экземплярах на примитивных носителях (папирус, глина и т.п.), которые можно было перемещать в пространстве и времени. Появились возможности доступа (хотя малого и ограниченного) к информации текущего момента и исторического характера. В те времена создавались первые хранилища документов

с информацией, отражающей состояние и поведение отдельных людей и общественной жизни.

Третья фаза характеризуется появлением печати (в середине XI в. в Китае, в середине XV в. в Европе, в середине XVI в. в Москве). Это изобретение позволило тиражировать документы в виде книг или газет, распространять их в пространстве, а также формировать библиотеки, архивы и хранилища, Т.е. накапливать источники знаний, сконцентрированные в одном месте, что создало основу системы общего и отраслевого профессионального образования, и распространения этих знаний по всему миру. Формируемые таким образом ИР начали приближаться к уровню информационных потребностей человека, которые, в свою очередь, пропорционально вырастали.

Четвертая фаза развития ИР относится к периоду открытия и применения в технике электрических сигналов и электромагнитных волн (середина XIX в.). Появление телеграфа, телефона, радио и телевидения позволило обеспечить оперативный обмен информации в любом объёме практически по всему миру. На этой стадии рост объёмов создаваемых ИР приобрёл крайне интенсивный характер (по экспоненциальной зависимости).

Это вызвано быстрым ростом числа документов, отчётов, диссертаций, докладов и т.п., в которых излагаются результаты научных исследований и опытно-конструкторских работ, постоянно увеличивающимся числом периодических изданий по разным областям человеческой деятельности, появлением разнообразных данных (метеорологических, геофизических, медицинских, экономических и др.). При этом бурными темпами развивались технологии приёма-передачи информации на сигнальном уровне, а ее хранение происходило на старом уровне - традиционном уровне обработки и хранении документов, Это привело человечество к кризисному состоянию, характеризуемому, с одной стороны, резко возрастающим объемом информации, в том числе за счет активно формирующихся цивилизованных экономических и общественных структур и средств оперативного получения информации о разных аспектах их деятельности, а с другой — ограниченными возможностями архивирования и хранения документов. При этом возникла проблема поиска необходимой информации среди множества другой, а также необходимость разработки и создания современных средств автоматизации информационной деятельности. В таком потоке информации ориентироваться становилось все труднее. Такая ситуация вызвала новый виток бурного развития науки и техники на базе информационных технологий, что связано с изобретением транзистора (1947 г.), микропроцессора (1971 г.) а в результате с появлением персональных компьютеров и компьютерных сетей передачи данных. Наступила пятая фаза развития ИР - эпоха новых информационных технологий, отличающихся следующими характерными чертами революционного перехода к современному информационному миру:

- замена механических и электрических средств обработки информации электронными;
- миниатюризация всех узлов, устройств, приборов и машин, приведшая к резкому сокращению их энергопотребления
- создание энергонезависимых элементов вычислительных устройств;
- разработка программно-управляемых устройств и процессоров [1].

Таким образом, наступили некоторые противоречия между возможностями человека по восприятию и переработке информации, с одной стороны, и существующими мощными потоками лавинообразно нахлынувшей на него информации и колоссальными массивами хранящихся ИР с другой. При этом возникает информационный "шум", т.е. существует большое количество избыточной информации, которая затрудняет восприятие полезного и нужного для потребителя ИР, а их объемы, распределённые в мировом информационном пространстве, не позволяют ему быстро и эффективно извлекать искомую информацию.

За последние годы широкое использование компьютеров и микропроцессоров, сетей передачи данных, спутниковых и наземных каналов связи позволило объединить мир в единую гигантскую систему, практически не имеющую границ и обеспечивающую хранение колоссальных по объему разнообразных ИР, пополнение и широкие возможности их освоения. Разрабатываются новые методы, оптимизирующие процессы обработки информации (например, распараллеливание процессов), ее хранения (например, сжатие) и распространения.

Происходит переход к «безбумажной» технологии и «безбумажному» обществу, в которых ИР представляются в основном в цифровом или электронном виде, а информационный обмен между людьми осуществляется с помощью электронных средств (Интернета, электронной почты, видеотелефона, видеоконференций, факсимильной связи и т. п.). Хранение и обработка любой информации при этом производится в цифровом виде на персональных компьютерах (объединённых развитой телекоммуникационной сетью), что по своей сути является переходом к новой - шестой фазе развития и потребления ИР [2].

В итоге развитие мировых ИР и эволюция информационных технологий на настоящий момент позволили:

- формировать новые ИР на базе более эффективных методов и средств автоматизации и информатизации;
- превратить деятельность по оказанию информационных услуг в глобальную человеческую деятельность;
- сформировать мировой и внутригосударственный рынок информационных услуг;
- образовать всевозможные базы данных по ресурсам регионов и государств;
- более эффективно использовать имеющиеся ИР для повышения обоснованности и оперативности принимаемых решений по управлению как в тех-

нических и организационно-экономических системах (например, в фирмах, банках, биржах, в промышленности, торговли и т.п.), так в социальной и других сферах.

Для классификации ИР и разбиения их на определенные виды или категории можно использовать разнообразные признаки. Наиболее обобщенным признаком, не требующим анализа ни семантической, ни синтаксической, ни прагматической составляющих в ИР, служит *признак формы представления или фиксации информации*. В соответствии с этим признаком классификация ИР представлена на рис. 1.



Рис.1 Классификация информационных ресурсов

Исходя из приведённой классификации, все ИР целесообразно разбить на два класса: недокументированные, к которому относят индивидуальные и коллективные знания специалистов, и документированные.

Документированные ИР по признаку закрепления информации подразделяют на текстовые (письменные), графические (чертежи, схемы, графики, карты, диаграммы, картины), фото-, аудио- (грампластинки, аудиокассеты и т. п.), видео- (кинофильмы, диапозитивы, слайды и т. п.) и электронные документы [3].

По признаку фиксации информации, документированные ИР можно также разделить на два класса: зафиксированная и хранящуюся на различном типе материальных носителях (различные материалы: бумага, холст, глина, парафин, фотоплёнка, киноплёнка, магнитная плёнка и т. п.) и преобразованная и зафиксированная в электронном виде (память компьютера,

дискетка, компакт-диск и т.п.). По признаку подлинности документированные ИР подразделяются на документы-оригиналы и копированные, или репродуцированные, документы (микрофиши, микрофильмы, ксерокопии. фотокопии и т.п.). По признаку тематической принадлежности ИР могут быть подразделены на множество тематических областей и подобластей знаний, например:

- научные ресурсы;
- социальные ресурсы;
- экологические ресурсы;
- законодательные ресурсы
- нормативно-правовые ресурсы;
- статистические ресурсы;
- обучающие ресурсы и т.д.

По признаку ограничения доступа ИР подразделяются на ряд классов, которые определяются законодательством страны или внутренними положениями организаций, владеющих информацией. Ограничение доступа к информации устанавливается законами Республики Узбекистан в целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов других лиц, обеспечения обороны страны и безопасности государства. Также в Законе прописано: «Информация в зависимости от категории доступа к ней подразделяется на общедоступную информацию, а также на информацию, доступ к которой ограничен законами Республики Узбекистан (информация ограниченного доступа)» и «Информация в зависимости от порядка ее предоставления или распространения подразделяется: на информацию, свободно распространяемую; информацию, предоставляемую по соглашению лиц, участвующих в соответствующих отношениях; информацию, которая в соответствии с законами Республики Узбекистан подлежит предоставлению или распространению; информацию, распространение которой в Узбекистане ограничивается или запрещается».

Таким образом, информация в зависимости от категории доступа разбита на два класса: общедоступную информацию и информацию ограниченного доступа, и в зависимости от порядка ее предоставления или распространения — на четыре класса. Следует отметить, что Закон гласит: «законами Республики Узбекистан устанавливаются условия отнесения информации к сведениям, составляющим коммерческую тайну, служебную тайну и иную тайну, обязательность соблюдения конфиденциальности такой информации, а также ответственность за ее разглашение».

Процесс информатизации общества, способствующий удовлетворению информационных потребностей и реализации прав физических, юридических лиц, а также государственных и общественных структур, включает:

- этап формирования ИР;
- этап представления ИР и его передачи пользователю (потребителю);
- этап использования ИР пользователем (потребителем);

- этап запроса пользователем (потребителем) на получение необходимой ему информации (новых знаний).

Формирование ИР осуществляется в результате интеллектуальной деятельности человека и представляется в виде документов, книг, статей, алгоритмов и программ, произведений культуры и искусства и т.п., зафиксированных на материальном носителе, или в виде накопленных или накапливаемых знаний в мозгу специалиста (ученого, врача, преподавателя, писателя, художника и т.п.). На выходе этого процесса возникает информационный продукт в вещественной или невещественной форме, предназначенный для распространения, как и любой другой материальный продукт.

Формирование стратегических информационных ресурсов происходит путём дополнения, накопления и интеграции новых знаний к уже существующим и, следовательно, постоянному их росту, что вызывает потребность создания методических и технических средств работы с возрастающими объёмам ИР.

Таким образом, при постоянном совершенствовании производительных сил и производственных отношений в обществе, активизации социальной, политической и другой деятельности его членов потребность в получении разнообразной информации возрастает (по некоторым исследованиям по экспоненциальной кривой). Следовательно, возрастает количество запросов или заказов на требуемую информацию, а вместе с тем возникает необходимость интенсивного развития новых методов и средств, обеспечивающих создание, распространение, передачу и использование ИР.

Когда человек в силу своих ограниченных физических и интеллектуальных возможностей не успевает «переваривать» все больший объем поступающих к нему ИР и окружающей его информации, то ему приходится обращать внимание на информационные технологии, автоматизирующие процессы получения, хранения, переработки и передачи информации. Возникла система взаимовлияния между ИР и информационными технологиями работы с ними. Так, разработка новых методов и средств информационных технологий вызывает новые возможности генерации и использования ИР. В то же время новые и постоянно растущие по своим объёмам и направлениям ИР требуют создания новых технологий для их хранения, обработки и передачи.

Информатизация общества с учётом индустриального развития и совершенствования методов и средств получения, обработки, преобразования, передачи и использования информации ведёт к устранению человека от рутинных операций в работе, обеспечению высокого уровня автоматизации в производственной и социальной сферах, а значит, к снижению материала- и энергоёмкости производства и повышению его эффективности, т.е. решающим образом влияет на уровень экономического развития страны, ее обороноспособность и на все стороны проявления социальной деятельности граждан.

В высокоразвитом информационном обществе должно измениться не только производство, но и весь уклад жизни, система ценностей, при которой возрастает значимость культурного досуга по отношению к материальным ценностям. По сравнению с индустриальным обществом, где все направлено на производство и потребление товаров, в информационном обществе производятся и потребляются интеллект, знания, что приводит к увеличению доли умственного труда. От человека потребуется способность к творчеству, возрастёт спрос на знания.

Материальной и технологической базой информационного общества являются различного рода системы на базе компьютерной техники и компьютерных сетей, информационной технологии, телекоммуникационной связи.

Выделены характерные черты информационного общества:

- решена проблема информационного кризиса, т.е. разрешено противоречие между информационной лавиной и информационным голодом;
- обеспечен приоритет информации по сравнению с другими ресурсами, при этом главной формой развития станет информационная экономика;
- в основу общества будут заложены автоматизированные генерация, хранение, обработка и использование знаний с помощью новейшей информационной техники и технологии;
- информационная технология приобретет глобальный характер, охватывая все сферы социальной деятельности человека;
- формируется информационное единство всей человеческой цивилизации;
- с помощью средств информатики реализован свободный доступ каждого человека к информационным ресурсам всей цивилизации;
- реализованы гуманистические принципы управления обществом и воздействия на окружающую среду.

Кроме положительных моментов прогнозируются и опасные тенденции:

- все большее влияние на общество средств массовой информации;
- информационные технологии могут разрушить частную жизнь людей и организаций;
- существует проблема отбора качественной и достоверной информации;
- многим людям будет трудно адаптироваться к среде информационного общества;
- существует опасность разрыва между "информационной элитой" (людьми, занимающимися разработкой информационных технологий) и потребителями.

III Заключение

Исходя из сказанного, в период перехода к информационному обществу каждый член цивилизованного сообщества должен научиться основным принципам и подходам к восприятию и обработке информации, посту-

пающей к нему в больших объемах и по разным каналам, а также овладеть современными средствами, методами и технологией информационной работы, т.е. человек должен освоить определённый уровень культуры по обращению с информацией.

Информационная культура является продуктом разнообразных творческих способностей человека и должна проявляется в следующих аспектах:

- в понимании четких целей и задач получения и использования информации;
- умения классифицировать ИР и отличать их характерные особенности;
- умения извлекать информацию из различных источников, в том числе недокументированных, документированных печатных и электронных;
- способности эффективно хранить, обрабатывать (в том числе и аналитическими методами) и представлять информацию в необходимом для потребления виде;
- умения оценивать эффективность использования ИР;
- конкретных навыков по использованию технических устройств (от телефона и телефакса до персонального компьютера и компьютерных сетей);
- способности использовать в своей деятельности компьютерную информационную технологию, базовой составляющей которой являются многочисленные программные продукты;
- знания информационной среды или информационного пространства, включающего разнообразные потоки информации, различные информационные системы и ИР;
- понимания своего места в информационной среде и своих возможностей по управлению информационными потоками в своей области деятельности.

Информационная культура базируется на положениях ряда областей знаний: математики (в том числе теории вероятностей), теории систем, кибернетики, теории информации, информатики и др. Неотъемлемой частью информационной культуры являются знание новых информационных технологий и умение ее применять как для автоматизации рутинных операций, так и в неординарных ситуациях, требующих нетрадиционного творческого подхода.

Литература

1. Мухтаров Ф.М., Шкляровский Б.А.. "Предпосылки обеспечение конфиденциальности информационных ресурсов в электронном правительстве", Сборник докладов республиканской научно-технический конференции "Значение информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии реальных отраслей экономики" часть 1 , г.Ташкент, 6-7 апреля 2017 г., ТУИТ, 23-25 стр..

2. Зиновьева Е. С. Международное управление Интернетом: конфликт и сотрудничество. — М.: МГИМО, 2011. — 170 с. ISBN 978-5-9228-0701-2.
3. Закон Республики Узбекистан «Об информатизации».

Ф.М.Мухтаров

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИОРИТЕТНЫЙ ФАКТОР В ФОРМИРОВАНИИ СТРАТЕГИИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

(Ташкентский университет информационных технологий
им. Мухаммад ал-Хоразмий. г. Ташкент)

Аннотация: *В данной статье приведены основные факторы формирования стратегий современных межгосударственных отношений с учётам значений информационных технологий.*

Ключевые слова: информация, технология, война, конфликт, стратегия.

I. Введение

В глобальном масштабе в мире применяющиеся информационные технологии кардинальным образом меняют повседневную жизнь миллионов людей. Изменяется не только внутренняя политика самых разных по уровню развития стран мира, но и отношения между этими странами. При этом в мировой системе важную роль играют международные организации, общественные движения, финансовые группы, преступные организации и отдельные лица. Формирования стратегий современных межгосударственных отношений без учета значений информационных технологий становится просто невозможным. Подобные качественные изменения находят отражение в процессе выработки внешнеполитических решений. Информационные технологии меняют сам труд дипломата-международника.

II. Основная часть

При формировании стратегии межгосударственных отношений, прежде всего, необходимо решать две основные задачи. Во-первых, следует исследовать влияние информационных технологий на современные межгосударственные отношения (включая изменение роли государства в международных отношениях и изменение в формах международного конфликта). Во-вторых, требуется ясно осознать, какие изменения новые информационные технологии вносят в процесс исследования международных отношений.

Интернет создал беспрецедентную потребность в постоянном и быстром обмене информацией в военном, правительственном и частном секторах. Информационные сети, соединенные в Интернет постоянно обрабатывают частную, деловую и военную информацию[1]. Подобные качественные изменения в процессах сбора данных, их переработки в информацию и распространении этой информации и составляют основу так называемой информационной революции. Поэтому информация сейчас является стратегическим ресурсом, кото-

рый должен управляться эффективно для того, чтобы достичь превосходства. В силу того, что информация играет такую ключевую роль, любое действие, предпринятое в информационной сфере, может иметь последствия для физической области (материалы, персонал, финансы) и для области абстракций (система убеждений).

Технологии информационной эпохи делают окружение, в котором ведутся боевые действия, более динамичным и непредсказуемым. Это делает национальные экономики более чувствительными к глобальному развитию, повышает культурное и политическое сознание части мирового населения и подпитывает радикальные движения, которые подталкивают мировую фрагментацию и дестабилизацию. Технологии информационной эры могут представить результаты военных действий (малых или больших) глобальной аудитории почти немедленно. Образы войны и мира - реальные или созданные - могут влиять на национальную волю и общественное мнение ещё до того, как аудитория проверит их аутентичность. Парадоксально, что поток информации в реальном времени налагает на сбор разведывательной информации еще большую потребность.

Интернет стал очень популярным источником информации и каналом связи, в результате стало трудно осуществлять контроль над информацией. Содержание печатных средств СМИ и телевидения гораздо легче контролировать - количество продуктов ограничено, а аудитория пассивна - в Интернете же каждый является и потребителем, и производителем.

Информационная цивилизация устраняет иерархии, распыляет и перераспределяет, пересекает и перекраивает границы, расширяет горизонты времени и пространства. Информационная важность сетей дает возможность различным и удаленным действующим лицам связываться, консультироваться, координировать друг с другом действия на больших расстояниях и с лучшей информацией, чем до того. Развития информационной стратегии будет являться причиной сдвигов в путях конфликта между обществами и методах военных действий - конфликты на уровне общества и боевые действия в области управления и контроля на военном уровне. Оба типа связаны с информацией, они также лишь формы войны за знания общества или военных о себе и противниках [2].

Информационная технология является «великим уравнителем» для государств, как в мирное время, так и во время войны. Эта технология не знает государственных границ и распространяется по всему миру. Многие компоненты и системы доступны на международном рынке. Информационная цивилизация создала окружение, в котором государственный суверенитет подвергается пересмотру. Поэтому конфликт между государствами и негосударственными объединениями столь же вероятен, как и конфликт между двумя государствами. При рассмотрении возможных форм конфликтов следует помнить, что военная мысль состоит из совокупности теорий, подходов, взглядов и парадигм, которые принадлежат к конкретной эпохе, обществу или лицу. Военная теория связана с историческим наблюдением и систематическим изучением организации, стратегий, тактик, техник и процедур от античности до наших дней. Она явля-

ется средством образования, как для военных, так и для политиков. Она также дает основу для выработки доктрины, которая в свою очередь создает общую философию и практику для разрешения проблем в реальном мире (либо посредством боевых действий, либо другими способами).

История войн может быть разделена на три больших периода, соответствующих истории развития человеческих цивилизаций: аграрный, промышленный и информационный. Будущие войны для цивилизаций третьей волны должны принимать форму информационных войн. Часто думают, что информационная война - это война, основывающаяся на совершенных системах связи, доступу к космосу, и процессу принятия решений в реальном времени. На самом деле, простое применение подобных технологических новшеств - это новый путь ведения старых боевых действий. Это война информационной эпохи, а не информационная война. Борьба за информацию отличается от борьбы за территорию или природные ресурсы. Финансово-промышленные группы и даже государства, которые борются за информацию, будут значительно отличаться от тех, которые воевали за материальные ресурсы. Сама природа информации должна влиять на политику правительства, устанавливать ограничения на государственный суверенитет. Постоянное совершенствование и защита информационных средств являются предпосылкой для выживания обществ «третьей волны». С древнейших времен враги вели войны в пяти измерениях - политическом, социальном, технологическом, операционном и в области снабжения - которые связаны с четырьмя элементами национальной мощи - политическим, социально-психологическим, военным и экономическим. Игнорирование даже одного из них может привести к катастрофическому поражению. Политическое измерение состоит из политических целей и политики как процесса. Политические цели всегда направляли войны, хотя и не всегда до конца последовательно. Социальное измерение - воззрения и обязательства людей - также остается важным. Технология воздействует на каждое измерение и на все уровни войны. Она взаимодействует с культурой и событиями во времени и пространстве и оказывает воздействие на продолжительность, природу и результаты конфликта. Операционное измерение связано с ведением войны. Оно состоит в основном из попыток доминировать на поле боя и разрушить вражескую волю сражаться [3].

Последней доминирующей операционной концепцией информационной эпохи была концепция последовательных операций, когда в бой постепенно вводились новые резервы, и победа зависела от наличия этих резервов и правильного выбора момента для их использования. Боевые действия в будущем включат в себя множество задач и множество одновременных действий, проводимых на огромных территориях. Появляющиеся информационные технологии предлагают мощные возможности для помощи лицу, принимающему решения, но они, же имеют множество ограничений и уязвимы. С точки зрения инженерии каждое новое поколение систем для управления и контроля более сложно, чем предшествующее. Хотя пользователи и признают, и принимают эту сложность, они требуют устройств, которыми просто пользоваться.

Информационное измерение не должны рассматривать как физическое измерение (как территорию, воздух или море). Информационное превосходство не работает так же как превосходство в воздухе. Ведение боевых действий в новых условиях требует и совершенной новой парадигмы. Ее основные положения могут быть сведены к следующему:

каждый компонент системы играет роль в определении результата;

предсказуемые и непредсказуемые явления сосуществуют и взаимодействуют, приводя к созданию комплексных сетей с огромным количеством переменных величин, делающим невозможным предсказание результата;

незначительное изменение в системе входа может привести к непропорционально большим изменениям в результатах;

системы - отдельные лица, армии, бюрократия - имеют тенденцию эволюционировать в сторону своего усложнения;

комплексные системы в случае встречи с вызовами могут реорганизовывать себя.

Соперничество в рамках подобной парадигмы вероятнее всего способны принять форму информационной войны, которая означает конфликт, связанный с информацией на стратегическом уровне между государствами или обществами. Она может быть направлена на общественное или элитное внимание. Она может включать дипломатию, пропаганду и психологические кампании, политическую и культурную подрывную работу, введение ложных данных в местные СМИ, проникновение в информационные сети и базы данных, продвижение оппозиционных или диссидентских движений посредством компьютерных сетей. Главными целями являются те общественные и экономические области, доступ к которым достаточно легок. Информационная война может вестись правительством против незаконных групп или организаций, вовлеченных в терроризм, распространение оружия массового поражения или транспортировку наркотиков. Или наоборот, она может вестись против политики конкретного правительства приверженцами групп и движений, связанных, например, с вопросами охраны окружающей среды, гражданских прав, или религиозными вопросами [4]. Некоторые движения все в большей степени используют организацию трансграничных сетей и коалиций и используют современные технологии информации и связи для укрепления своих позиций. Это вполне может оказаться сценой нового идеологического конфликта, где информационная война будет его главной характеристикой.

Один из приоритетных факторов информационной войны - необходимость знать архитектуру и параметры вражеской системы. Сторона, которая лучше понимает мотивацию, структуру и цели врага, лучше подготовлена к конфликту. Понимание вражеской культуры и использования информационных систем в его обществе остаётся важным.

III Заключение

Глобальная информационная война отличается от компьютерных преступлений тем, что она предполагает враждебные действия со стороны противника - будь то частное лицо, конкурирующая организация или враждебное гос-

ударство - в борьбе за гегемонию на рынке или политической арене. Однако информационная война шире, чем просто военное измерение. Она гораздо шире, чем боевые действия в области управления и контроля. В основном набор целей для информационной войны не будет набором военных целей. «Информационная война - электронный конфликт, в котором информация является стратегическим активом, достойным завоевания или уничтожения. Компьютеры и другие, коммуникационные и информационные системы будут являться целями для первого удара и одновременно оружием в новой войне».

В широкой перспективе информационная война ведется во многих измерениях. Она является государственной стратегией, которая задействует все рычаги национальной мощи для создания преимуществ на стратегическом уровне. Она является больше чем просто применением информационных технологий для увеличения эффективности современных инструментов войны. Она представляет собой действия, необходимые для того, чтобы парализовать не только системы военного управления и контроля противника, но и его политическую и финансовую системы.

Литература

1. Мухтаров Ф.М., Шкляровский Б.А.. “Предпосылки обеспечение конфиденциальности информационных ресурсов в электронном правительстве”, Сборник докладов республиканской научно-технический конференции “Значение информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии реальных отраслей экономики” часть 1 , г.Ташкент, 6-7 апреля 2017 г., ТУИТ, 23-25 стр..

2. Якубов М.С., Мухтаров Ф.М.. “Цифровая дипломатия – приоритетный фактор формирования межгосударственных отношений”, Международная научно-практическая конференция “Евразийская перспектива: проблемы отраслевых комплексов и их решения”, г.Москва 18 июня 2017 г. , издательство Инфинити, 119-122 стр..

3. Зиновьева Е.С. Международное управление Интернетом: конфликт и сотрудничество. М.: МГИМО, 2011. — 170 с.

4. Бирюков А.В., Зиновьева Е.С., Крутских А.В.. Инновационные направления современных международных отношений: Учебные пособие для студентов вузов. М.: Аспект Пресс, 2010. — 295 с.

А.А. Петросян, М.Е. Бурлаков, В.В. Бондаренко

АНАЛИЗ СПОСОБА ОПТИМИЗАЦИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КРИПТОАНАЛИЗА

(Самарский национальныйисследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Введение. В настоящее время существует большое количество криптографических алгоритмов (КА), обеспечивающих защиту всевозможных информационных систем. Существует множество техник, позволяющих проанализировать устойчивость КА к криптоанализу. К таковым можно отнести: дифференциальный анализ, линейный анализ и т.д. [1,2]. Зачастую, процесс криптоанализа требует больших затрат вычислительных ресурсов, что приводит к усложнению проверки стойкости КА к криптоанализу.

В данной статье будет рассмотрен и проанализирован один из способов оптимизации дифференциального криптоанализа, предложенный в статье «*A Genetic Algorithm for Cryptanalysis of DES*-8» [3].

Дифференциальный криптоанализ представляет собой атаку на основе подобранного открытого текста. Этот тип атаки основан на *n*-раундовых характеристиках. Характеристика имеет определенную разницу открытых текстов ΩP, определенную разницу на *n*-том раунде шифрования ΩT и вероятность P того, что пара открытых текстов в результате шифрования имеет различия, совпадающие с указанными в характеристике.

Пара открытых текстов с *XOR*-разницей ΩP и с *XOR*-разницей шифртекстов ΩT, соответствующей характеристике, называется **правильной парой** [1]. С помощью правильной пары можно вычислить ключи-кандидаты. Ключ-кандидат, который в результате вычислений появляется чаще всего, считается исходным ключом [1].

Таким образом, главной целью криптоаналитика является получение правильных пар. Но с ростом количества раундов шифрования уменьшается вероятность появления правильной пары. Поэтому одним из способов оптимизации ДК может является увеличение вероятности появления правильной пары.

Генетический алгоритм (ГА) - это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых решений [4]. **Хромосома** в ГА - вектор значений, определяющих некоторое решение поставленной задачи [4]. **Приспособленность** - значение, определяющее, насколько хорошо закодированное в хромосоме решение справляется с поставленной задачей [4]. **Популяция** - конечное множество хромосом. Изначально генерируется первая популяция. Каждая хромосома популяции оценивается с помощью функции приспособленности. При помощи функций скрещивания и мутации образуется новая популяция решений. Для хромосом новой популяции также вычисляется значе-

ние приспособленности, и затем производится отбор лучших решений в следующее поколение [4].

Описание исследуемой статьи. В статье предлагается вычислять правильные пары с помощью генетических алгоритмов, где хромосомами будут являться открытые тексты.

В качестве функции приспособленности предлагается использовать следующую функцию [3]:

$$Fitness(\Omega_T, T') = 1 - \frac{H_d(\Omega_T, T')}{n},$$

где H_d – расстояние по Хеммингу, n – длина хромосомы (64 бит).

Алгоритм генерации правильных пар следующий:

1. Сгенерировать начальную популяцию, где каждая хромосома представляет с собой открытый текст P;
2. Для каждой хромосомы:
   - вычислить $P^* = \Omega P \oplus P$;
   - вычислить $T' = T \oplus T^* = C(P) \oplus C(P^*)$;
   - вычислить значение функции приспособленности;
   - если значение функции приспособленности больше 0.5, извлечь вероятные биты ключа для данной пары.
3. Применить функцию скрещивания;
4. Применить функцию мутации;
5. Сгенерировать следующую популяцию;
6. Повторить все действия, начиная с шага 2, пока некоторые значения битов ключа не будут предложены значительно больше других.

Недостатки подхода

1. Маленькая область значений функции приспособленности:

Утверждение: Мощность области значений представленной функции приспособленности равна 65.

Доказательство: Так как n и ΩT во время вычислений не меняются, то единственной переменной в функции приспособленности является T'. T' в свою очередь является одним из аргументов дистанции по Хэммингу. Дистанция по Хэммингу определяет, на скольких позициях двух слов одинаковой длины отличаются значения. Длина T' и ΩT равна 64. Соответственно, T' и ΩT могут отличаться от 0 до 64 битами, поэтому $H_d(\Omega T, T')$ имеет 65 значений, следовательно, функция приспособленности имеет 65 значений.

В то время как мощность области определения равна 2^{32}. Из этого следует что в среднем у $2^{27}/65$ хромосом будут одинаковые значения приспособленности, что не дает хорошей сходимости.

2. Рельеф функции приспособленности не является гладким / функция приспособленности имеет огромное количество точек локального экстремума:

Утверждение: Незначительное изменение хромосомы приведет к резкому изменению значения функции приспособленности.

Доказательство: *DES* обладает **строгим критерием лавинного эффекта**, что обозначает, что изменение любого бита открытого текста приведет к изменению любого выходного бита с вероятностью ½ [5].

Пусть P_1 – хромосома, тогда $P_1^* = \Omega P \oplus P_1$. P_2 – хромосома, полученная из P_1 изменением одного бита, тогда $P_2^* = \Omega P \oplus P_2$.

Таким образом P_1 и P_2, P_1^* и P_2^* попарно отличаются одним битом.

Пусть $T_1 = C(P_1), T_2 = C(P_2), T_1^* = C(P_1^*), T_2^* = C(P_2^*)$.

Пусть $T_1' = T_1 \oplus T_1^*, T_2' = T_2 \oplus T_2^*$.

P_1 и P_2 отличаются одним битом, то по строгому критерию лавинного эффекта, T_1 и T_2 значительно отличаются. P_1^* и P_2^*. отличаются одним битом, то по строгому критерию лавинного эффекта, T_1^* и T_2^* значительно отличаются. Откуда следует, что T_1' значительно отличается от T_2'.

В пункте 5.2. было выяснено, что значение функции приспособленности зависит только от T'. Откуда следует, что значения функции приспособленности для P_1 и P_2 будут значительно отличаться.

Таким образом изменение одного бита хромосомы приведет к резкому изменению значения функции приспособленности.

3. Алгоритм требует неоднократные запросы к шифрующей системе

Так как для вычисления функции приспособленности требуется зашифровать пару открытых текстов, то криптоаналитку потребуется иметь непрерывный доступ к шифрующей системе.

4. Авторы не описывают по каким алгоритмам производится скрещивание и мутация хромосом, которые необходимы для работы генетических алгоритмов.

Реализация. Описанный алгоритм оптимизации был реализован на языке *Java* с использованием библиотеки *Jenetics* [6]. Так как авторы не описывают функции скрещивания и мутации, в качестве функции скрещивания было взято точечное скрещивание. В качестве функции мутации было взято случайное изменение одного бита открытого текста.

Атака производилась на шифр *DES*, укороченный до 8 раундов. Для атаки использовалась двухраундовая характеристика с $\Omega P = 1960000000000000$, $\Omega T = 1960000000000000$ и $P = \frac{1}{243}$. Размер популяции = 5, вероятность скрещивания = 0.6, вероятность мутации = 0.2.

На рисунке 1 изображен график изменения функции приспособленности. По оси абсцисс отмечен номер популяции, по оси ординат – лучшее значение функции приспособленности в популяции. Как видно на графике, приспособленность растет очень медленно и не равномерно, что говорит о том, что приспособленность растет только благодаря случайности мутации. Сходимости к оптимальному решению не наблюдается. Таким образом, реализация алгоритма не дала видимого прироста вероятности появления правильной парой.

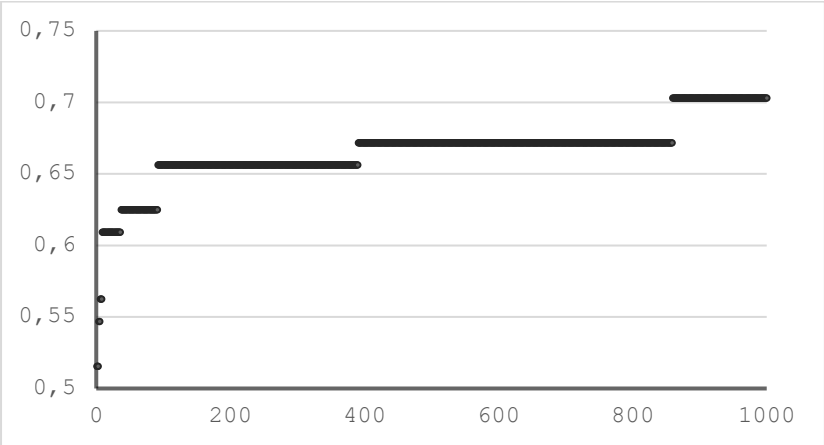


Рис. 1. График изменения приспособленности в зависимости от поколения

Вывод. В данное работе был проанализирован один из способов оптимизации дифференциального криптоанализа генетическим алгоритмом. В процессе анализа были выявлены недостатки описанного подхода, которые в рамках данной работы были теоретически обоснованы. Для дополнительного анализа, алгоритм был реализован и протестирован на практике. Заметного прироста частоты появления правильных пар не наблюдается.

Учитывая описанные доводы, можно утверждать, что способ оптимизации дифференциального анализа, предложенный в статье «*A Genetic Algorithm for Cryptanalysis of DES*-8» [1], не является рабочим для реализации атаки и требует доработки.

Литература

1. Biham E. Differential Cryptanalysis of DES-like Cryptosystems / Eli Biham, Adi Shamir // The Weizmann Institute of Science Department of Applied Mathematics, 1990. − P. 8-38.

2. Matsui M. Linear Cryptanalysis Method for DES Cipher // Advances in Cryptology-EUROCRYPT'93, 1994. − P. 386-397.

3. Hasan Mohammed Hasan Husein A Genetic Algorithm for Cryptanalysis of DES-8 / Hasan Mohammed Hasan Husein, Bayoumi I. Bayoumi, Fathy Saad Holail, Bahaa Eldin M. Hasan, Mohammed Z. Abd El-Mageed // International Journal of Network Security, Vol.5, No.2, PP.213–219, Sept. 2007

4. Генетический алгоритм [Электронный ресурс], − Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/.

5. Бабенко Л. К. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по группе специальностей в обл. информ. Безопасности / Л. К. Бабенко, Е. А. Ищукова. — М.: Гелиос АРВ, 2006. — 376 с.

6. Jenetics: Java Genetic Algorithm Library [Электронный ресурс], − Режим доступа: http://jenetics.io/.

Д.Ж. Рахматова

НАЦИОНАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СОДЕРЖАНИЕ И ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

(Каршинский государственный университет, Узбекистан)

С начала XXI века между крупными странами стала разгораться геополитическая конкуренция. В результате этого умножились факторы угрожающие национальной безопасности различных государств. В связи с этим рождается потребность разбора содержания и состава компонентов понятия «Национальная безопасность» в новом контексте.

Известно, что под понятием национальная безопасность подразумевается защита личности, общества и интересов государства от внутренних и внешних угроз. Термин «Национальная безопасность» в политическом справочнике впервые был применён в 1904 году Президентом США Т.Рузвельтом и в дальнейшем содержательный круг данного понятия с толкованием социальные отношения, глобализация и интеграционные процессы, а также проявление различного вида угроз значительно расширился.

В научной и политической терминологии Центральной Азии, понятие «Национальная безопасность» появилась в конце XX века. Как упоменалось выше оно толковалось как защита личности, общества и интересов государства от внутренних и внешних угроз. В формулировке данного социального выражения используются различные понятия (внешняя и внутренняя безопасность, государственная безопасность, материальные и моральные ценности и др.).

Национальная безопасность имеет несколько направлений и особенно важными являются следующие:

1. Геополитическая безопасность.
2. Оборонительная мощь.
3. Политическая безопасность.
4. Социальная безопасность.
5. Экономическая безопасность.
6. Продовольственная безопасность.
7. Демографическая безопасность.
8. Экологическая безопасность.
9. Информационная безопасность.
10. Психологическая безопасность. (сознание человека в качестве объекта национальной безопасности).

Накануне XXI века возбудился объём проблем относящиеся к данным направлениям. Основной причиной этого является «прекращение» существования двухполярного мира. В прошлом существовали две противоречивые по идеологии системы, два блока, лидеры - СССР и США. Отношения между этими странами служили основанием для системы безопасности всего

мира. После распада СССР возникла сложная и опасная ситуация во всём мире. Основные его признаки состоят в следующем:

1. Разрушился баланс межгосударственных отношений. В мире произошёл политико-экономический раскол. Если же в прошлом силовые центры были в двух местах, сейчас положение поменялось, можно наблюдать возникновение многополярности.

2. Мировое неравенство во владениях – усиливается противоречия между странами с развитой промышленностью и развивающимися странами. Это обстоятельство явно проявляется в распределение ресурсов. То есть страны с развитой промышленностью стремятся контролировать природные ресурсы развивающихся стран хотя эти ресурсы являются благосостоянием развивающегося государства. Так же есть большая разница в области инновационных технологий, размещение вкладов, свободных инвестиций и.т.д

3. В результате политических событий 90 х уровень опасности угрозы ядерной войны к началу XXI века несколько понизилась, но за последние 2-3 года обстановка в геополитическом поле всего мира несколько изменилась и данная проблема вновь вошла как одна из глобальных проблем в повестку дня. Наряду с ядерной опасностью возникла и сохраняется, опасность экологического кризиса, биогенетических разрушений. Существует опасность жизни человека - как биологический вид.

4. Прогресс в мире в целом, изменение мировоззрения людей, повышение коммуникаций, развитие международных отношений и его влияние на жизнь человека усиливает стремление стран и народов к объединению. В настоящее время явно проявляются тенденции стремления сохранения национальных обычаев, традиций.

В этом направление ведётся работа со стороны различных международных организаций которые способствуют к объединению и сохранению стабильных отношений между странами, но нынешняя неспокойная ситуация в мире требует пересмотреть деятельность данных организаций в вопросах тесного сотрудничества между собой.

5. В настоящее время рейтинг любого государства мира определяется в первую очередь внедрением и применением новых технологий в различных отраслях.

В связи с данным положением возникает угроза национальной безопасности нашего государства. Это можно связать с некоторыми особенностями свойственных нашей стране. Данные особенности состоят в следующем:

1. Узбекистан располагает удобной геополитической позицией. В Центрально-Азиатском регионе страна расположена в центре транспортной, энергетической, водной инфраструктуры.

2. Узбекистан имеет превосходство по отношению к другим государствам региона в численности населения, в развитие науки и техники и многим другим показателям.

3. В Узбекистане благоприятный природный климат, развитое земледелие, богатый ресурс минерального сырья. Республика в состояние обеспечивать

внутренний и внешний рынок продовольственными товарами, выращивать самые дорогие технические культуры, культивировать и экспортировать хлопковое волокно, а так же обрабатывать и экспортировать в мировые рынки качественные, экологически чистые овощи и фрукты.

4. Республика располагает богатым запасом нефти и природного газа, существуют самые развитые отрасли промышленности, в том числе существует возможность развития важной области как - макрорадиоэлектроника.

5. Узбекистан имеет весомый вклад в цивилизации человечества. Богатое духовное наследие нашего государства имело огромное влияние на социально-политические и духовные процессы происходящие не только в регионе но и во всём мире. Всё это говорит о том, что Узбекистан с выше указанными показателями может стать центром интеграционных процессов в Ценрально-азиатском регионе.

Естественно что эти ресурсы Республики привлекают внимания некоторых политических сил которые стремятся использовать эти ресурсы в своих интересах и ведут борьбу за господство в геополитическом поле данного региона. Следовательно, обеспечение национальной безопасности всегда будет актуальной задачей нашего государства.

За годы независимости в целях обеспечения национальной безопасности на основе Конституции Республики были разработаны и внедрены в жизнь ряд нормативно - правовых документов. В том числе в 1997 году был создан «Закон о концепции национоальной безопасности Респулики Узбекистан». В концепции подробно указаны основные компоненты национальной безопасности.

1) государственная безопасность – понятие выражающее степень защиты государства от внутренних и внешних угроз; её обеспечение является не только задачей государства и правоохранительных органов, но и долг каждого гражданина;

2) общественная безопасность – понятие определяющее общей характер уровня защиты личности и общества от внутренних угроз; умножающиеся факторы крушения семейных институтов, неотъемлемости угрозы личности на сегодняшний день, повышают значение данного компонента.

3) экономическая безопасность – это иммунитет против экономической ситуации дистабилезирующей социально-экономические процессы в целом, дезорганизация стабильности в обществе, возникновения социального кризиса, а так же влияние на внутренние и внешние факторы угрожающие целостности государства: в результате всемирного экономического кризиса, возникают экономические войны между государствами, укореняется санкционная политика, что способствует повышению значения данного компонента.

4) энергетическая безопасность - понятие определяющее уровень защиты энергетических ресурсов государства от внешних и внутренних угроз. Энергетическая безопасность – это ключевая отрасль национальной безопасности, включающая в себя энергетические запасы и состояние их эффективного использования, вопросы топливно-энергетического снабжения национальной экономики, а так же комплекс мер направленных на отраслевую безопасность.

5) информационная безопасность - понятие определяющая уровень защиты информационных ресурсов государства от внешних и внутренних угроз. Обеспечение свободы слова и свободы информации, защита информационных источников является ключевым вопросом данного компонента.

6) экологическая безопасность – понятие определяющая уровень защиты общества от природных, экологических и антропогенных факторов. В этом вопросе важным фактором является решение трансграничных экологических проблем и повышение стремления международного сообщества в содействии решения данного вопроса.

В ходе анализирования составных частей задач национальной безопасности, мы приходим к выводу что, она тесно связана с безопасностью социально-политической системы того или иного государства в целом. Для достижения своих целей, то или иное государство вступает в отношение с другим государством которое содействует или же препятствует достижению целей. Следовательно, национальная концепция безопасности государства должна создаваться с учётом существования как внешних так и внутренних угроз

Таким образом обеспечение национальной безопасности- это комплекс политических, экономических, социальных, оборонительных и правовых мер направленных на обеспечение стабильного образа жизни населения, защиты его от любых форм проявления угроз. Для защиты жизненно важных интересов государства и общества необходима целостная концепция способствующая защищать от внешних и внутренних угроз. Необходимо постоянное усовершенствование концепции с учётом современных тенденций развития.

Литература

1. Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века: бўсағасида: угрозы безопасности условия и гарантии прогресса.//Безопасность и пути устойчивого развития. Том 6.- Ташкент, Издательство: «Узбекистан», 1998. С. 31-261.

2. За мир надо бороться//За безопасность и мир надо бороться.Том 10.- Ташкент, Издательство: «Узбекистан», 2002.С. 120-124.

3. Маккиндер Х. Дж. Географическая ось истории.- Полис.-1995.- № 4.

В.А. Супрыткина

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ЗАДАЧАХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

В современном мире, где технологии просочились во все аспекты жизни человека, информационная безопасность играет важнейшую роль. И если правительственные структуры уже давно выделили защиту информации как одно из приоритетных направлений деятельности, то население и организации част-

ного сектора во многом только сейчас начали осознавать важность применения мер безопасности. Однако даже понимая, насколько необходимо обеспечение информационной безопасности, люди не всегда правильно представляют что именно представляет из себя этот процесс.

Существует множество способов и средств защиты информации, причем особую популярность приобрели технические средства и организационные меры, применение которых действительно эффективно, но создает иллюзию того, что информация полностью защищена. С этим утверждением может поспорить любой специалист по информационной безопасности, так как даже самый тщательный подход к закрытию существующих и возможных уязвимостей не дает абсолютной гарантии безопасности системы и ее компонентов. Можно сколь угодно много времени и сил тратить на предотвращение рисков атак, сбоев и прочих нарушений конфиденциальности, целостности и доступности информации, однако остается проблема, которую невозможно закрыть. Речь идет о человеческом факторе, который в данном контексте следует интерпретировать как причину распространенности применения методов информационного воздействия.

Существует некий принцип, часто применяемый специалистами ИБ, суть которого состоит в следующем: чтобы научиться защищать, нужно научиться ломать. Иными словами, необходимо понимать логику атакующего и его методы, чтобы суметь с большей долей успеха противостоять атаке на субъект защиты. Так какие же методы информационного воздействия существуют? Каким образом можно распознать факт информационного воздействия?

Наиболее распространенным методом информационного воздействия, который находится на слуху практически каждого человека, является дезинформация. Поле деятельности обширно и охватывает как разведку и контрразведку (политическую, экономическую), так конкуренцию, что включает формирование имиджа, рейтинговых оценок. Информация попадает в открытые источники (например, в СМИ) в искаженном виде: полуправды, тщательно подогнанных фактов. Качественная дезинформация должна складываться в достоверную картину событий, чтобы не вызывать подозрений, поэтому зачастую она содержит подлинные данные, к которым «примешивается» информация, нацеленная на составление ложного мнения. Одна из форм дезинформации – белый шум. Это подача значительных размеров потока информации, среди которого невероятно сложно выделить ложные данные, потому что такой массив не поддается сортировке.

Информационный плюрализм играет значимую роль в манипулировании общественным сознанием. На данный момент существует огромное количество источников информации, что создает впечатление многообразия и возможности выбора. Однако одна только конкуренция приводит к той ситуации, при которой разнообразие сводится лишь к поверхностному отличию при подаче одной и той же информации. В итоге получаем информационную перегрузку при незначительном возрастании количества значимой информации, что в разы усложняет поиски правды и смысла.

Популярным методом также является отвлечение внимания людей на сторонний объект, который в данной конкретной ситуации не имеет значимости, но преподносится как стоящий или даже компрометирующий. Это способ сбить человека с толку или подтолкнуть его сконцентрироваться на отвлеченной теме, новости, событии.

В мире, где с каждым годом всё больше ускоряется ритм жизни, скорость передачи информации имеет огромное значение, однако этот показатель с трудом можно назвать достоинством. Различные структуры, в том числе СМИ, работают на опережение, чтобы первыми доставить информацию конечным получателям. В таких условиях недостаточно времени на проверку получаемых данных и на формирование наиболее качественного итогового материала. А у получателей недостаточно времени на ее осмысление. Поэтому скорость передачи является очень эффективным методом манипуляции, который мешает понимать и делать верные выводы о сути конкретной ситуации (или информации).

Правильным решением при целенаправленной работе с информацией является поиск ее первоначального источника, что позволяет частично отфильтровать субъективные мнения (или просто иметь в виду природу субъективности позиции), которые присущи тем или иным «поставщикам» информации. Однако порой это сделать крайне сложно и даже невозможно, когда в дело вступают такие приемы, как контролируемая утечка информации, которая подразумевает сокрытие этого самого источника. Происходит цепочка «секретных» утечек заранее сфабрикованных данных, и в конечном итоге, когда данные попадают в СМИ, маловероятно отследить все точки передачи. Однако как раз неизвестная природа этой информации в умах дотошных людей должна вызывать подозрения.

Борьбой с манипуляцией сознанием масс и отдельных индивидуумов или их групп можно заниматься во многих направлениях. В качестве примера далее будет рассмотрена информационно-аналитическая работа с одним из основных источников информации, а именно обработка материалов средств массовой информации.

На приведенной ниже схеме (Рисунок 1) описывается алгоритм работы с информацией, выпускаемой СМИ вне зависимости от вида ее представления (для удобства бумажные материалы могут заранее быть переведены в электронные). Первые три блока могут использовать как частные лица, так и сотрудники различных коммерческих структур, которых интересует достоверность предоставляемой в открытых источниках информации. Последний блок подразумевает значительные затраты времени и средств, потому используются в основном организациями.

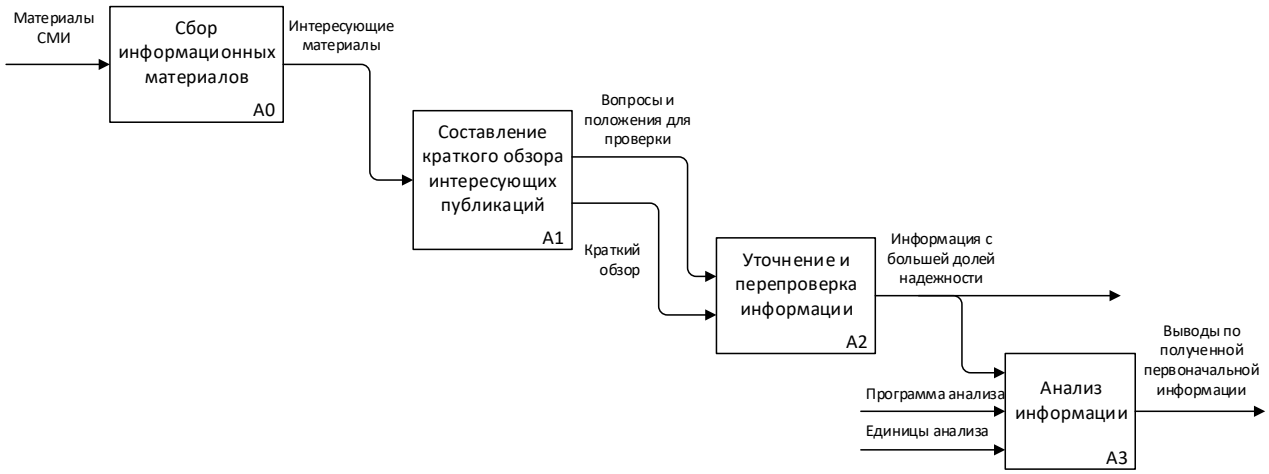


Рис. 1. Общая схема информационно-аналитического анализа СМИ

Анализ информации составляет отдельную тему для рассмотрения. Одним из вариантов аналитической обработки информации является метод контентного анализа данных, который представляет собой достаточно трудоемкий процесс. Суть его заключается в анализе содержания материалов путем выделения конкретных интересующих информационных единиц анализа (характеристик текста, отвечающих задачам исследования: например, при анализе эмоциональности текста могут выбираться языковые маркеры, которые указывают на то, что при подаче материала имеет место агрессивность). Затем в зависимости от цели исследования выявляются частотные характеристики их употребления, наличие или отсутствие определенных тем, их связь между собой и основную мысль в заранее выбранном объеме информации. Это позволяет определить первоначальный посыл и направленность материала.

Аналитическая работа может проводиться самостоятельно и с привлечением сторонних лиц. Также могут быть задействованы программные средства обработки неструктурированной информации, которых на сегодняшний момент существует огромное множество, и каждое решение имеет свой ряд достоинств и недостатков. Они используют технологию полнотекстного анализа, который имеет несколько разновидностей: прямой поиск в каждом из перебираемых файлов (AVSearch, SSScanner), поиск с индексированием с созданием собственной базы данных на основе анализируемых текстов для дальнейшего поиска (Advanced Document Server, Следопыт). Их применение помогает оптимизировать процесс анализа информационных материалов, что доступно даже просто заинтересованным лицам (правда, бесплатные или недорогостоящие продукты не обладают особым разнообразием возможностей). В связи с этим задача поиска истины в большом потоке информации имеет определенный смысл и шанс на успех.

Информационная безопасность имеет множество направлений, и не стоит уделять внимание только самым очевидным, следует использовать многоаспектный подход к защите. Проверять поступающую информацию также важно, как и защищать ее при хранении, обработке, передаче. Знать и понимать мето-

ды злоумышленника также важно, как и пытаться им противостоять. Информационно-аналитический анализ – только один из способов, который позволяет противодействовать манипуляциям сознанием, однако знание и применение его необходимо для нашей же безопасности.

Литература

1. А.И. Доронин Бизнес разведка, 5-е издание: Ось 89; Москва; 2009
2. Семёнова А.В., Корсунская М.В. Контент-анализ СМИ: проблемы и опыт применения / Под ред. В.А. Мансурова. – М.: Институт социологии РАН, 2010. – 324 с.
3. Контент-анализ публикаций СМИ [Электронный источник]. - https://studopedia.ru/14_88868_kontent-analiz-publikatsiy-smi.html.
4. Информационное воздействие: виды, средства, объекты [Электронный источник]. - https://studfiles.net/preview/1113130/page:2/.

О.Ш. Узаков

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА УЗБЕКИСТАНА DST2005

(Каршинский филиал Ташкентского университета
информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий)

Настоящий стандарт «Алгоритм шифрования данных» (АШД) DSt2005 представляет собой криптографический алгоритм, предназначенный для защиты электронных данных. АШД DSt2005 - симметричный блочный шифр, который используется для зашифрования и расшифрования информации. АШД DSt2005 может использовать криптографические ключи длиной 128, 256, 512 бит для зашифрования и расшифрования блоков данных длиной 128 или 256 бит.

Стандарт устанавливает единый алгоритм шифрования информации для систем обработки информации в сетях электронных вычислительных машин (ЭВМ), телекоммуникаций, отдельных вычислительных комплексах и ЭВМ и определяет правила шифрования данных.

Стандарт может быть использован для криптографической защиты данных, хранимых и передаваемых в сетях ЭВМ, телекоммуникаций, в отдельных вычислительных комплексах или в ЭВМ коммерческих организаций и предприятий для шифрования данных не являющихся под грифом (ДСП, секретно, сов. секретно, особой важности).

Ниже приведем оценку сложности АШД DSt2005, схема алгоритма шифрования данных приведена на рис. 1. для случая 128-битного блока данных.

Вначале мы имеем значение выхода из массива *Holat* выходных блоков *chiqish* по 32 бита. Восстановление входных значений массива *Holat* блоков

chiqish по 32 бита никакой сложности не составляет преобразование однозначно обратимое.

Далее нам необходимо найти входное значение преобразования *AralashUstun(Holat,* k_s*)* – перемешивание строк, сводится к выполнению следующих действий:

1) вычислить $K_{sch} \otimes H_{ch}[4,4](\mathrm{mod}\, p)$ – умножение матриц по модулю *p* и результат присвоить в массив H_{ch}.

2) вычислить $K_{so} \otimes H_o[4,4](\mathrm{mod}\, p)$ и результат присвоить в массив H_o.

Где $H_{ch}[4,4]$ – левая половина и $H_o[4,4]$ – правая половина массива *Holat,* K_{sch} – левая половина (часть) и K_{so} – правая половина (часть) массива сеансового ключа шифрования. Данное преобразование является обратимым, и сложность его восстановления связана с нахождением K_{sch} и K_{so} частей сеансового ключа шифрования экспоненциальная сложность нахождения, которых составляет 2^{80}. Поскольку для формирования K_{sch} и K_{so} изначально из k_{se} – сеансового ключа шифрования берется 80-битовая часть справа, из которых формируется линейный массив k_{ss} = *[0,1,2,3,…19]* с элементами на полу байтовом уровне, из которого и формируется двумерный массив $k_s[4, 8]$ с элементами в один полубайт.

Таким образом, мы нашли выходное значение преобразования *Qo'shBosqichKalit(Holat,*k_{e1}*)* – побитовое сложение по модулю 2 (операция XOR) массивов *Holat* и первого массива этапных ключей k_{e1}. Сложность нахождения входного значения данного преобразования составляет нахождение первого массива этапных ключей k_{e1} – экспоненциальная сложность нахождения которого составляет 2^{128}операций полного перебора.

Далее нам необходимо восстановить значение восьми раундов шифрования.

Для нахождения входного значения преобразование *BaytAlmash(Holat,* k_{e1} , k_{e2}*)* – перемешивание байтов массива *Holat* и массивов этапных ключей k_{e1} , k_{e2} необходимо найти значение второго массива этапных ключей k_{e2}.

Преобразование заключается в следующем для каждой из ячеек *i* = {0,1,2,3}, *j* = {0,1,2,3,4,5,6,7} вычислить:

$$h[i, j] \;\circledR\; k_{e2}[i, j](\mathrm{mod}\, p) \equiv k_{e2}[i, j] + h[i, j] \times (1 + k_{e1}[i, j] \times k_{e2}[i, j])(\mathrm{mod}\, p).$$

где ® – операция умножения массивов с коэффициентом *R* по модулю *p*;

Как видно данное преобразование является обратимым и никакой сложности не дает. Экспоненциальная сложность нахождения второго массива этапных ключей k_{e2} – составляет 2^{128}операций полного перебора.

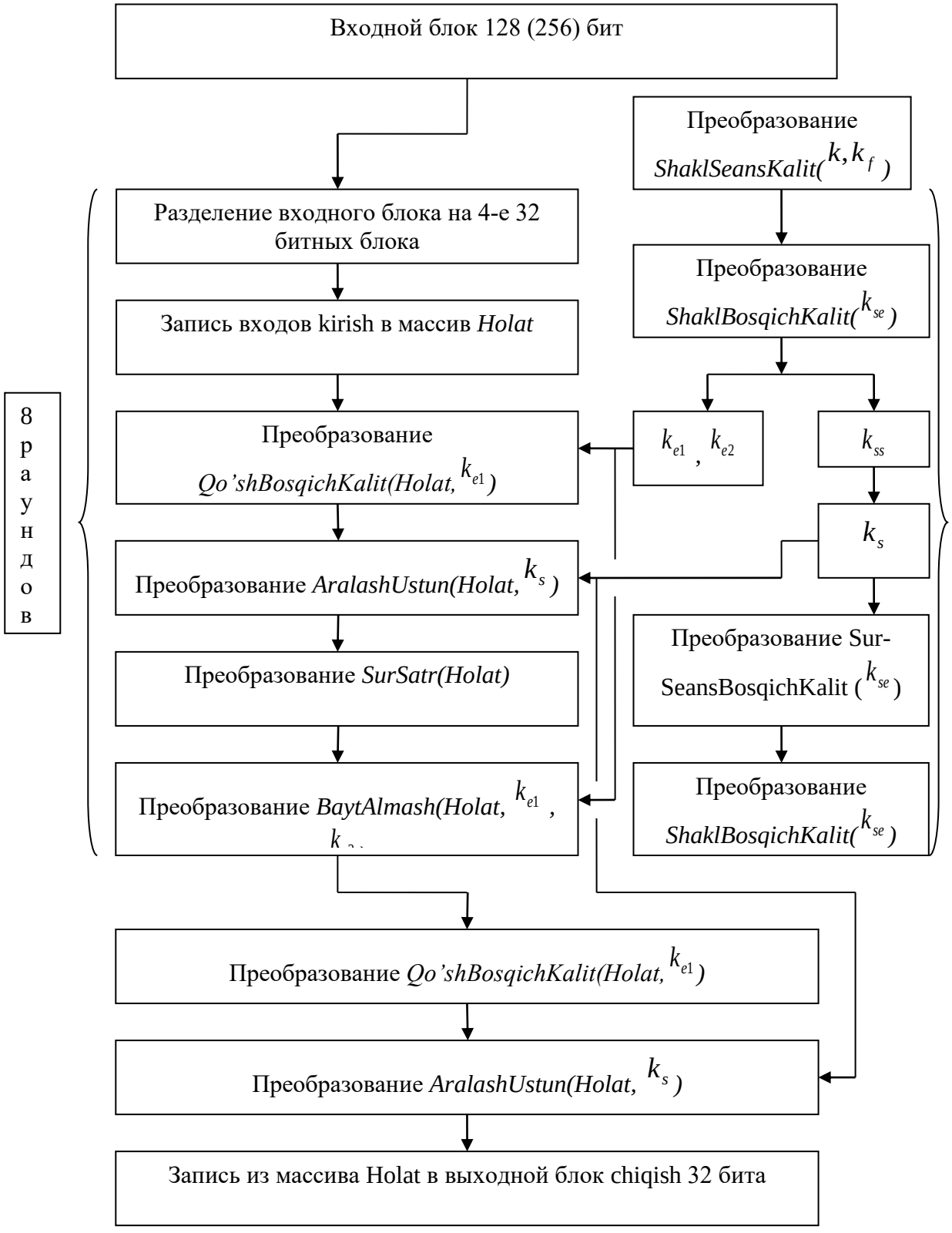


Рисунок 1. Схема алгоритма шифрования данных DSt2005.

Далее нам необходимо найти входное значение преобразования *Sur-Satr(Holat)* – сдвиг строк, первую строку массива *Holat* циклически сдвинуть вправо на 1 полубайт, вторую строку на 2 полубайта, третью строку на 3 полубайта. Данное преобразование никакой сложности не дает и является однозначно обратимым.

Затем нам необходимо найти входное значение преобразования *AralashUstun(Holat,* k_s*)* в данном случае для нас это преобразование никакой сложности не дает, поскольку, найдя значение двумерного массива k_s[4, 8] конечного преобразования можно восстановить предыдущего значения сеансового ключа k_{se} преобразования *ShaklBosqichKalit(*k_{se}*)* – формирование сеансового ключа. Осуществив обратный сдвиг k_{se} на 41 бита влево преобразования Sur-SeansBosqichKalit (k_{se}) – циклический сдвиг сеансового ключа на 41 бита вправо.

Далее нам необходимо найти входное значение преобразования *Qo'shBosqichKalit(Holat,* k_{e1}*)*, которое никакой сложности уже не представляет при известном значении первого массива этапных ключей k_{e1}. Таким образом, мы получим выходное значение массива *Holat*. Затем мы восстановим значение 4-х 32-х битных блока, которые является выходными значениями с седьмого раунда шифрования.

Далее еще семь раз проводятся аналогичные восстановления данных, до нахождения входных значений 4-х 32-х битных блока первого раунда шифрования. Последние и являются исходным значением блока открытого текста (128 бит).

Подводя итог, мы получаем, что в АШД DSt2005 отсутствуют криптографические преобразования сложность, которых имеет экспоненциальную зависимость 2^n. Сложность АШД DSt2005 выражается экспоненциальной сложность нахождения K_{sch} и K_{so} частей сеансового ключа, равной 2^{80}, а также экспоненциальной сложность нахождения k_{e1}, равной 2^{128} и k_{e2}, равной 2^{128}. Таким образом, для случая входного блока данных– 256 бит, соответственно ключа шифрования 256 бит экспоненциальной сложность нахождения K_{sch} и K_{so} частей сеансового ключа, равной 2^{160}, а также экспоненциальной сложность нахождения k_{e1}, равной 2^{256} и k_{e2}, равной 2^{256}. Ниже в таблице 1. приведем значения степени экспоненциальной сложности ключевой системы АШД DSt2005.

Таблица 1 Степень экспоненциальной сложности ключевой системы АШД DSt2005.

Тип ключа шифрования	Степень экспоненциальной сложности
АШД DSt2005 – 128	
K_{sch} и K_{so} массива сеансового ключа шифрования	2^{80}
Первый массив этапных ключей k_{e1}	2^{128}
Второй массив этапных ключей k_{e2}	2^{128}
Ключевая система в целом k_{se}	2^{336}
АШД DSt2005 – 256	
K_{sch} и K_{so} массива сеансового ключа шифрования	2^{160}
Первый массив этапных ключей k_{e1}	2^{256}
Второй массив этапных ключей k_{e2}	2^{256}
Ключевая система в целом k_{se}	2^{672}

Литература

1. Столлингс В. Криптография и защита сетей: принципы и практика. – М. , Изд. дом «Вильямс», 2001. – 672 стр.

2. Венбо Мао. Современная криптография. Теория и практика. – Москва–Санкт-Петербург–Киев: Лори Вильямс, 2005. –768 стр.

3. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии: Учебное пособие, 1-2-е изд. –М.: Гелиос АРВ, 2002.-480 с

О.Ш. Узаков

ОЦЕНКА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ СТАНДАРТА АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ ГОСТ 28147-89

(Каршинский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий)

Оценка экспоненциальной сложности дешифрования шифр текстов позволит дать ответ на вопрос, “каким должен быть крипто стойкий алгоритм шифрования”, чтобы дешифрование шифр текста не было практически возможным без исходного ключа шифрования. С развитием сетевых технологий и с ростом объемов передачи данных по сетям телекоммуникациям возникает проблема защиты информации, где активным способом защиты выступает применение криптографических методов, т.е. фактически возникает проблема создания современного стойкого алгоритма шифрования. Для этого необходимо знать степень полиномиальной сложности шифрования и экспоненциальной сложности дешифрования алгоритма шифрования.

Стандарт блочного шифрования данных ГОСТ 28147-89 является в России установленным единым алгоритмом криптографического преобразования данных для систем обработки информации в сетях ПЭВМ, отдельных вычислительных комплексах и ПЭВМ. Этот алгоритм шифрования предназначен для аппаратной и программной реализации, удовлетворяет необходимым криптографическим требованиям по стойкости и, следовательно, не накладывает ограничений на степень секретности защищаемой информации. В основе стандарта алгоритма шифрования ГОСТ 28147-89 лежит конструкция сети Фейстеля, приведенная так же на рис. 1.

Алгоритм реализует шифрование 64-битовых блоков данных с помощью 256-битового ключа, схема алгоритма шифрования приведена на рис. 1. Ниже вычислим оценку экспоненциальной сложности стандарта алгоритма шифрования ГОСТ 28147-89.

В начале осуществляется разделение выходного шифрованного блока данных 64 бита, на левую L_{32} и правую R_{32} части не дает сложности, причем $R_{31} = L_{32}$, а $R_{32} = L_{31} \oplus f(R_{31}, k_{32})$ известны. Для нахождения L_{31} и $f(R_{31}, k_{32})$ раундовой функции необходимо 2^{32} операций полного перебора – степень экспоненциальной сложности данного преобразования.

Далее осуществляется циклический сдвиг вправо, что никакой сложности не составляет – преобразование однозначно обратимо.

Секретность S-блоков таблица 2. увеличивает стойкость алгоритма шифрования. В каждом S-блоке, в интервале $0 \le S_j^i \le 15$ (i =1,2,…,8; j =0,1,2, …,15) имеется 16 не повторяющихся чисел в каждой строке, причем полная перестановка S_j^i равна 16!, и так как из общего количество S-блоков выбирается только восемь S-блоков, тогда количество операций для нахождения $[c_{1+4(t-1)}(t)c_{2+4(t-1)}(t)c_{3+4(t-1)}(t)c_{4+4(t-1)}(t)]_2$ $= [s_{1+4(t-1)}(t)s_{2+4(t-1)}(t)s_{3+4(t-1)}(t)s_{4+4(t-1)}(t)]_2$ равно: $C_{16!}^8 = (16!)!/8!(16!-8)!$, что и составляет степень экспоненциальной сложности данного преобразования.

Далее мы имеем значение $R_{31} = L_{32}$ и значение однозначно восстановленной входной последовательности S-блока, равную C_t. Для восстановления значения раундового ключа k_{32}, который складывается по операции сложения по модулю 2^{32} с правая часть R_{31}: $C_t = (R_{31} \boxplus k_{31}) \bmod 2^{32}$ (генерация раундовых ключей подробно рассматриваться не будет), где t = 1,2,…,32 – число раундов, необходимо 2^{32} операций полного перебора – степень экспоненциальной сложности данного преобразования.

Данная итерация нахождения L_{i-1} и k_i осуществляется еще тридцать один раз. В итоге мы получим значение L_0 (32 бита), R_0 (32 бита) и k_1 (32 бит).

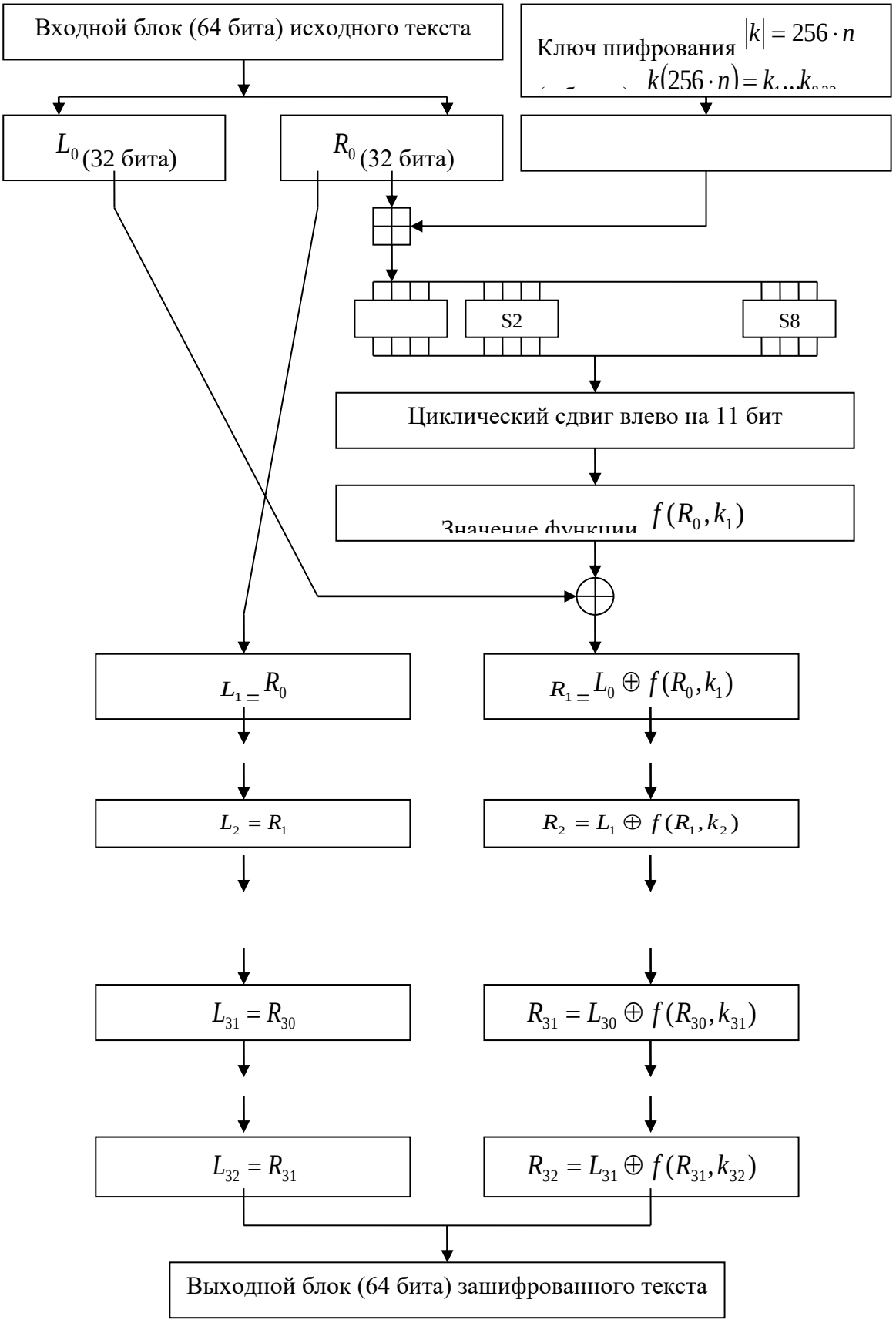


Рис. 1. Схема стандарта алгоритма шифрования ГОСТ 28147-89

Таблица 1. Таблица восьми S-блоков алгоритма шифрования ГОСТ 28147-89

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S_0^1	S_1^1	S_2^1	S_3^1	S_4^1	S_5^1	S_6^1	S_7^1	S_8^1	S_9^1	S_{10}^1	S_{11}^1	S_{12}^1	S_{13}^1	S_{14}^1	S_{15}^1
S_0^2	S_1^2	S_2^2	S_3^2	S_4^2	S_5^2	S_6^2	S_7^2	S_8^2	S_9^2	S_{10}^2	S_{11}^2	S_{12}^2	S_{13}^2	S_{14}^2	S_{15}^2
S_0^3	S_1^3	S_2^3	S_3^3	S_4^3	S_5^3	S_6^3	S_7^3	S_8^3	S_9^3	S_{10}^3	S_{11}^3	S_{12}^3	S_{13}^3	S_{14}^3	S_{15}^3
S_0^4	S_1^4	S_2^4	S_3^4	S_4^4	S_5^4	S_6^4	S_7^4	S_8^4	S_9^4	S_{10}^4	S_{11}^4	S_{12}^4	S_{13}^4	S_{14}^4	S_{15}^4
S_0^5	S_1^5	S_2^5	S_3^5	S_4^5	S_5^5	S_6^5	S_7^5	S_8^5	S_9^5	S_{10}^5	S_{11}^5	S_{12}^5	S_{13}^5	S_{14}^5	S_{15}^5
S_0^6	S_1^6	S_2^6	S_3^6	S_4^6	S_5^6	S_6^6	S_7^6	S_8^6	S_9^6	S_{10}^6	S_{11}^6	S_{12}^6	S_{13}^6	S_{14}^6	S_{15}^6
S_0^7	S_1^7	S_2^7	S_3^7	S_4^7	S_5^7	S_6^7	S_7^7	S_8^7	S_9^7	S_{10}^7	S_{11}^7	S_{12}^7	S_{13}^7	S_{14}^7	S_{15}^7
S_0^8	S_1^8	S_2^8	S_3^8	S_4^8	S_5^8	S_6^8	S_7^8	S_8^8	S_9^8	S_{10}^8	S_{11}^8	S_{12}^8	S_{13}^8	S_{14}^8	S_{15}^8

Затем из конкатенации левой (L_0) и правой (R_0) части по 32 бита осуществляется однозначное восстановление входного блока данных 64 бита.

Таким образом, мы однозначно восстановили открытый текст и исходный ключ шифрования в целом.

Расчет степени экспоненциальной сложности 32-х раундов алгоритма ГОСТ 28147-89 дешифрования шифр текста приведем в виде таблицы 2.

Таблица 2. Степень экспоненциальной сложности алгоритма шифрования ГОСТ

Тип преобразования	Вид преобразования	Степень экспоненциальной сложности
Сложение по *mod* 2^{32}	$C_t = (L_t + K_t) \bmod 2^{32}$	2^{32}
Табличное преобразование S-блоков	$[c_{1+4(t-1)}(t)c_{2+4(t-1)}(t)c_{3+4(t-1)}(t)c_{4+4(t-1)}(t)]_2 = [s_{1+4(t-1)}(t)s_{2+4(t-1)}(t)s_{3+4(t-1)}(t)s_{4+4(t-1)}(t)]_2$	$C_{16!}^8 = (16!)!/8!(16!-8)! \approx 2^{337}$
Побитное сложение по модулю 2: $f(R_{i-1}, k_i)$ и R_i	$L_{i-1} = R_i \oplus f(R_{i-1}, k_i)$	2^{32}
Степень экспоненциальной сложности 1-го раунда	$2^{337}2^{32}2^{32}$	2^{401}
Степень экспоненциальной сложности 32-х раундов	$[2^{32}2^{32}]^{32}2^{337}$	2^{2385}

С использованием в данной методов оценки экспоненциальной сложности можно дать оценку стойкости других алгоритмов шифрования.

Литература

1. Столлингс В. Криптография и защита сетей: принципы и практика. – М. , Изд. дом «Вильямс», 2001. – 672 стр.
2. Венбо Мао. Современная криптография. Теория и практика. – Москва–Санкт-Петербург–Киев: Лори Вильямс, 2005. –768 стр.
3. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии: Учебное пособие, 1-2-е изд. –М.: Гелиос АРВ, 2002.-480 с

Н.А. Филатов

УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ СЕТЯХ

(Самарский университет)

Сегодня контроллеры OpenFlow [1], [2] работают, преимущественно, как некоторые точки координации, которые передают правила потока от приложений, отправляют запросы конфигурации и исследуют совокупность данных, чтобы получить информацию о состоянии. Так как контроллер взаимодействует со всеми коммутаторами в своей сети или сетевом срезе, он предоставляет средства для распределения скоординированного набора правил потока по сети для оптимизации маршрутов потока и переадресации, а также баланса трафика для повышения эффективности сети.

В области сетевой безопасности OpenFlow может предложить уникальный контроль над любым потоком (или участником потока), считающимся опасным. Приложение OpenFlow, направленное на безопасность может осуществить более сложную логику управления потоками, чем просто остановить или перенаправить поток. Подобные приложения могут включать логику составления правил потока с отслеживанием состояния для реализации сложных процедур помещения на карантин производителя потока, или они могут переносить вредоносное соединение в специальное приложение-ловушку для дальнейшего анализа вредоносной деятельности способом, незаметным для атакующего.

Тем не менее, существуют также и существенные проблемы безопасности, возникающие в OpenFlow и SDN. Например, то, какая политика сетевой безопасности осуществляется в коммутаторах OpenFlow, во всем зависит от того, как текущие приложения OpenFlow отвечают на поступающие запросы потока.

В данных тезисах рассматриваются проблемы определения уровня безопасности посредничества между прикладным уровнем OpenFlow (где должны существовать как приложения безопасности, так и приложения для управления трафиком) и плоскостью данных (где коммутаторы реализуют политики потоков, реализуемые правилами потоков, создаваемых приложениями OpenFlow). В качестве контроллера используется SE-Floodlight. SE-Floodlight расширяет

контроллер Floodlight с помощью ядра безопасности (SEK), функции которого также напрямую применимы к другим контроллерам OpenFlow. SEK добавляет уникальный набор функций безопасного управления приложениями, включая службу проверки подлинности, авторизацию на основе ролей, модель разрешения для оповещения всех запросов на изменение конфигурации на плоскости данных, разрешение конфликтов встроенного потока и службу аудита безопасности.

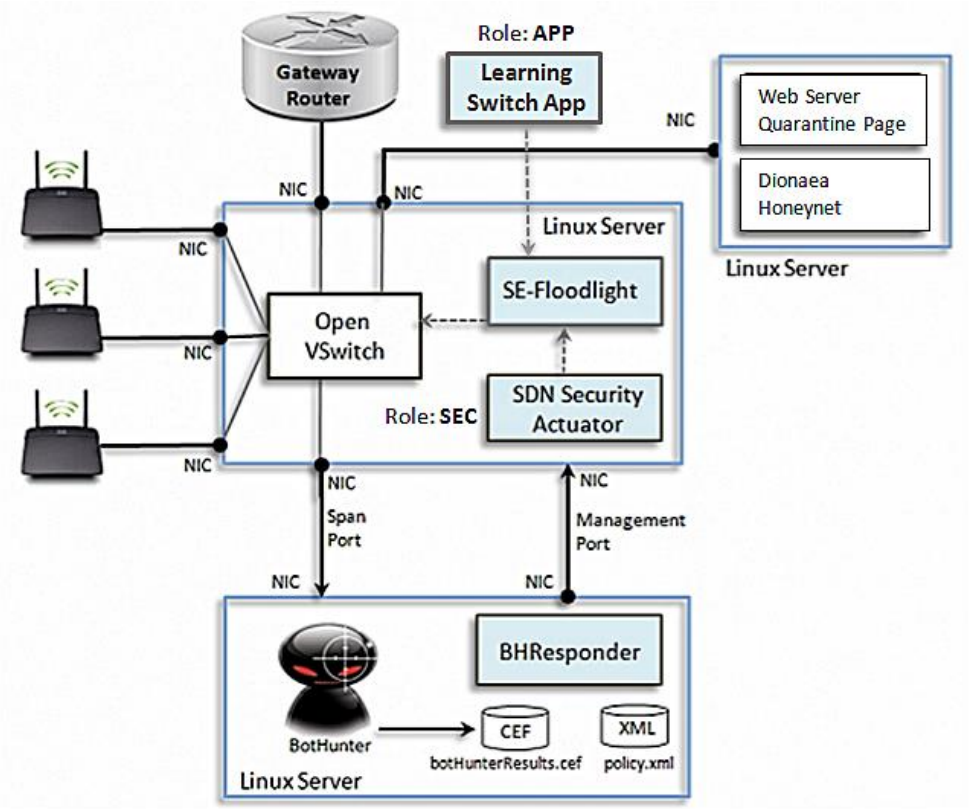


Рис. 1. Топология самозащищающейся беспроводной сети, которая использует SEFloodlight для управления службой защиты от вредоносных программ, названной BotHunter, параллельно с приложением обучения контроллера. Комбинированные приложения управляют беспроводным сетевым трафиком и автоматически помещают в карантин все потоки, поступающие к локальному беспроводному клиенту и от него, когда BotHunter обнаруживает, что беспроводной клиент заражен вредоносными программами

Для тестирования SDN технологий, SE-Floodlight был развернут в качестве общедоступной точки доступа беспроводной сети. Топология сети показана на рисунке 1. Плоскость данных беспроводной сети на основе OpenFlow воссоздана с помощью OpenVswitch, соединяющего набор точек доступа 802.11 b с интернетом. SE-Floodlight реализует уровень управления, запускающий несколько приложений OpenFlow. Первое является вариантом модуля Learning Switch, и применяется для передачи сетевых потоков от беспроводных клиентов на шлюз. Второе представляет из себя три независимых приложения. BotHunter осуществляет надзор за портом логического коммутатора, анализируя трафик от беспроводных клиентов. BotHunter использует свой алгоритм корреляции диалоговых окон для идентификации локальных беспроводных

клиентов, работающих в соответствии с координационно-ориентированной вредоносной программой [3]. Когда BotHunter создает профиль заражения, профиль передается в BHResponder, который реализует простой алгоритм сопоставления политики, чтобы решить, должен ли локальный ресурс быть помещен на карантин. Если это так, BHResponder передает директиву безопасности карантина, которая определяет IP-адрес локального беспроводного клиента в SDN Security Actuator. SDN Security Actuator – это приложение OpenFlow, работающее с ролью SEC, и использующее API SE-Floodlight Northbound для взаимодействия с SE-Floodlight. При активации он регистрирует обратный вызов для получения уведомлений обо всех потоковых запросах к зараженному клиенту и от него. Все подключения к клиенту и от него затем запрещаются.

Таким образом, была рассмотрена проблема безопасности, связанная с набором функций, которые позволят сети OpenFlow для нескольких приложений работать в чувствительной сетевой вычислительной среде, которая в свою очередь должна отвечать строгим требованиям безопасности [4]. А именно рассмотрено согласование динамического производства логики правил потока с необходимостью сохранения последовательных ограничений политики безопасности, которые в сетях OpenFlow, по существу, являются правилами потока, создаваемыми администратором или динамически вставляемыми приложениями безопасности в ответ на воспринимаемые угрозы. Следовательно, для уязвимых вычислительных сред существует достаточная мотивация, чтобы рассмотреть SDN как потенциальный источник инновационного устранения угроз.

Литература

1. FloodLight [Electronic resource] “Open SDN controller,” http://floodlight.openflowhub.org/.

2. N. Gude, T. Koponen, J. Pettit, B. Pfaff, M. Casado, N. McKeown, and S. Shenker, “NOX: Towards an Operating System for Networks,” in Proceedings of ACM Computer Communications Review, July 2008.

3. G. Gu, P. Porras, V. Yegneswaran, M. Fong, and W. Lee, “BotHunter: Detecting Malware Infection Through IDS-driven Dialog Correlation,” in Proceedings of 16th USENIX Security Symposium on USENIX Security Symposium, 2007.

4. Sukhov A. M., Sagatov E. S., Baskakov A. V. Rank distribution for determining the threshold values of network variables and the analysis of DDoS attacks //Procedia Engineering. – 2017. – Т. 201. – С. 417-427.

В.П. Цветов

О ВЛОЖЕНИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ШКАЛ

(Самарский университет)

В современной теории измерений выделяют пять основных видов шкал измеряемых величин [1].

Шкалы наименований (номинальные шкалы). Подобные шкалы применяется исключительно для классификации объектов, путем их отнесения к одному из непересекающихся классов, т.е. задают на множестве объектов с оцениваемыми свойствами некоторое отношение эквивалентности. Классическим примером такой шкалы является шкала классификации цвета объектов по наименованиям в соответствии с атласами цветов.

Шкалы порядка (ранговые шкалы). Эти шкалы позволяют установить на множестве объектов отношение эквивалентности и отношение порядка на классах эквивалентности. В порядковых шкалах устанавливается иерархия объектов относительно оцениваемого свойства. Типичными представителями порядковых шкал являются шкалы измерения силы землетрясений, твердости минералов и т.п.

Шкалы интервалов (шкалы разностей). Интервальные шкалы сопоставляют измеряемому свойству вещественное число в соответствии с принятой условной единицей измерения и относительной нулевой точкой шкалы. Такими шкалами являются температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта и т.п.

Шкалы отношений отличаются от интервальных шкал только наличием абсолютной естественной нулевой точки. К таким шкалам относятся температурная шкала Кельвина, шкалы измерения массы, длины и т.п.

Абсолютные шкалы являются частным случаем шкал отношений, в которых зафиксирована естественная единица измерения. В подобных шкалах выражают, например, молярные доли содержания веществ, коэффициенты трения, теплопроводности и т.п.

Первые две шкалы являются содержательно бедными и обычно не считаются метризуемыми, хотя, формально, для измерений в номинальных шкалах можно использовать дискретную метрику, а в качестве значений порядковых шкал принимать натуральные числа.

Отсутствие интерпретируемых метрик существенно ограничивает возможности применения методов кластерного или факторного анализа при обработке результатов измерений в номинальных и порядковых шкалах. Тем не менее, такая необходимость возникает при моделировании информационных процессов, идентификаторам которых приписываются, как правило, номинальные значения. В таких значениях выражаются, в частности сигнатуры сетевых атак или кодов вредоносных программ.

Ниже будет приведена формальная процедура отображения номинальной шкалы в декартово произведение интервальных шкал с естественной евклидовой метрикой.

Рассмотрим номинальную шкалу, соответствующую n различным классам объектов и фактор-множество $\Pi = \{\pi_1, \pi_2, .., \pi_n\}$. Определим расстояние между классами π_k и π_s в соответствии с дискретной метрикой

$$\rho_{\Pi}(\pi_k, \pi_s) = \begin{cases} \alpha, \pi_k \neq \pi_s \\ 0, \pi_k = \pi_s \end{cases},$$

где $\alpha > 0$ будет определено позднее. Понятно, что дискретная метрика фактически является индикатором класса и адекватно моделирует измерения в номинальной шкале.

Рассмотрим булеан $B = 2^C$ над n-элементным множеством $C = \{1,2,..,n\}$ с метрикой Фреше-Никодима [2]

$$\rho_B(c_1, c_2) = \mu(c_1 \triangle c_2),$$

где $c_1 \triangle c_2$- симметрическая разность множеств $c_1, c_2 \in 2^C$, а $\mu(c) = |c|$- мощность конечного множества c.

Рассмотрим семейство одноэлементных подмножеств множества C

$$S = \{\{k\} \mid k \in C\}.$$

Определим масштабированную метрику на S

$$\rho_S(\{k\}, \{s\}) = \frac{\alpha}{2} \cdot \rho_B(\{k\}, \{s\}).$$

Определим изометрию $f_1: \Pi \to S$ метрических пространств $\langle \Pi, \rho_\Pi \rangle$ и $\langle S, \rho_S \rangle$

$$f_1(\pi_k) = \{k\}.$$

Представим индикатор подмножества $\{k\} \in 2^C$ в виде кортежа длины n с единицей в k-ой позиции $\chi_k = (0,0,..,1,..,0) \in \mathbb{R}^n$. Обозначим $\rho_{\mathbb{R}^n}$- евклидову метрику на $\mathbb{R}^n$. Понятно, что

$$\rho_\Pi(\pi_k, \pi_s) = \rho_S(\{k\}, \{s\}) = \frac{\alpha}{\sqrt{2}} \cdot \rho_{\mathbb{R}^n}(\chi_k, \chi_s).$$

Полагая $\alpha = \sqrt{2}$ и обозначая

$$\mathrm{X} = \{\chi_k \mid k \in C\} \subset \mathbb{R}^n,$$

определим изометрию $f_2: \Pi \to \mathrm{X}$ пространств $\langle \Pi, \rho_\Pi \rangle$ и $\langle \mathrm{X}, \rho_{\mathbb{R}^n} \rangle$

$$f_2(\pi_k) = \chi_k.$$

Таким образом, измерения в одной номинальной шкале с n классификационными разрядами могут быть интерпретированы как измерения в n интервальных шкалах с евклидовой метрикой.

Обобщим сказанное на случай измерений m различных свойств объекта в номинальных шкалах.

Рассмотрим семейство из m номинальных шкал и соответствующее ему семейство фактор-множеств $\{\Pi_i\}_{i=1}^m$, где $\Pi_i = \{\pi_1^i, \pi_2^i, .., \pi_{n_i}^i\}$. По аналогии с предыдущим определим семейства $\{C_i\}_{i=1}^m$, $\{S_i\}_{i=1}^m$, $\{\mathrm{X}_i\}_{i=1}^m$, где $C_i = \{1,2,..,n_i\}$, $S_i = \{\{k\} \mid k \in C_i\}$, $\mathrm{X}_i = \{\chi_k^i \mid k \in C_i\} \subset \mathbb{R}^{n_i}$.

Обозначим $\Pi^m = \bigotimes_{i=1}^m \Pi_i$– декартово произведение фактор-множеств Π_i $\mathrm{X}^m = \bigotimes_{i=1}^m \mathrm{X}_i \subset \mathbb{R}^{\sum_{i=1}^m n_i}$– декартово произведение множеств X_i.

Обозначим $\pi_{k^m} = (\pi_{k_1}^1, \pi_{k_2}^2, .., \pi_{k_m}^m) \in \Pi^m$, $\pi_{s^m} = (\pi_{s_1}^1, \pi_{s_2}^2, .., \pi_{s_m}^m) \in \Pi^m$, $\chi_{k^m} = (\chi_{k_1}^1, \chi_{k_2}^2, .., \chi_{k_m}^m) \in \mathrm{X}^m$, $\chi_{s^m} = (\chi_{s_1}^1, \chi_{s_2}^2, .., \chi_{s_m}^m) \in \mathrm{X}^m \subset \mathbb{R}^{\sum_{i=1}^m n_i}$, $k^m = (k_1, k_2, .., k_m)$, $s^m = (s_1, s_2, .., s_m)$, и положим

$$\rho_{\Pi^m}(\pi_{k^m}, \pi_{s^m}) = \rho_{\mathbb{R}^{\sum_{i=1}^m n_i}}(\chi_{k^m}, \chi_{s^m}).$$

Вообще говоря, используя скалярное произведение на $\mathbb{R}^{\sum_{i=1}^m n_i}$, можно индуцировать и скалярное произведение на Π^m, полагая

$$(\pi_{k^m}, \pi_{s^m})_{\Pi^m} = (\chi_{k^m}, \chi_{s^m})_{\mathbb{R}^{\sum_{i=1}^{m} n_i}},$$

как это делается, например, во множественном анализе соответствий [3-4]. При таком подходе измерения в одной номинальной шкале трактуются как некоррелированные случайные величины.

Рассмотренная процедура легко обобщается на случай измерений, проводимых одновременно как в номинальных, так и в интервальных шкалах. Ее очевидным недостатком является каскадный рост размерности данных в зависимости от увеличения разрядности номинальных шкал.

Литература

1. Фридман, А Э. Основы метрологии. Современный курс [Текст] / А. Э. Фридман. – С-Пб.: НПО «Профессионал», 2008. – 284 с.: ил.

2. Богачев, В. И. Основы теории меры [Текст]: в 2 т. / В.И. Богачев - Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003.

3. Benzerci J.-P. Analyse des Donnes. Tome 2. L' analyse de correspondences. Paris: Dunod. 1973.

4. Greenacre M. Multiple and Joint Correspondence Analysis / Correspondence Analysis in the Social Sciences (pp.141-161). San Diego, CA: Academic Press. 1994.

О.В. Чернов, М.С. Шкиндеров, Р.М. Гизатуллин

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ПО ДВУХПРОВОДНОЙ ЛИНИИ СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЗДАНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Проблема борьбы с электромагнитными помехами, в том числе и преднамеренной ее разновидностью, становятся с каждым годом все более актуальной и в настоящее время рассматривается как неотъемлемая часть задачи информационной безопасности. Еще лет пятнадцать тому назад никто из гражданских потребителей электронных систем и не задумывался, что уже существует такая ветвь информационного терроризма как «электромагнитный терроризм». По определению, электромагнитный терроризм определяется как преднамеренная вредная генерация электромагнитной энергии, создающая помехи или сигналы в электронных системах и тем самым приводящая к сбою, повреждению или разрушению этих систем. При этом одним из наиболее вероятных и опасных путей воздействия преднамеренных электромагнитных помех (ЭМП) на электронные системы является сеть электропитания [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Сообщество электромагнитной совместимости, которое имеет значительный опыт разрешения проблем непреднамеренных электромагнитных помех, несёт определенную ответственность по решению этой проблемы и введению разумных стандартов.

Хорошо известно, что в большинстве случаев, электропроводка здания

обеспечивает эффективный перенос потенциально разрушительной энергии в электронные средства (ЭС). Но при этом интерес представляет как изменяются параметры ЭМ импульса, а именно его форма, фронт и длительность, в зависимости от длины распространения в линии.

Целью данной работы является анализ параметров введенных микросекундных импульсных ЭМП на конце исследуемой двухпроводной линии электропитания в зависимости от длины распространения.

В работе рассматриваются типичные микросекундные ЭМП импульсы [7], воздействующие по сети электропитания (табл. 1). Наиболее часто форма импульсов представляет собой двойную экспоненту.

Таблица 1

Параметры ЭМ импульсов, распространяющихся по линии электропитания

№	Длительность фронта, $t_{фр}$	Длительность импульса на уровне 50 %, $t_{50\%}$
1	1 мкс	10 мкс
2	1,2 мкс	50 мкс
3	10 мкс	700 мкс

Анализ параметров введенного ЭМ импульса на конце линии, в зависимости от длины его распространения проводится в программном комплексе схемотехнического моделирования ПА-9. Для проведения имитационного моделирования разработана модель источника преднамеренных ЭМП воздействий и модель двухпроводной линии длиной от 1 до 30 метров (рис. 1).

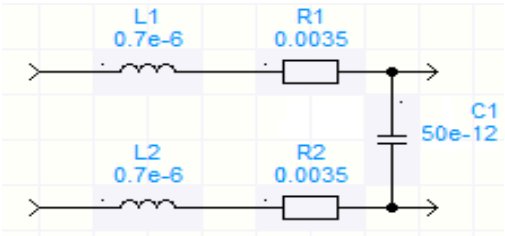


Рис. 1. Модель двухпроводной линии (фрагмент 1 м)

Результатом проведенных исследований являются графики зависимости напряжения микросекундного импульса ЭМП в линии для различных длин. Например, на рис. 2 наглядно видно, как изменяет параметры импульса ЭМП с микросекундными параметрами (№2, табл. 1). На рис. 3 приведен график изменения фронта и длительности введенного импульса ЭМП как функция от длины его распространения по линии.

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы: введенное в двухпроводную линию электропроводки здания микросекундный импульс ЭМП на выходе линии почти полностью сохраняется, т.е отсутствует изменение ее формы, а также видно несущественное изменение фронта и длительности на рассматриваемой длине электропроводки.

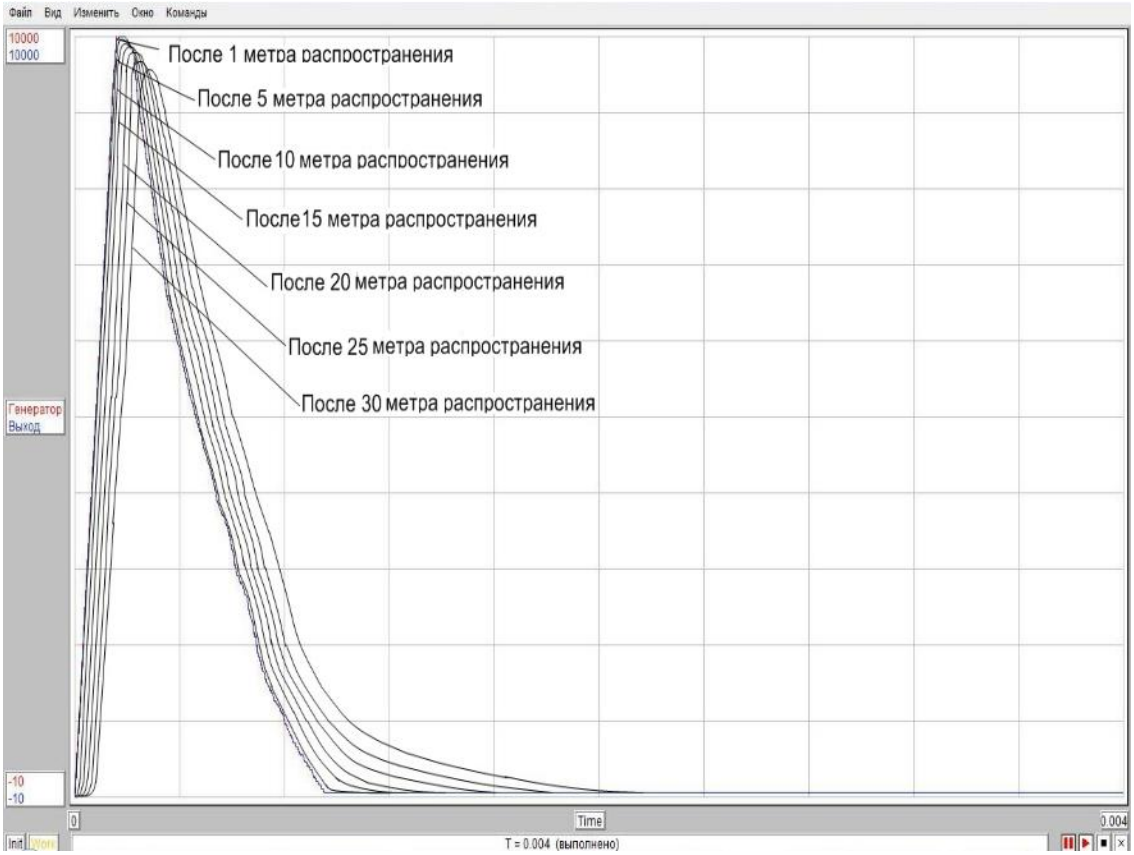


Рис. 2. Изменение напряжения ЭМ импульса
при различных длинах распространения

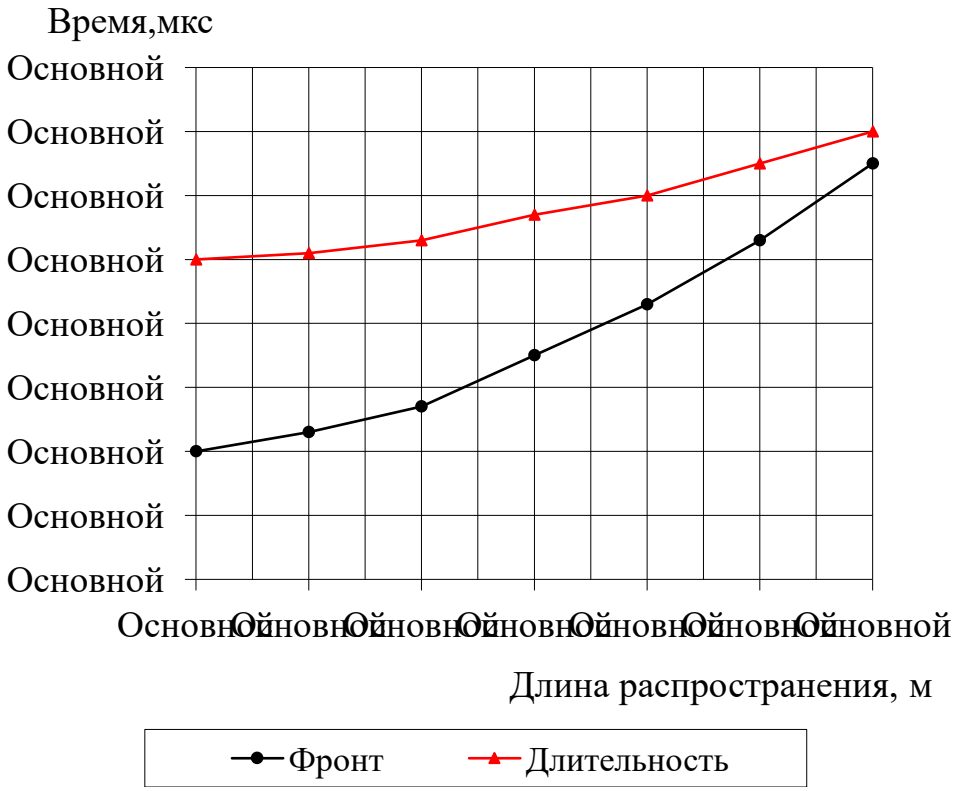


Рис. 3. Изменения фронта и длительности введенного ЭМ импульса в двухпроводной линии как функция от длины распространения

При этом, как представлено в [8, 9], внешние и внутренние устройств защиты электронных систем от помех по сетям электропитания при воздействии микросекундных ЭМП не всегда являются достаточно эффективными. Например, при воздействии микросекундных ЭМП с амплитудой до 1000 В применение внешних защитных устройств практически не влияет на величину электромагнитной помехи на выходе источника вторичного электропитания устройств. Воздействие микросекундных ЭМП с амплитудой более 2000 В, устройства защиты выдерживают только ограниченное количество раз, далее происходит физическое разрушение защитных элементов. Для повышения информационной безопасности электронных систем при преднамеренных воздействиях ЭМИ по сети электропитания возможно применение существующих и новых технических решений [10, 11, 12, 13].

Литература

1. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 104-110.

2. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.

5. Гут Р.В., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы ранговой фильтрации в системах видеонаблюдения//Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 71-73.

6. Обухов А.В., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы автоматического распознавания автомобильных номеров// Вестник Чувашского университета. 2016. №3. С.201-208.

7. Mansson D., Nilsson T., Thottappillil R. Propagation of UWB Transients in Low-Voltage Installation Power Cables// IEEE Transactions on electromagnetic compatibility, vol. 49, no. 3, August 2007.

8. Гизатуллин Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.

9. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование помехоустойчивости вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электро-

питания // Радиотехника и электроника. – 2016. – №5. – С. 500–504.

10.Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники. – 2015. – №6.- С. 2.

11.Белоусов А.О., Газизов Т.Р., Заболоцкий А.М. Многопроводная микрополосковая линия как модальный фильтр для защиты от сверхкоротких импульсов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – №3. – С. 124-128.

12. Газизов А.Т., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Разложение сверхкороткого импульса в структурах с лицевой связью // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2017. – №3. – С. 70-75.

13. Белоусов А.О., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Экспериментальное подтверждение модельной фильтрации в многопроводной микрополосковой линии // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. – №3. – С. 51-54.

М.С. Шкиндеров, О.В. Чернов, Р.М. Гизатуллин

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ПО ДВУХПРОВОДНОЙ ЛИНИИ СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЗДАНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

За прошлые годы произошло увеличение активности в области преднамеренных электромагнитных (ЭМ) помех, которые иногда упоминаются как «электромагнитный терроризм», что в нормативных документах относится к задаче информационной безопасности. В то время как больше всего внимания было сосредоточено на «излучающей» угрозе, совершенно ясно, что не надо забывать об угрозе кондуктивных помех. Кондуктивные угрозы включают то, что произведено с помощью наведения в линию излучающего поля и от прямого ввода кондуктивных помех в электропроводку, например, здания [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Хорошо известно, что в большинстве случаев, электропроводка здания обеспечивает эффективный перенос потенциально разрушительной энергии в электронные средства (ЭС). Но при этом интерес представляет как изменяются параметры ЭМ импульса, а именно его форма, фронт и длительность, в зависимости от длины распространения в линии.

Целью данной работы является анализ параметров введенных наносекундных ЭМ импульсов на конце исследуемой двухпроводной линии в зависимости от длины распространения. На рис. 1 представлен способ подключения к двухпроводной линии генератора и нагрузки [4].

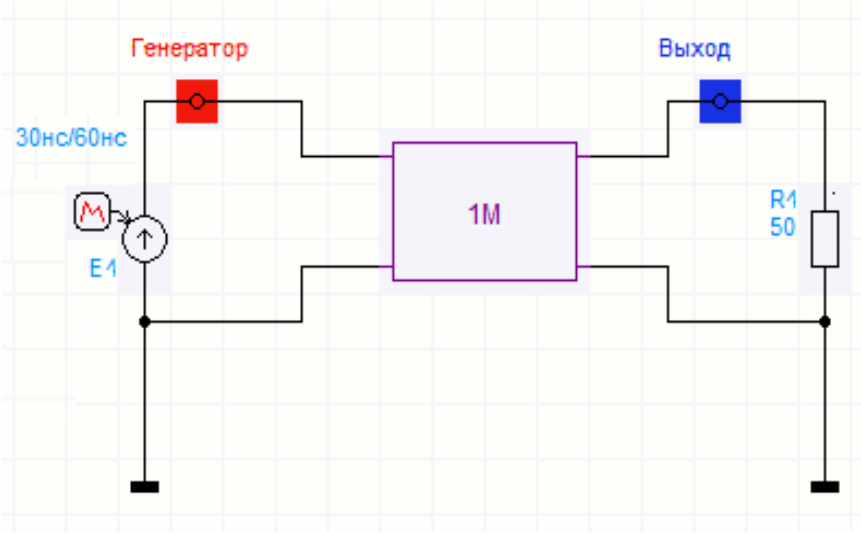


Рис. 1. Подключение генератора и нагрузки
к двухпроводной линии

В работе рассматриваются типичные наносекундные ЭМ импульсы, воздействующие по сети электропитания (табл. 1). Наиболее часто форма импульсов представляет собой двойную экспоненту [7].

Таблица 1

Параметры наносекундных ЭМ импульсов

№	Длительность фронта, $t_{фр}$	Длительность импульса на уровне 50%, $t_{50\%}$
1	30 нс	60 нс-1 мкс
2	5 нс	50 нс

Анализ параметров введенного наносекундного ЭМ импульса на конце линии, в зависимости от длины его распространения проводится в программном комплексе схемотехнического моделирования ПА-9. Для проведения имитационного моделирования разработана модель источника преднамеренных ЭМ воздействий и модель двухпроводной линии длиной от 1 до 30 метров.

Результатом проведенных исследований являются графики зависимости напряжения ЭМ импульса в линии для различных длин. Например, на рис. 2 наглядно видно, как изменяет параметры ЭМ импульс с наносекундными параметрами (№1, табл. 1). На рис. 3 приведен график изменения фронта и длительности введенного ЭМ импульса как функция от длины его распространения по линии.

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы: введенное в двухпроводную линию электропроводки здания ЭМ импульс с наносекундными параметрами на выходе линии существенно изменяет свою форму, а его фронт и длительность существенно возрастают с увеличением длины распространения.

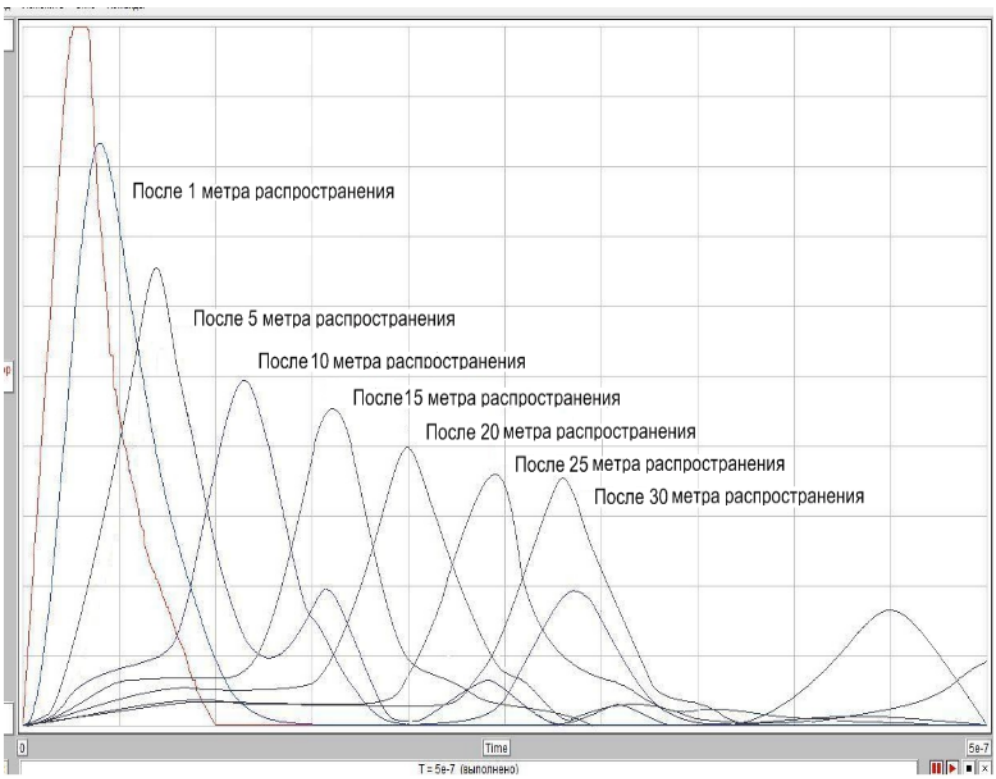


Рис. 2. Изменение напряжения ЭМ импульса
при различных длинах распространения

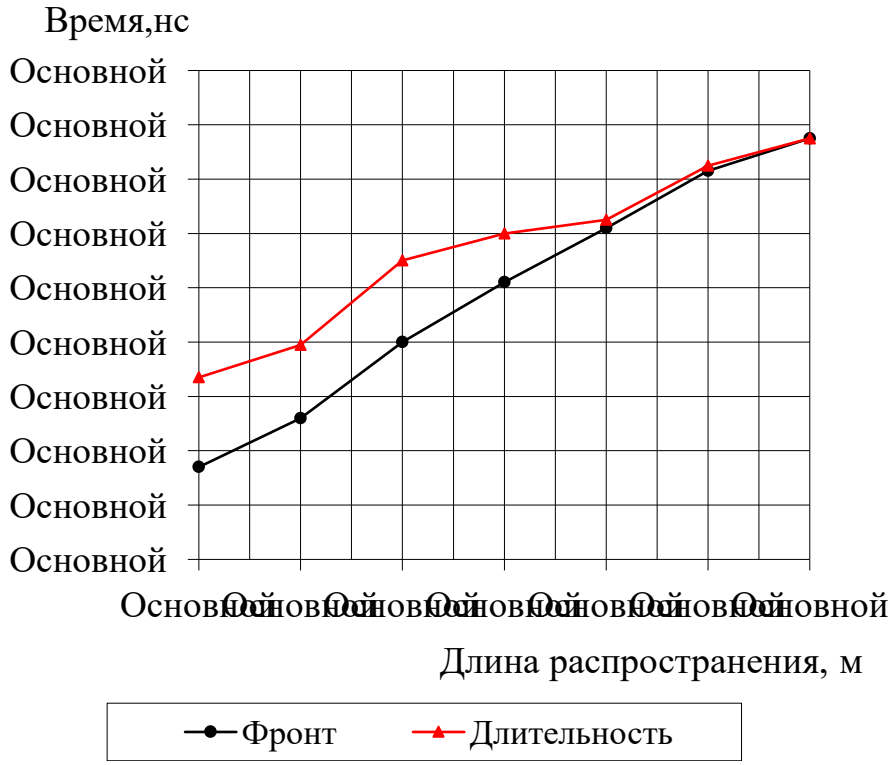


Рис. 3. Изменения фронта и длительности введенного ЭМ импульса в двухпроводной линии как функция от длины распространения

При этом, как представлено в [8, 9], при воздействии ЭМ с наносекундными параметрами применение устройств защиты от помех по сетям электропитания не дают существенного ослабления помех по сети электропитания. Предполагается, что рассмотренные типичные устройства защиты снижают только кондуктивную составляющую электромагнитных помех по сети электропитания, но в данном случае, проникновение высокочастотной составляющей ЭМ происходит за счет других путей, например, паразитных емкостей входных выходных цепей. Для повышения информационной безопасности электронных систем при преднамеренных воздействиях ЭМИ по сети электропитания возможно применение существующих и новых технических решений [10, 11, 12, 13].

Литература

1. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 104-110.

2. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.

5. Гут Р.В., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы ранговой фильтрации в системах видеонаблюдения//Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 71-73.

6. Обухов А.В., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы автоматического распознавания автомобильных номеров// Вестник Чувашского университета. 2016. №3. С.201-208.

7. Mansson D., Nilsson T., Thottappillil R. Propagation of UWB Transients in Low-Voltage Installation Power Cables// IEEE Transactions on electromagnetic compatibility, vol. 49, no. 3, August 2007.

8. Гизатуллин Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.

9. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование помехоустойчивости вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Радиотехника и электроника. – 2016. – №5. – С. 500–504.

10.Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.

11.Белоусов А.О., Газизов Т.Р., Заболоцкий А.М. Многопроводная микрополосковая линия как модальный фильтр для защиты от сверхкоротких импульсов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – №3. – С. 124-128.

12. Газизов А.Т., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Разложение сверхкороткого импульса в структурах с лицевой связью // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2017. – №3. – С. 70-75.

13. Белоусов А.О., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Экспериментальное подтверждение модельной фильтрации в многопроводной микрополосковой линии // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. – №3. – С. 51-54.

М.С. Шкиндеров, О.В. Чернов, Р.М. Гизатуллин

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПРЕДНАМЕРЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ МИКРОСЕКУНДНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ПО СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Прогнозы специалистов показывают, что вероятность использования электромагнитного воздействия по сетям электропитания растет год от года [1, 2]. При этом сеть электропитания и так является хорошим переносчиком непреднамеренных электромагнитных помех [3, 4]. Поэтому при разработке концепции безопасности объекта, в частности включающего в себя систему контроля управления доступом (СКУД), необходимо учитывать и возможность преднамеренного электромагнитного воздействия по сетям электропитания [5, 6, 7, 8, 9]. Для осуществления электромагнитного террора по сетям электропитания используется специальные технические средства, которые подключаются к сети непосредственно с помощью гальванической связи через конденсатор или с помощью индуктивной связи через трансформатор.

Целью данной работы является анализ функционирования цифровых элементов электронных средств (ЭС), в частности СКУД, при преднамеренных электромагнитных воздействиях по сети электропитания при различных способах подключения генератора электромагнитных импульсов (ЭМИ) к сети. Известно о существовании следующих способов подключения генератора ЭМИ к сети питания: фазой и нейтралью; фазой и заземлением; нейтралью и заземлением. В данной работе рассматривается первые два способа (рис. 1, рис. 2).

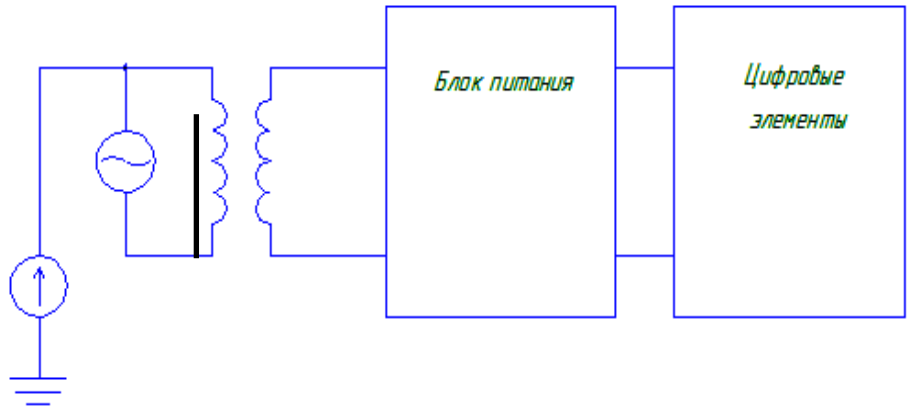


Рис. 1. Воздействие по сети питания при способе
подключения «фаза-земля»

Анализ функционирования цифровых элементов ЭС при воздействии по сети питания ЭМИ проводится в программном комплексе схемотехнического моделирования ПА-9 путем имитационного моделирования. Для проведения имитационного моделирования разработаны: модель источника преднамеренных электромагнитных воздействий по сети электропитания; упрощенная модель источника вторичного питания ЭС СКУД; модель цифрового функционального узла СКУД на основе ТТЛ логики.

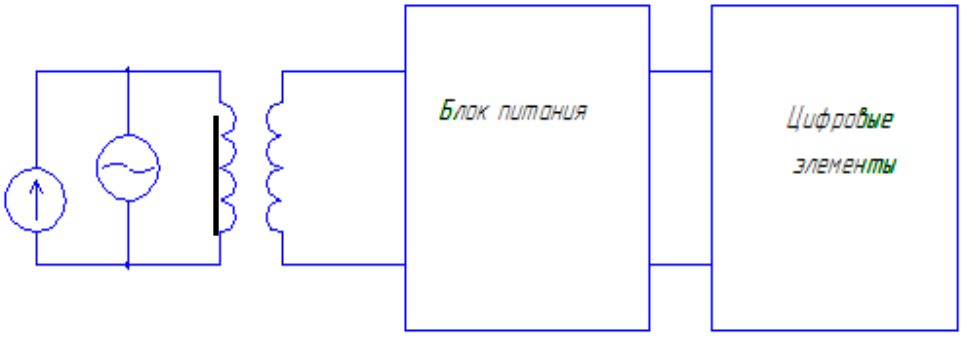


Рис. 2. Воздействие по сети питания при способе
подключения «фаза-нейтраль»

В работе рассматриваются типичные электромагнитные импульсы, воздействующие по сети питания (табл. 1). Наиболее часто, форма импульсов представляет собой двойную экспоненту.

Таблица 1. Параметры электромагнитных импульсов воздействующих по сети питания

№ импульса	Длительность фронта, $t_{фр}$	Длительность импульса на уровне 50 %, $t_{50\%}$	Пиковое значение Um, кВ	Частота повторения импульсов
1	30 нс	1 мкс-5 мкс	1,5	5 Гц
2	1 мкс	10 мкс	5-15	-
3	1,2 мкс	50 мкс	0,5-4,5	12 импульсов в минуту
4	10 мкс	700 мкс	0,5-4,5	-

В результате проведенного анализа функционирования цифровых элементов ЭС, построены графики зависимости минимальной амплитуды напряжения импульса, приводящего к сбою от его длительности воздействия при различных способах подключения генератора ЭМИ к сети электропитания (рис. 3, рис. 4).

Таким образом, по результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы: увеличение длительности воздействия микросекундных ЭМИ в сети электропитания приводит к снижению минимального уровня амплитуды напряжения, приводящего к сбою в работе цифрового элемента; минимальный уровень амплитуды напряжения микросекундных ЭМИ в сети электропитания, приводящий к сбою цифрового элемента составляет от 500 до 7000 В; способ подключения генератора ЭМИ к сети электропитания «фаза-нейтраль» более опасна, чем «фаза-земля», с точки зрения возможного нарушения функционирования цифрового элемента. Для повышения информационной безопасности электронных систем возможно применение существующих и новых технических решений [10, 11, 12, 13].

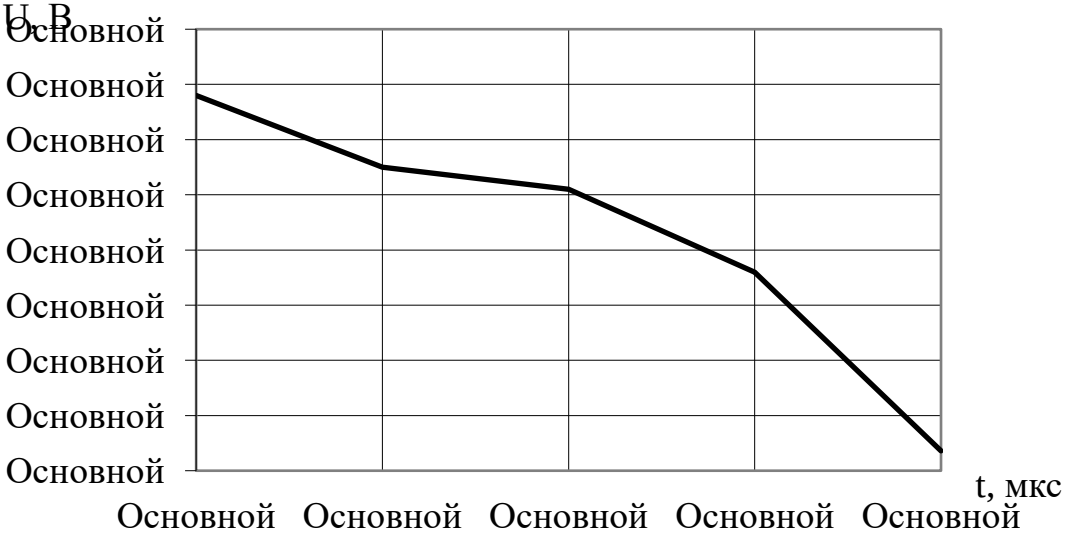


Рис. 4. Зависимость минимальной амплитуды напряжения ЭМИ, приводящего к сбою цифрового элемента от его длительности (50%) воздействия при способе подключения «фаза-земля»

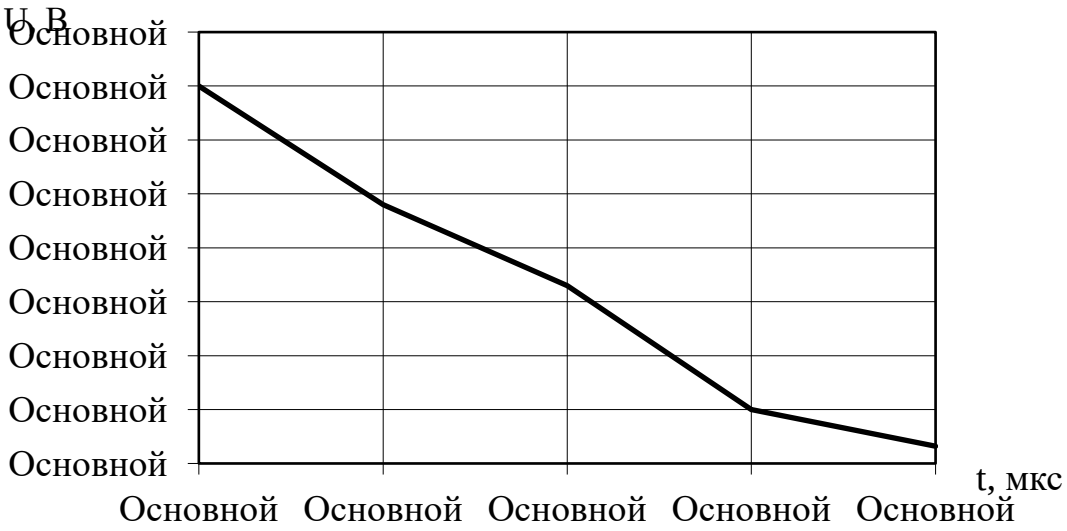


Рис. 3. Зависимость минимальной амплитуды напряжения ЭМИ, приводящего его к сбою цифрового элемента от его длительности (50%) воздействия при способе подключения «фаза-нейтраль»

Литература

1. Электромагнитный терроризм на рубеже тысячелетия // Под. ред. Т.Р. Газизова. Томск: Изд-во ТГУ, 2002. – 206 с.

2. Кечиев Л.Н., Степанов П.В. ЭМС и информационная безопасность в системах телекоммуникации: - М.: Издательский Дом «Технологии», 2005. – 320 с.

3. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.

4. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Моделирование электромагнитного воздействия на электронные средства по сети электропитания здания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. – №7-8. – С. 104-110.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Исследование помехоустойчивости вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Радиотехника и электроника. – 2016. – №5. – С. 500–504.

8. Гут Р.В., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы ранговой фильтрации в системах видеонаблюдения//Вестник технологи-

ческого университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 71-73.

9. Обухов А.В., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы автоматического распознавания автомобильных номеров// Вестник Чувашского университета. 2016. №3. С.201-208.

10.Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. – 2015. – №6.- С. 2.

11.Белоусов А.О., Газизов Т.Р., Заболоцкий А.М. Многопроводная микрополосковая линия как модальный фильтр для защиты от сверхкоротких импульсов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – №3. – С. 124-128.

12. Газизов А.Т., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Разложение сверхкороткого импульса в структурах с лицевой связью // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2017. – №3. – С. 70-75.

13. Белоусов А.О., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Экспериментальное подтверждение модельной фильтрации в многопроводной микрополосковой линии // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. – №3. – С. 51-54.

Д. Шкирдов

МЕТОД ЛОВУШЕК ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ЧЕРНЫХ СПИСКОВ АТАКУЮЩИХ АДРЕСОВ

(Самарский университет)

Ни для кого не секрет, что в современном мире киберпреступления активно развиваются. Сетевые ловушки являются относительно новым способом борьбы с постоянно развивающимися сценариями атак. Сетевая ловушка (она же honeypot) –это система, представляющая из себя приманку для злоумышленника. Она обычно состоит из компьютера, программ и информации, которые вместе симулируют поведение реальной системы, являющейся частью сети. Сама ловушка изолирована и контролируется, и кажется содержит информацию или ресурс, представляющий ценность для злоумышленников [1]. Добросовестным пользователям нет смысла подключаться к такой системе, поэтому наблюдение за попытками получить доступ к ловушке и активностью в ней позволяет получить сведения об уровне угроз реальной системе. Информация, полученная в результате работы ловушки сетевых служб, систематизируется и анализируется.

Для обнаружения и анализа аномальной сетевой активности IP адресов была создана инфраструктура, основанная на понятии ловушки(приманки). В качестве ловушки используется сервер с установленным на нём программным

обеспечением [2]. Данное программное обеспечение реализует ряд популярных интернет-сервисов, приведенных в Таблице 1.

Таблица 1 – основные сервисы на сервере-ловушке

Программное обеспечение	Протокол или служба
Asterisk	Интернет-телефония
Apache, Nginx	HTTP, веб-сервис
Devecot, Exim	Электронная почта
Mysql	Базы данных mysql
Samba	Служба доступа к сетевым ресурсам
Squid	Web Proxy
OpenSSH-server	Безопасное удаленное управление, ssh
Vsftpd	Протокол передачи файлов, ftp
Bind9	Сервис доменных имен, DNS
iptables	Межсетевой экран

Установленные на сервере-ловушке сервисы были выбраны из расчета их популярности и потенциальных возможностей их взлома.

Для повышения точности анализа данных были установлены подобные сервера в других частях мира. Сервера установлены в Самаре, Крыму, Ростове-на-Дону, а также США. Данные сервера не наполнялись информацией, в поисковые системы не передавались, доменные имена не присваивались. Именно поэтому любые запросы к данному сервису можно считать, как аномальную сетевую активность.

Целью данной работы является анализ поступающих запросов: определяется частота запросов на сервисы, их тип, количество атакующих IP-адресов, их географическое местоположение и сравнение полученных данных.

В ходе эксперимента каждый сервис на каждом сервере анализировался следующим образом, на примере сервиса SIP-телефонии: Было выявлено два типа атак:

- Попытки дозвониться на внутренний номер с целью поиска номера для дальнейшего подбора пароля
- Попытки подбора пароля к внутренним номерам

Проводился анализ IP-адресов, которые отправляли запросы на несколько серверов-ловушек.

Таблица 2 - Количество уникальных IP-адресов, совпавших между серверами-ловушками.

	США	**Крым**	**Ростов-на Дону**	**Самара**
США	353	59%	23%	18%
Крым	304	468	45%	32%
Ростов-на-Дону	148	281	444	27%
Самара	160	279	304	691

Составлялся черный список атакующих IP-адресов, в который входили IP-адреса атаковавших сразу два и более серверов и отправивших 3 и более запросов, а также производился анализ исходя из их географического местоположения.

В черный список для SIP-телефонии вошло 1063 IP-адреса. После анализа их географического местоположения можно сделать вывод, что среди атакующих, 85% IP-адресов расположены в странах НАТО.

Литература

1. Bao, J. Research on network security of defense based on Honeypot [Текст] / Bao, J., Ji C., Gao M. // Computer Application and System Modeling (ICCASM), 2010 International Conference on. – IEEE, 2010. – Т. 10. – С. V10-299-V10-302.

2. Sukhov A. M. Analysis of Internet service user audiences for network security problems / A.M. Sukhov, E.S. Sagatov, A.V. Baskakov //Telecommunication Technologies (ISTT), 2014 IEEE 2nd International Symposium on. – IEEE, 2014. – С. 214-219.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

G.A. Akramova

E-COMMERCE DEVELOPMENT IN UZBEKISTAN

(Ferghana Branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al - Khorezmi)

Electronic business is a way of earning money through electronic devices. There is another definition of e-business: e-business is the provision of services or an end-product through electronic means. Television, telephone, Internet are such.

Electronic business is a qualitatively new work technology that allows the company to achieve a competitive advantage by improving its customer service and optimizing business relationships with partners. Internet technologies are one of the main, but not the only key aspect in e-business.

E-commerce is one of the elements of e-business. It is associated with the implementation of marketing functions, including the sale of goods and services via the Internet to the consumer. Most experts identify two components of e-business.

Electronic Business (e-Business) is any form of business process in which interaction between subjects occurs electronically. It is important to distinguish e-business from e-commerce. "Online" sales or e-commerce (e-Commerce) is a process performed electronically, as a result of which the ownership or right to use the product / service was transferred from one person to another. From this point of view, E-commerce is a special case of Electronic Business.

The combination of the words "electronic business" contains the main idea, that is, to make formalized business transactions electronic and transfer them to the Internet environment. Although it seems simple, the essence of e-business is not limited to software and computers, as a traditional enterprise does not consist only of an office and a copying machine. The implementation of a simple and understandable idea requires a review of the entire model of business turnover. Like traditional, e-business requires an integrated approach, including planning and management, supported by technology, processes and structure. In the case of e-business, the main burden of support lies on safe and reliable software and hardware, networks, communication channels and, of course, the Internet.

Why do we need e-business? The goals are known - to make the main business of the company more profitable, the company itself - more competitive.

Who needs an "e-business"? Any company, regardless of industry, thinks about how its business will develop, what happens to its industry, where the range of operational efficiency and competitiveness lies. And if more recently the achievement of a certain level of internal efficiency ensured the success of any business, at present the

situation has radically changed. The current situation is characterized by changes associated with the explosive development of information technology and telecommunications and, as a consequence, the globalization of business and the changing nature of the interaction between business process participants.

We are coming closer to the phenomenon called the "common information space", in which both information and means of delivery become personalized and accessible at any time at any point. Now it became obvious - those criteria of success, which until now were considered classical, are no longer enough.

Unprecedented high level of service, simple tools of communication with business partner and client, round-the-clock access to all elements involved in the order, that is full integration of the business partner into all production cycles of the enterprise, that is what is required for building long-term and mutually advantageous relationships .

The development of the Internet network, methods of automation of formalized business processes allow to effectively solve these problems in a technological way.

It is believed that e-business includes: sales, marketing, financial analysis, payments, employee search, user support and partnership support.

A business solution is a system that ensures the functioning of an e-business based on Internet technologies. The business solution can be realized in the form of a portal, catalog, e-store, etc.

A component of e-business is electronic commerce (e-commerce) - sales / purchases by electronic means.

Depending on the business model used, there are B2B systems (business relations between companies), B2C (interaction between the company and the end user), and B2B (the relationship between commercial structures and government agencies).

What is an e-business system? A full-featured e-business system is a complex integrated complex that includes a wide range of components that are different in nature.

The e-business system, as a rule, includes:

– Information exchange subsystems (for example, e-mail, instant messaging applications, etc.)
– Electronic workflow subsystems
– Subsystems for managing the company's resources (material, financial, human)
– Subsystems for the global search for data, the collection and sharing of knowledge
– Corporate web-offices, integrated with other subsystems of the company
– Subsystems of electronic commerce (e-commerce) for the organization of sales and purchases
– Subsystems for interaction with customers and partners
– Resource accounting subsystems (warehouse, logistics, etc.)
– Advantages of implementing an e-business system. The introduction of the e-business system allows the company:
– Increase profits

– Reduce costs
– Optimize internal and external information flows
– Significantly accelerate the business process (supply, production, sales, customer service)
– Reduce inventory
– Find new channels of marketing and distribution
– Improve the quality of customer service and efficiency with distributors
– Offer value added services to distributors and customers
– Get a long-term competitive advantage

E-business models

Cleaner models of e-business stand out:

Table №1 "Models of E-business"

	State (G)	Business (B)	Citizen (C)
State (G)	G2G	B2G	C2G
Business (B)	G2B	B2B	C2B
Citizen (C)	G2C	B2C	C2C

According to the nature of the transactions conducted, that is, depending on who is the consumer of the goods, services or information, all types of e-commerce can be divided as follows:

B2B (Business to Business) - as the seller, and the buyer of the goods or services are the commercial organizations. This group includes electronic markets and intra-organizational systems in which the Internet is used to organize interaction between units of the same enterprise. A large share of all transactions today in e-commerce today falls precisely on this model.

B2C (Business to Consumer), a business consumer - a seller of a product or service is a commercial enterprise, and the consumer is a private individual, the end user. This e-commerce model includes electronic stores, as well as enterprises that provide various services through e-commerce (electronic banking or brokerage services, ticket booking, travel services, education, etc.).

C2C (Consumer to Consumer), consumer - consumer - as a seller, and a buyer is a frequent person. In this model, the consumer sells the product directly to the consumer.

C2B (Consumer to Business) - the seller of the goods or services is a private person, and the consumer is a commercial organization.

B2G (Business to Government), business government - transactions are conducted between a commercial enterprise and a governmental organization, usually in the form of public procurement.

G2B (Government to Business) government-to-business - the use of e-commerce tools to exchange information and reduce costs (primarily on the flow of documents). It is at the stage of origin, but it has prospects for rapid development in

such areas as reimbursement of value added tax and payment of corporate tax payments.

C2G (Consumer to Government), consumer - government - one of the participants is an individual, and the other is a government structure.

G2C (Government to Consumer), the consumer government - as long as there is only theory, its growth is associated with various kinds of social payments.

G2G (Government to Government), the government (budgetary organization) - the government (budgetary organization) - is a system of networks and software applications for the exchange of information and the reduction of government structures and other budgetary (non-profit) organizations. In addition, such transactions include transactions between budgetary organizations, whose goal is to reduce costs.

Models B2B and B2C are the main in e-commerce, as they provide the most part of transactions in the Internet.

References

1. Balabanov I.T. Electronic commerce.- St. Petersburg: Peter, 2014

2. E-commerce: A Textbook for Universities, Balabanov IT, 2011

3. The fundamentals of e-business E-Business Essentials, Matt Haig, Moscow, 2012

G.A. Akramova

THEORETICAL ASPECTS OF E-BUSINESS IN UZBEKISTAN

(Ferghana Branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al - Khorezmi)

The beginning of the third millennium becomes a period of analysis of the enormous potential of information and communication technologies for mankind and their use in various fields of economy and international business. Modern achievements in the development of global information and communication technologies (Internet technologies) led to a rapid growth of economic activity, called "electronic commerce (commerce)".

Expanding everywhere and offering an ever wider range of goods and services, e-commerce becomes an instrument for integrating individuals, enterprises, industries, government agencies and states into a single community within which the interaction of partners is efficiently and seamlessly implemented by means of information and telecommunication technologies. The use of modern information technologies and communication systems (electronic data interchange, Internet, e-mail, electronic payments) is able to bring to a qualitatively new level all aspects of business.

The development of e-commerce and the increase in its volume will be accompanied and already accompanied by a number of positive effects for the global and Russian economy. These are the results of the expansion of e-commerce: first of all, reduction of transaction costs, trade facilitation, expansion of opportunities for in-

vestment inflow, expansion of geography and accessibility for participation in business, increased competition.

In the country should take a worthy place among the countries participating in the development of the Internet and e-commerce. Reforming the Russian economy, its integration into the world economy, urgently requires the expansion of the use of modern information technologies, including e-commerce, both in business activities and in government activities. Despite some economic difficulties, electronic trading systems are already actively developing in Russia. However, a lot of effort is required, first of all from the state authorities, in order to successfully take advantage of all the advantages that e-commerce brings.

In previous years, before the advent of the Internet, the opportunities for trade were very limited compared to the opportunities that opened up for it new technologies and information infrastructures. The main factors of limitation were time and space. Even if the store worked around the clock, only those customers who lived somewhere nearby visited it. In addition, the store could offer a relatively meager range of goods, as the store space is physically limited.

The store on the Internet is not limited in space and time. The range of products that the store offers is also unlimited. For example, Amazon.com offers over 4.7 million books. Imagine a store that stores so much literature in its warehouse! True, this is not a very good comparison, because Amazon.com does not store books in stock, but orders them as needed. But Amazon.com provides information about each book.

Online retailers (sometimes called e-sellers) also offer more products than traditional sellers, as well as a wider range of services for each product. On the Internet, books, CDs and tickets are sold better than in trade establishments, since the consumer value of these goods is their content, not the design. The appearance of an airplane ticket does not matter; The buyer is interested in the price and the level of service in the plane. New technologies also make the Internet an excellent place to sell goods that are bought on the basis of emotions, thanks to their appearance, not content (so-called spontaneous purchases).

The Internet changes the traditional sales model, tactical in nature. Companies usually produce what can be sold, whether it is a product, service or information, and in their sales efforts are based on four key components of marketing (price, product, promotion and distribution). In the Internet, trade is becoming more strategic. If most companies view their products solely as a means of satisfying demand, then the Internet makes them see the entire sales cycle as the product (market mastering, demand creation, demand satisfaction, customer service, customer retention). In the tactical model, all these stages of the sales cycle are something like an inevitable application, added before and after the sale. In the strategic model, on the contrary, these are the most important components, from which a commercial message is compiled.

Many believe that e-commerce is the same as e-business, however, as is clear from our definition, e-commerce is only one component of e-business. Only end users who face the company only at the time of buying its products, can consider that e-commerce and e-business are one and the same. E-commerce is a kind of electronic

business that first appeared on the Internet, but the Internet can offer much more than just buying and selling goods and services.

Electronic pointers

Pointers are simply necessary in the search for the right goods and services. Telephone directories, the so-called "White Pages" with private numbers and "Yellow Pages" with phone numbers of organizations and institutions, will always help to find the right person or company. Telephone companies not only issue directories, but also offer the necessary information on special reference phones.

These two functions slowly moved to the Internet. The entire database is in one place, providing a centralized operation, but anyone can get information at any time anywhere in the world.

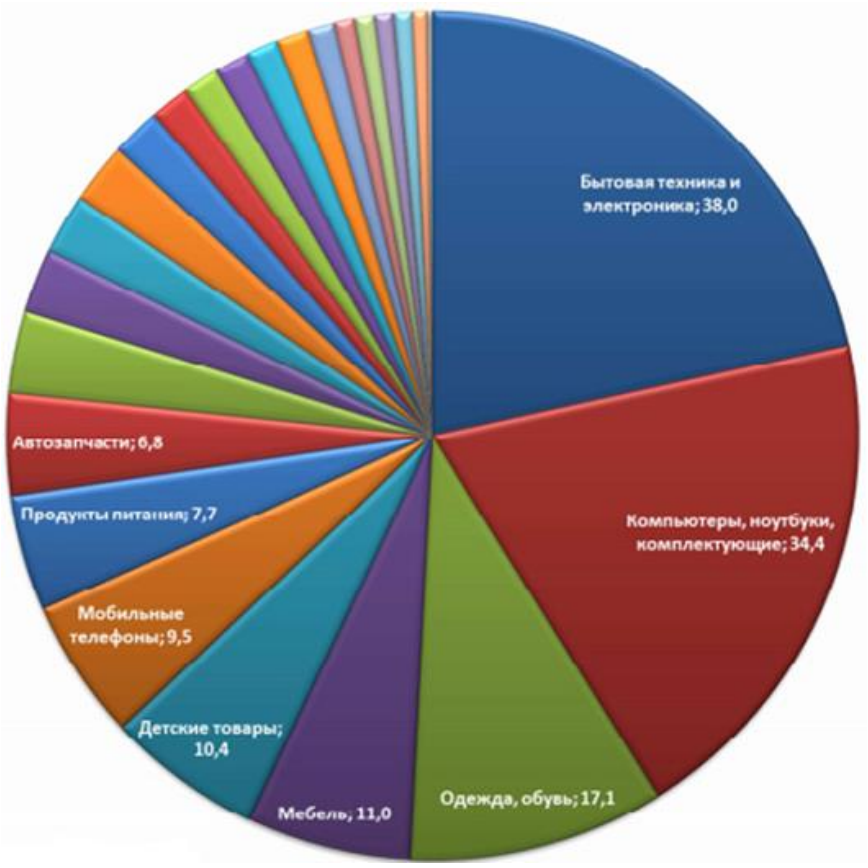


Fig. 1. The volume of online trade in different segments (billion soums)

The Internet provides the ability to replicate telephone directories in any quantity; Internet allows you to find out not only the phone number by the name of the owner. On the Internet you can find out the name of the person by his last name. Moreover, on the Web, soon there will be new directories with addresses of Web pages of individuals and with electronic addresses of companies.

Internet simultaneously simplifies and complicates obtaining of the necessary information. Simplifies, because it has powerful search tools. Complicating, because the search is hampered by the rapid growth in the amount of information that comes to the Internet every day.

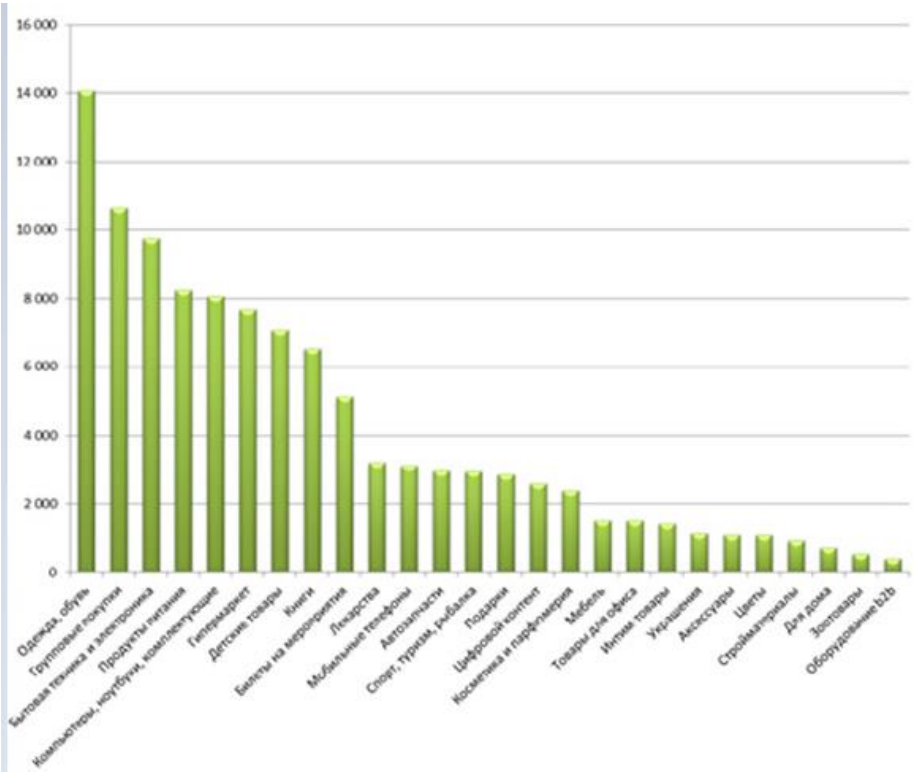


Fig. 2. Average daily number of orders by segments

References

1. Varatanova E.L. New problems and priorities of the digital epoch // Information Society, ı3, 2005

2. Bogdanov S. Business model for business / / Financier. - 2000. - № 2.

3. Khutorskoy A. Distance learning and its technology // Computerra. - 2002

4. Koshelev A. Internet - mail // Journal of ComputerPress. – 2001

Sh.N. Ganiyeva

SERVICE MANAGEMENT IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGIES

(Tashkent University of Information Technologies Fergana branch, Uzbekistan)

In the IT sphere, it is customary to use the terms "information technology services", "information technology services" (IT services) or "information technology services" (IT services).

In general, a "service" is an act or activity performed by one subject (a person, a technical device, a system) in the interests of another entity. Synonyms of this term are "help", "support". Services are temporary by nature, they can not be "accumulated", stored, they are produced and consumed at the same time. Currently, the formation of a large-scale service sector is continuing, which is a manifestation of the processes of entering the era of a "post-industrial society", the emergence of an econ-

omy of services, the formation of scientific knowledge, which are regarded as an independent element of productive forces.

The IT service is understood as the result of the activity of IT systems, which is presented in the form of information technologies and information necessary to support the activities of the business system (enterprise, organization, individual decision-maker). In this case, the IT service can mean both a function of ICT, and a separate application or element of ICT. The main thing is that the IT service allows the user (the consumer, the customer) to effectively use ICT to support or implement business processes.

The term "IT service management", or its English name Information Technologies Service Management (ITSM), should be interpreted as a methodology for managing IT services. The reason for the emergence of ITSM was a change in the general philosophy and concept of business: instead of orienting the business to optimize and reengineer internal business processes, they moved to the concept of "business on demand", according to which the decisive factor for creating competitive advantages is the provision of reactivity or business dynamism. ICT systems should provide IT services that meet the needs of the business in terms of quality, productivity, time, cost.

The interaction of the business system and the ICT system is based on a multilevel architecture.

The effectiveness of the business system depends on the speed of bringing to the market new products, works and services, the level of customer loyalty (consumers of products, works and services), the use of modern methods and controls to solve problems in the field of strategic management, marketing, business performance management. Therefore, the upper level of the architecture is a set of interrelated business processes, each of which requires appropriate support from the ICT system. Business processes are constantly being improved, and a quality management system is being implemented. In these conditions, ICTs become a critical factor in the success of business system efficiency growth, which determines the requirements for the ICT system, the composition and parameters of IT services.

Between the business system (the customer of IT services) and the IT department (the IT service provider), relationships are established on a mutually beneficial economic basis: the business system determines the composition and operational characteristics of IT services that meet business requirements, and the IT department takes on obligations to provide them. In the financial structure of enterprises and organizations for the purposes of management accounting, "cost centers" and "profit centers" are defined. If we approach the informatization of the management system as an event financed without taking into account the real return on investment and the impact of ICT on the efficiency of the business system, the IT department is seen as a cost center that is responsible only for the expenditure of financial resources for the creation and development of the ICT system. If the IT unit is an independent business unit, it is regarded as the center of responsibility, the profit center, being the main provider of IT services for the business system. In this case, the IT department com-

petes with other IT service providers for the business system, applies various methods of managing IT services.

The second level of architecture is the presentation of IT services to meet the requirements of the business system. At this level, the notion of "price" of IT services arises, and there is a need to create an IT services management system, i.e. ITSM.

The third level of architecture is focused on the technology of the processes of "production" and "support" of IT services, represented by technological processes of data processing. At this level, there are material and labor costs for the production of IT services. The technological processes themselves must meet the requirements of both technical and economic efficiency, take into account best practices and achievements in the field of data processing.

The fourth level of architecture is connected with the IT infrastructure of the ICT system, represented in the form of tangible and intangible ICT assets (software, hardware processing, IR), labor resources (IT staff). Here, the IT infrastructure is the platform for performing the technological processes of production and support of IT services. Investments in ICT are connected, first of all, with the formation of IT infrastructure. The effectiveness of ICT depends on the correctness of decisions in this matter.

The European Foundation for Quality Management (EFQM) has developed an IT service quality management model that complies with ISO-9000 series standards. The concept of this model is the constant perfection of IT services by cyclic execution of processes that form a vicious circle.

The EFQM model can be used in several ways:

• To justify the structure of the IT services management system;

• As a tool for self-assessment of IT services by identifying your place on the road to excellence, which helps to understand the shortcomings and then encourage solutions;

• As a system for developing and implementing initiatives to improve IT services;

• As a basis for creating a single language and a way of thinking applied at all levels of the organization.

Perfection is a way out for the minimum legislative requirements within which the organization operates and the application of efforts in order to understand and respond to the expectations of society.

The process of managing the quality of IT services. This process is considered as an integral part of the quality management process of the final product of an industrial enterprise.

Service model of information technology. The IT service model is implemented through the service management system, which is inextricably linked to the company management system. The new concept of an integrated management system - the business management system is based on the close integration of management components by both business and IT services, the quality and compliance of IT services with Business Assurance requirements. The management objects in the IT ser-

vice model are: the organization of IT departments, information resources and processes, IT policies and procedures.

Modern business systems have passed three stages of development. At the first stage, a quality management system is created (according to the requirements of ISO 9001), IT processes necessary to support business processes are established, requirements for information security, investment management in IT are defined. The production processes for the provision of IT services meet the requirements of ISO 20000-1.

According to the concept of the Capability Maturity Model Integration (CMMI) model of methodologies for improving processes in organizations, IT services are both a process and a product. Each separate IT service is based on a standard IT process and requires Tailoring to the needs and specificity of the client, as a result of which there is a service IT process for a particular client and a basic version (Baseline) of the officially approved configuration status. There are six main stages in the introduction of CMMI concepts into the IT service model.

References

1. Chong, A.Y.L., Ooi, K.B., Lin, B.S. and Raman, M. (2009) Factors affecting the adoption level of c-commerce: An empirical study, "Journal of Computer Information Systems", Vol. 50, No. 2, pp 13-22.
2. Cooper, R.B. and Zmud, R.W. (1990) Information technology implementation research - a technological diffusion approach, "Management Science", Vol. 36, No. 2, pp 123-139.
3. Davis, F.D. (1986) A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.

A.O. Komilov

POWER OF NETWORK PHOTOELECTRIC POWER STATIONS

(Ferghana Branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al - Khorezmi Uzbekistan, Fergana)

The power of the UPS in such systems is selected by the capacity of the redundant load and does not depend on the power of the solar cells. The power of the network inverter can be either more or less than the power of the UPS. To ensure the recovery of the system when the batteries are depleted in the power plant circuit, a small solar battery can be provided, which is connected to the AB through the charge controller (shown in dotted lines). If the interruptions are short-lived, then these elements can not be used.

The most universal are photovoltaic systems with a network inverter at the output of the UPS. Fig.1. In this scheme, power plant construction also uses a high-

efficiency network inverter, but unlike the previous scheme, in the absence of voltage network solar panels continue to feed the redundant load and charge the batteries.

In normal mode, if there is a voltage in the network, the network inverter supplies the terrain with redundant load, while the conversion efficiency of the inverter is very high - more than 90-95%. If the load consumes less than the solar panels produce, the excess energy goes to the charge of the batteries. If the load consumes more - then the missing energy is taken from the network. After the batteries are fully charged, the surplus energy is sent to the general one and feeds the rest of the load.

In the event of a power failure, the UPS switches to battery operation, and simultaneously provides a reference voltage for the network inverter. Because the energy of the sun continues to be used and in case of accidents in the networks. As with a network, surplus solar electricity is sent to the battery charge.

If the mains voltage is not lost, but has exceeded the permissible limits, the inverter is disconnected from such a network and continues to supply the critical load with a high-quality current - from the SAT and from the AB. The load connected to the inverter is powered by the voltage that is in the network.

Advantages of the system is the effective use of batteries (operation in the buffer mode), the effective use of renewable solar energy, possible recovery in the case of deep battery discharge, using a small SAT connected to the AB through the charge controller (roll by the dotted line).

The disadvantages include the need to use special hybrid autonomous inverters, which can charge AB from the output, and direct excess solar energy in there. Such an inverter must either give a signal to turn off the mains inverter, or increase the output frequency to control the network inverter (most network inverters stop working when the frequency parameters exceed the specified limits). To build such systems, inverter models are required that provide the above functions, for example, Steca Xtender XTN / CTM, SMA Sunny Island. Xantrex XW, RichElectric CombiPlus and others.

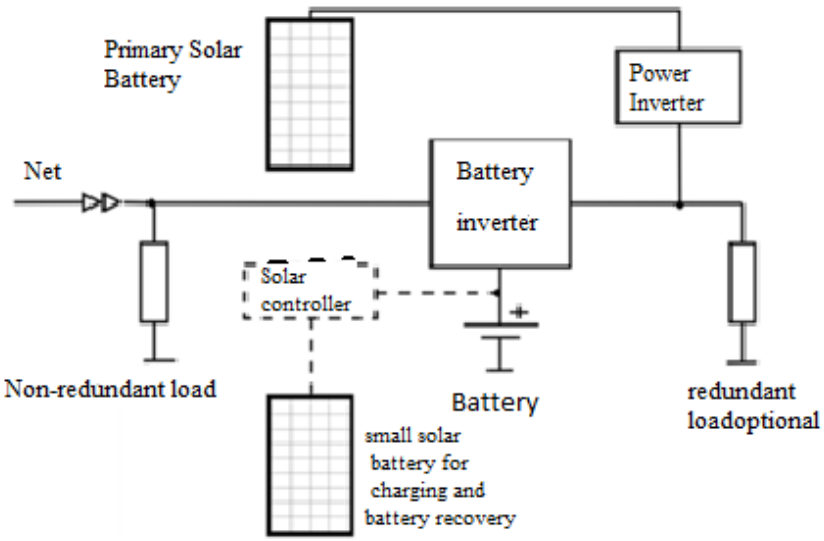


Fig.1. Network photoelectric power supply system with a network inverter at the UPS input

The performed comparative analysis of FES construction schemes shows that the application of network inverters and switching circuits shown in most cases increases the efficiency of the system, especially if most of the solar energy is consumed in daytime. The use of special UPS and the ability to charge AB from the output allows the use of network photoelectric inverters, even during breaks and power supply from a centralized network.

The analysis showed that the schemes of building PV systems are quite diverse and require the use of specialized power equipment. At the same time, the efficiency of the entire energy system will be largely determined by the composition and characteristics of the energy equipment used.

SMA Solar Technology AG [1] is one of the world's leading companies in the development, production and sale of power equipment and devices for building various power supply systems.

SMA technologies, developed using the latest advances in electronics, allow you to maximize efficiency from stand-alone, network and standby power systems based on both traditional and alternative energy sources. As a technological leader. SMA Solar Technology develops and manufactures high-performance inverters from 2 to 1000kW for installations of any size, all power classes and specifications.

The main activity of SMA is the development and manufacture of inverters. The inverter is technically the most important component of any power system in which DC generating plants are used, such as a solar battery, a wind generator, inverter power plants, etc. An inverter-voltage converter is a device that converts direct current to alternating current with specified parameters voltage, frequency). In addition, as an intellectual system, it controls and controls the operation of the entire energy system. SMA inverters are characterized by high efficiency. For example, the inverter developed Sunny Sunny Central, has an efficiency of more than 98%.

SMA offers a variety of inverter models that can be divided into three important characteristics: power, the method of switching on the DC side and the topology of the electrical circuit

An important technical characteristic of inverters is the method of switching on the DC side, which determines the possible options for connecting photoelectric modules with the inverter. This problem is caused by the fact that in many (especially large) photoelectric stations the solar battery can contain several arrays of photovoltaic modules, which have different illumination, and even a different type, and correspondingly, the energy characteristics. To maximize the use of solar energy, SMA has developed special multi-link inverters.

Multi-link inverters have two or more links of inputs, each of which has its own tracker for finding the maximum power point (MPR Tracker). Of special interest is an array of photovoltaic modules with many partial surfaces that are directed in different directions or partially shaded.

The main inverters have only one tracker for maximum power search, despite the higher output power. They are particularly suitable for the day of a large-scale photovoltaic station with a homogeneous array of photovoltaic modules.

From the point of view of the topology of the electrical circuit, it is common to distinguish between single-phase and three-phase inverters, and devices with transformers and beta. In most low-power photovoltaic systems, single-phase inverters are used. However, if the power plant capacity exceeds a certain level, it is necessary to use a system with several single-phase inverters or a three-phase inverter. Thus, the load of the three veils of the distribution network will be balanced.

The transformer serves for galvanic isolation between the photovoltaic system and the distribution grid (which is mandatory in some countries) and allows the grounding of the photoelectric module (a necessary condition for the operation of certain types of photovoltaic modules). Use of transformer inverters is preferable, because they have, as a rule, smaller weight and size indicators, and. in addition, have a high efficiency.

One of the most important tasks of the inverter is to maintain the optimum level of power produced by photovoltaic modules.

Depending on the temperature and intensity of the incident radiation, there is always an exact relationship between the strength of the electric current and the voltage, allowing the photovoltaic module to produce the maximum power. What is also called the maximum power point.

Since the temperature and intensity of the incident radiation are constantly changing (especially with the passage of clouds), the inverter control system must constantly monitor the maximum power point so that the photovoltaic modules produce the largest possible amount of electrical energy. For this purpose, a program called the "Maximum Power Tracker" is used. Multi-link inverters have in their composition several trackers of maximum power, so that differently arranged links work independently.

In addition to the solar battery, the inverter also controls the distribution network to which it is connected. If the output voltage and frequency do not match the set limit values, the photovoltaic power will be disconnected from the mains or the mains will be traversed to ensure safety, depending on the needs of the local network operator. However, if there is a slight increase in frequency, the inverter will accordingly reduce its power to meet the requirements for sept.

In addition, in most cases, almost every SMA inverter has a device that can safely interrupt the current from the photovoltaic modules. Photovoltaic modules function when they are lighted and can not be turned off. Disconnecting the inverter cable during operation can lead to dangerous electrical arcs that do not go out due to direct current.

SMA inverters correspond to the protection class IP65. which allows them to operate in the open air. To cool the electronic components of the device, SMA has developed a specialized and highly reliable OptiCool cooling system.

All models of inverters manufactured by SMA can be divided into two large groups: network and stand-alone (battery).

Network solar inverters SMA are designed for direct connection of photovoltaic modules with an alternating current network. The SUNNY BOY inverter lineup belongs to the network. SUNNY MINI CENTRAL and SUNNY TRIPOWER, which

convert the DC current produced by the solar modules into alternating current, standard frequency and amplitude, and direct it to the line. The SMA network inverters have high efficiency (up to 99%) and are protected by a housing of different operating conditions.

Referdences

1. Lukutin B.V. Surkov M.A. Non-traditional ways of producing electricity. Tutorial. - Tomsk: Izul-in the TPU. 2011. - 193s.

2. Lukutin B.V. Renewable energy in decentralized electricity supply. Monograph. Moscow: Energoatomizdat. 2008. 231s.

3. Lukutin BV Renewable energy sources. Electronic textbook. URL www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/01

4. The free encyclopedia. - URL: http: /Wikipedia.org.

A.O. Komilov

ALTERNATIVE SOURCES OF ELECTRICITY PREMIERE IN THE SYSTEMS OF TELECOMMUNICATIONS

(Ferghana Branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al - Khorezmi Uzbekistan, Fergana)

The modern market is considered one of the most promising in terms of alternative energy in the world.

However, energy efficiency in the country is developing at a slow pace. While a 3-5-kilowatt connection at a remote location with the installation of 40 poles will cost 19 million - the same is an autonomous power station - the consumer often prefers centralized systems. Often the reason for this decision is not the high cost of equipment for a solar power station or the reluctance to mess with documents, and the elementary ignorance of the matter.

What do you need to know about an individual solar power plant?



Fig. 1. Advantages and disadvantages of using solar panels

Benefits:

– Renewability

Unlike fossil fuels - coal, oil, gas, which are not being restored, the resource of the Sun, according to NASA, is at least 6.5 billion years.

– Eco logicality

The use of solar power plants is practically not accompanied by harmful emissions into the atmosphere. Compared with traditional sources of energy, this impact on the environment is negligible.

– Economical, low operating costs

Users of solar panels are independent of the growth of energy prices, while maintenance of solar-powered power systems is characterized by low costs - it is only necessary to clean solar cells several times a year, and the manufacturer's warranty on them is usually 20-25 years [1] .

Disadvantages:

– High cost

Installations of the entire generating set for a private house will cost in the amount of 7 thousand dollars and above.

– Inconsistencies

Due to the fact that sunlight is absent at night, and also on cloudy and rainy days, solar energy can not be considered a stable source of electricity. To accumulate it, you need to install additional equipment.

– High cost of energy storage

Batteries that allow you to accumulate energy and smooth, to some extent, the instability of solar energy supply, is distinguished by a high price that is not available to every homeowner.

– Minor pollution of the environment

Some technological processes for manufacturing solar panels are accompanied by the emission of greenhouse gases, nitrogen trifluoride and sulfur hexafluoride.

– Low power density

One of the important parameters of the electric power source is the average power density, measured in W / m2 and characterizing the amount of energy that can be obtained from a unit of energy source area. This indicator for solar radiation is 170 W / m2 - it is more than other renewable natural resources, but lower than oil, gas, coal and nuclear power. For this reason, to generate 1 kW of electricity from solar heat requires a large area of solar panels [1].

Due to low power density, the energy generated by solar batteries is problematic for devices and equipment that requires high power.

For example, during a heavy snowfall, the solar station will not work. And although there are about 20 such days in the year, from the inclusion of energy-intensive equipment - an oven, a boiler and a dishwasher - will have to be abandoned. For such cases, you can buy a small generator (power of 1-2 kW) - it is enough to charge batteries.

Also in the area of your residence often falls hail, there are storms, this is certainly a serious problem, because solar photovoltaics are quite easy to damage. In this case, the installation of a photovoltaic power generation system will require additional costs to protect it [2].

There are three types of solar systems

1. Systems in which solar heat is transferred to the heat carrier (antifreeze or water) circulating between the storage tank and the solar collector panel. Such systems have the highest efficiency.

2. Systems that heat air flowing from a room through a solar screen, after which heated air flows back into the room. Such systems are rarely used.

3. Solar batteries that produce directly constant electricity, which accumulates in large-capacity batteries and through a constant-energy converter into a variable is given to the consumer.

Very often 1 and 3 type work in complex. For example, batteries provide electricity for lighting and household appliances, and the collector heats the house and provides hot water.

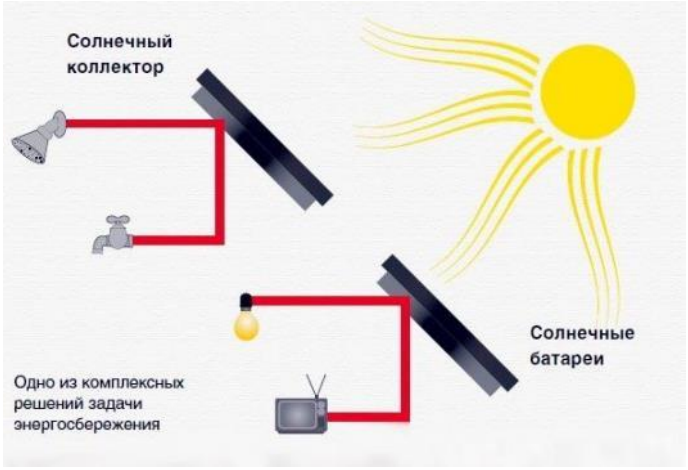


Fig. 2

How it works

The principle of solar cells is to produce a direct current due to the sunlight on the silicon wafer: the sun's rays hit the surface of the plates and shift the silicon electrons from the atomic orbits.

At the same time, the efficiency of solar batteries depends not only on the size, but also the intensity of the solar radiation, as well as the position of the solar modules. Therefore, the efficiency of batteries affects the weather, season, geographical location, etc.

The solar battery is a complex system in which a number of auxiliary devices are used to transfer energy to the consumer:

– DC converter - solar panels are capable of producing only a direct current, so an inverter is required to convert it;

– A power accumulator (battery) that emits current when the battery itself does not function (at night, for example);

– Voltage stabilizer, which equalizes the current drops;

– Battery indicator that monitors the charge [3].



Fig. 3

Solar panels for a house in the village

The climatic conditions in the village make the use of solar batteries advantageous: on its territory, annual solar radiation per square meter exceeds 5000 MJ.

Such indicators allow to receive up to 120 W of power from one square meter of battery, so for a family consuming an average of 250 kW of energy per month, there will be enough battery with a total area of 7-10 sq.m.

Before buying solar panels for the house will need to perform a preliminary calculation taking into account the climatic features of the territory. However, the supplier company will do it.

Insolation rate (kWh / m2 / day) for cities by months, which helps to calculate the real efficiency of solar panels for the house.

References

1. Popova Yu. The mouthpiece of the revolution // Energy of industrial growth. 2009. № 8. - P. 34.

2. Information resource of the Internet network http://book.itep.ru (Semenov YA Telecommunication technologies - telecommunication technologies)

3. Information resource of the Internet http://www.labstend.ru (site of the scientific and production institute "Educational technology and technology" of the South Ural State University)

R. Mandl, F.M. Mednikov, M.L. Nechaevskiy

MODELING OF SELF-ADAPTIVE MEASURING SYSTEM BASED ON EDDY CURRENT SENSORS

(Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg; Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG, Germany; Samara National Research University, Russia)

Eddy current method finds a wide application in automation systems and control, in particular for the constructing sensors being designed for contactless measurement of the position of conductive objects, their electrical parameters and temperature, thickness of sheets and foils, etc. An important advantage of eddy current sensors is insensitivity to the influence of environmental parameters such as humidity, pollution, temperature, electromagnetic radiation, etc [1].

Many questions of practical constructing of measuring systems require the development of mathematical models those allow to carry out a direct transition from the physical quantities of the inspected environment to the required parameters of measurement and control. In general, the methods currently known are used for interpolation or/and approximation of the radiator electromagnetic field in the conditions of close proximity of an electrically conductive inspected object.

A model based on an exponential approximation of the input impedance of the radiator of electromagnetic field is considered in the report and allows obtaining sufficiently accurate analytical relations linking the above parameters [2]. This makes it possible to study mutual influence of the measured parameters, the influence of external factors (e.g. temperature), to estimate measurement errors.

Actual researches in the field of practical use of the eddy current method are related with the subject of compensation of interfering factors, influence of geometry of the radiator of a high-frequency electromagnetic field, material characteristics of the inspected object (electrical conductivity with corresponding target temperature, magnetic permeability and influence of target thickness), mutual arrangement of the radiator and the object.

The approach developed by the authors of the report leads to analytical relationships that can be used for the implementation of two - and three-parameter measurements by means of eddy current sensor systems. At the same time, there are possibilities to largely bypass difficulties caused with the need to take into account the nonlinear relations between quantities included in the mathematical expressions used in modeling [3].

Methods from different areas of digital signal processing (digital demodulation, special analysis, signal reconstruction, linearization with polynomial approximation, calibration, etc.) are used in the processing of measurement results.

The stages of practical measurements and calibrations are performed using a modular software framework called ICONNECT that also allows to implement a nonlinear optimization of the model parameters and to test the behavior of the desired system [4].

The software operates in real time on a standard PC or an embedded system and is equipped with a wide range of different functional blocks, so that it is possible to obtain graphs of current data at cycles of one millisecond or less. The resulting values are then used to clarify the coefficients included in the calculated ratio, and thus minimize modeling errors.

References

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. [Текст]/ Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 2: В 2 кн. Кн 2: Вихретоковый контроль/ Ю.К. Федосенко, В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, Ю.Я. Останин – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 688 с.

2. Соболев В.С. Накладные и экранные датчики (для контроля методом вихревых токов) [Текст]/ В.С.Соболев, Ю.М.Шкарлет — Новосибирск: «Наука», Сиб. отд-ние, 1967. — 144 с.

3. Patent US 6,288,536 B1, G01N 27/72. Eddy Current Sensor. [Текст]/Inventors: Mandl R. (DE), Mednikov F.M., Nechaevsky M.L. (RU), Wisspeintner K. (DE); assignee: Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG (DE). – 09/230,897; Aug. 4, 1997; Date of Patent: Sep. 11, 2001. – 7 p.

4. R.Mandl. Messen, Steuern und Regeln mit ICONNECT. [Текст] /Mandl R., Sick B.//Komponentenbasierte Bild- und Signalverarbeitungsanwendungen visuell programmiert: Brevier. – Heidelberg: Vieweg Verlag, 2003.- s.349-360.

M.U. Mamatmuradova

INTELLECTUAL INFORMATION SYSTEMS

(Karshi branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi)

Abstract: In modern science, under research related to the modeling of human intellectual capabilities, one understands the scientific direction occupied by problems of the synthesis of automatic structures capable of solving complex problems of information support of various types of human activity. Usually these are tasks for which, for one reason or another, there are no ready-made rules or examples of solutions. Develop a rule for solving such a problem can a person with the necessary knowledge, experience and intelligence. Among these tasks, the most difficult and urgent task is to develop the means of human communication with a computer system that simulates the human intellect in natural language and the task of automatic machine translation from one language to another, provided that the semantic and emotional aspects are accurately conveyed. Only with the help of absolutely natural means of communication between a person and an automaton executing a computer program will it be possible to create systems adequately modeling human intelligence and such properties as thinking, intuition, consciousness and subconsciousness. Such systems in modern computer science are called intellectual information systems.

Key words: *intellectual systems, intellectual task, automated information systems, intellectuality of information systems.*

The current state of fundamental and applied research in the field of intelligent information systems allows us to consider that their results have become quite definite. This means that a relatively stable system of concepts has developed, a methodology for designing, constructing and implementing has emerged, and the typical structures of such systems and their components have been defined.

It is generally accepted that the intellectual task is to find an unknown algorithm for solving a practical or theoretical problem that is universal on the set of original data inherent in this problem. It is only necessary that the performer solving the problem be able to perform those elementary operations from which the process is composed, and, in addition, that he is pedantic and carefully guided by the proposed algorithm. Such a performer (man or machine), acting purely mechanically, can successfully solve any problem of the type in question. Therefore, it seems quite natural

to exclude their class of intellectual tasks for which standard methods of solution exist. Examples of such problems are purely computational tasks:

- solution of a system of linear algebraic equations;
- numerical integration of differential equations;
- problems of approximation of empirical data, etc.

To solve such problems, there are standard algorithms that represent a certain sequence of elementary operations, which can be easily implemented as a program for a computer. In contrast, for a wide class of intellectual problems, such as pattern recognition, logical inferences and logically complex games (for example, playing chess), proof of theorems, etc., such a formal breakdown of the process of finding solutions to individual elementary steps opposite often proves to be very difficult, even if their solution is not difficult.

Thus, there is some basis to consider the concept of intelligence as equivalent to the concept of a universal super-algorithm, which is capable of creating algorithms for solving specific problems.

Each of these stages corresponds to its own information model of the subject area. For the first information systems, such a model was catalogs or classifiers; for AIS (automated information systems), these were information sets organized in the form of databases and data banks, and for IIS (intellectual information system) the domain model is represented by a structured data system called the database knowledge. Information systems based on catalogs were created primarily to implement, in varying degrees, a mechanized search for the necessary information. AIS, based on highly organized databases, allowed not only to conduct an automated and multidimensional search for information, but also a fairly complex processing of the information found, its organized storage and transfer. IIS, based on knowledge bases, should (in addition to the capabilities of AIS) solve problems called "intellectual".

Features and attributes of information system intelligence

Any information system (IS) performs the following functions:

• Recognizes user-entered information requests and the necessary input data.

• Processes the data entered and stored in the system in accordance with the known algorithm and generates the required output information.

From the point of view of the implementation of the listed functions, IP can be viewed as a factory producing information in which the order is an information request, raw material is the raw data, the product is the required information, and the tool is the knowledge with which the data is converted into information.

The Intelligent Information System (IIS) is an information system that is based on the concept of using the knowledge base to generate algorithms for solving economic problems of various classes depending on the specific information needs of users.

For intelligent information systems, oriented to the generation of algorithms for solving problems, the following features are typical:

-developed communication skills;

-the ability to solve complex, poorly formalizable tasks;

-Ability to self-learning.

The communicative capabilities of intelligent informational systems characterize the way the user interacts (interface) with the system.

Complex, poorly formalized tasks are tasks that require the construction of an original solution algorithm depending on the specific situation for which the uncertainty and dynamism of the initial data and knowledge may be characteristic.

Conclusion

Thus, the intellectual information system is a computer model of a person's intellectual capabilities in the purposeful search, analysis and synthesis of current information about the surrounding reality in order to obtain new knowledge about it and to solve various vital tasks on this basis. A promising way of improving and further developing expert systems is the creation of tools based on the joint use of different models of knowledge representation: production, semantic, frames and logical models. All these models are a mathematical tool for constructing advanced intelligent automated information processing and control systems.

References

[1] Andreychikov AV, Andreychikova ON Intelligent information systems. Uch.- M .: Finances and Statistics, 2004.- 424 p.

[2] Arseniev SN, Shelobov SI, Davydova T.Yu. "Making decisions. Integrated information systems ». Textbook for High Schools. M.: Unity-Dana, 2003.-270 p.

[3] Jackson P. Introduction to expert systems / Textbook - M .: "Williams", 2001 - 624p.

[4] Ledeneva TM, Podvolny S.L. Systems of artificial intelligence and decision-making: a textbook; Ufa: UGATU, 2005. - 246 with.

[5] Pospelov GS "Artificial intelligence. New Information Technologies "- Moscow:" Science 2006 ".

D.M. Umurzakova

FUNCTIONS OF MOBILE COMMUNICATION IN THE FUTURE HOME

(TUIT Fergana Brench, Uzbekistan)

Today, connectivity is generally regarded as a high-end novelty in home devices, suchas utility meters, thermostats, security cameras, TVs and Blu-ray players, rather than afeature for the mass-market. This view will become out-dated as we move to a futurewhere connectivity is pervasive and embedded in virtually all household devices.Many analysts believe that the smart home of the future is likely to contain 15 to 30connected devices and sensors, all linked via a home area network and connected toservice providers’ back-end systems and the Internet. Connected devices will range fromordinary household appliances through to solar panels and electric vehicle charginginfrastructure that both consume and generate electricity.

The combined revenue from the smart metering, home automation and home energymanagement (HEM) segments will be worth more than $44bn in 2016,

according to thecombined forecasts from market analyst companies ABI and Berg Insight. The overallrevenue potential of the smart home, however, will be considerably higher as devicesfrom the entertainment, health and home security sectors also become connected.

Mobile connectivity will be a crucial ingredient in bringing together the different partsof the smart home puzzle. Without mobile networks' extended coverage, smart homeservices will only be available in limited locations and will miss the mass-marketopportunity. With deepexpertise in technology change management and a long-term technology roadmap,mobile operators are attractive partners for smart device and service providers.The smart home services market is not an entirely new opportunity. Home automationand home energy management companies already cater to wealthier niches of the overallmarket. However, in order to put together a package of smart home applications for themass-market, different providers of devices and services will need to collaborate.

In some areas, companies from different sectors see themselves competing for"ownership" of the consumer: utilities companies have a route to the customer viasmart meters; telcos can base their proposition on broadband hubs and set-top boxes;security companies can leverage connected security systems; and gaming providers candevelop new applications for connected set-top boxes. But many of these companieswill also need to co-operate to realise the full potential of smart home services. Infact,collaboration will be a must for the success of the smart home services market.

These devices will range from utility meters that measure energy, gas and waterconsumption to household appliances, solar panels and electric vehicle charginginfrastructure that both consume or generate electricity, together with other connecteddevices from the entertainment, health and home security sectors. It will be thecombination of these devices, the data they provide and the control actions they enablethat will contribute to a rich array of smart home services, as illustrated below.

Compared to the home of today, the smart home of the future will contain far moreconnected devices. Market research house Parks Associates, for example, forecasts thatthe number of connected devices and sensors in an average US home will increase fromfour today to sixteen in 2015. At that time, 13% of all US households are forecast to haveenergy management systems installed and nearly 20% are expected to have monitoredsecurity systems in place – up from 2% and 18% today respectively. In the smart homeof the future, these devices will be integrated into intelligent, interconnected andinteroperable systems.

There is clearly a very promising future for smart home services. The current avenuesof development are in smart energy (prompted by a policy mandate for smartmeters coupled with new connected devices in the home ranging from appliances toelectric vehicle charging points and local generation) and entertainment (home areanetworking).

The long-term direction of the smart home involves numerous connected devices– asmany as 30 smart sensors and devices by some estimates – which share a commoninformation highway. This would enable the delivery of a range of value

added servicesto meet consumer lifestyle needs. The mobile industry has an important role to play in several respects.

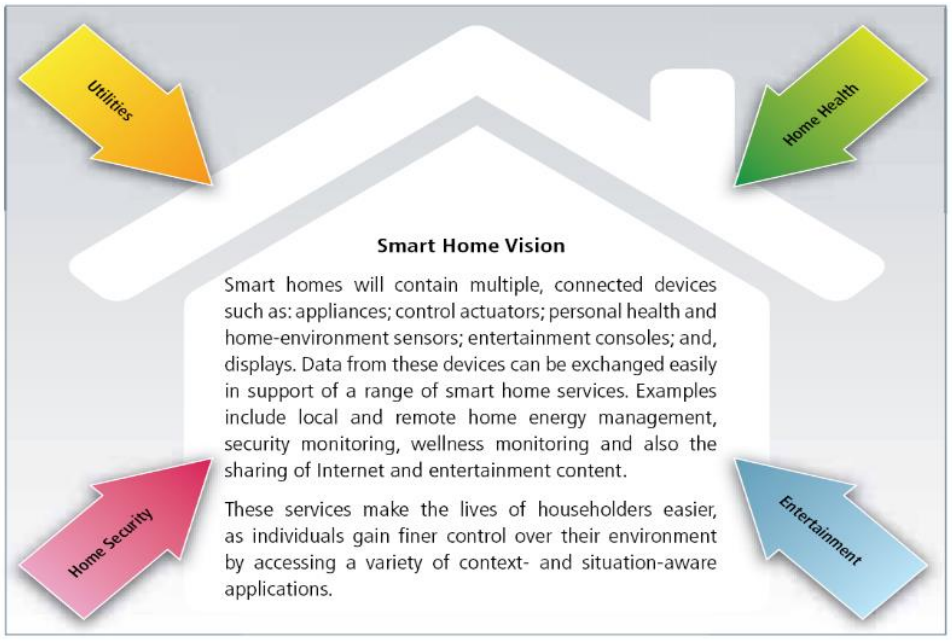


Fig. 1. Smart home vision driven by four key industry segments

Firstly, mobiledevices are the most readily-accepted connected consumer devices in the world; mostconsumers are familiar with mobile devices and their sophisticated, yet intuitive, userinterface functions.

References

1. Joan K. Lippincott, (2010) “A mobile future for academic libraries”, Reference Services Review, Vol. 38 Issue: 2, pp.205-213

2. “Best Home Automation System – Consumer Reports”. Retrieved 2016-11-22.

В.А. Акимов, В.Г. Литвинов

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

(Самарский университет)

В настоящее время технологии компьютерного зрения широко распространены. Они применяются в задачах распознавания лиц, пешеходов, объектов, для медицинского анализа, а также во многих других задачах. С развитием технологий и увеличением вычислительных мощностей современных компьютеров стало возможным обучение нейронных сетей с большим числом скрытых слоёв (глубоких нейронных сетей). На данный момент в задачах классификации

изображений наилучшие результаты показывают свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks), которые каждый год выигрывают соревнования ImageNet Large Scale Visual Classification Challenge [1]. Целью данной работы является обзор свёрточной нейронной сети, построение модели свёрточной сети для решения задачи классификации изображений, а также анализ качества построенной модели.

Задача классификации в машинном обучении — это формализованная задача, в которой имеется множество объектов, разделённых некоторым образом на классы. Задано конечное множество объектов, для которых известно, к каким классам они относятся. Это множество называется обучающей выборкой. Классовая принадлежность остальных объектов неизвестна. Требуется построить алгоритм, способный классифицировать произвольный объект из исходного множества. Формальное описание задачи классификации: Пусть X — множество описаний объектов, Y — конечное множество номеров (имён) классов. Существует неизвестная целевая зависимость — отображение y^*: $X \to Y$, значения которой известны только на объектах конечной обучающей выборки $X^m = \{(x_1,y_1 \ldots x_m,y_m)\}$. Требуется построить алгоритм α: $X \to Y$, способный классифицировать произвольный объект $x \in X$.

Сверточная нейронная сеть была впервые предложена Я.Лекуном и Й.Бенгуа [2]. Ученые, исследуя зрительную кору головного мозга кошки, пришли к выводу, что математическую модель поведения зрительных рецепторов кошки можно построить, опираясь на следующие этапы обработки изображений: свёртка исходного изображения при помощи нескольких фильтров; субдискретизация полученных на предыдущем шаге ключевых признаков; повтор предыдущих шагов, пока на выходе не получится достаточное количество признаков исходного изображения; использование модели полносвязного слоя для получения решения конкретной задачи. Свёрточная сеть состоит из 3 основных видов слоёв: слой свёртки, слой подвыборки (субдискретизации), выходной слой. Слой свёртки (Convolutional Layer) — это основной блок свёрточной нейронной сети, он включает в себя для каждого канала свой фильтр, ядро свёртки которого обрабатывает предыдущий слой по фрагментам (суммируя результаты матричного произведения для каждого фрагмента). Весовые коэффициенты ядра свёртки неизвестны и устанавливаются в процессе обучения. Скалярный результат каждой свёртки попадает на функцию активации, которая является нелинейной функцией. Слой активации обычно логически объединяют со слоем свёртки (считают, что функция активации встроена в слой свёртки). Наиболее распространённой функцией активации в свёрточных сетях является функция ReLU. Слой подвыборки (Subsampling), представляет собой нелинейное уплотнение карты признаков, при этом группа пикселей (обычно размера 2×2) уплотняется до одного пикселя, проходя нелинейное преобразование. Чаще всего используется функция максимума. Операция подвыборки позволяет существенно уменьшить пространственный объём изображения. Слой подвыборки обычно идёт сразу после слоя свёртки перед слоем следующей свёртки. После нескольких выполнений операций свёртки и уплотнения изображения с

помощью подвыборки система перестраивается от конкретной сетки пикселей с высоким разрешением к более абстрактным картам признаков, как правило, на каждом следующем слое увеличивается число каналов и уменьшается размерность изображения в каждом канале. В результате остаётся большой набор каналов, хранящих небольшое число данных. Эти данные объединяются и передаются на обычную полносвязную нейронную сеть (персептрон). Этот слой называется полносвязным (Full-Connected Layer). Архитектура сети представлена на рисунке 1.

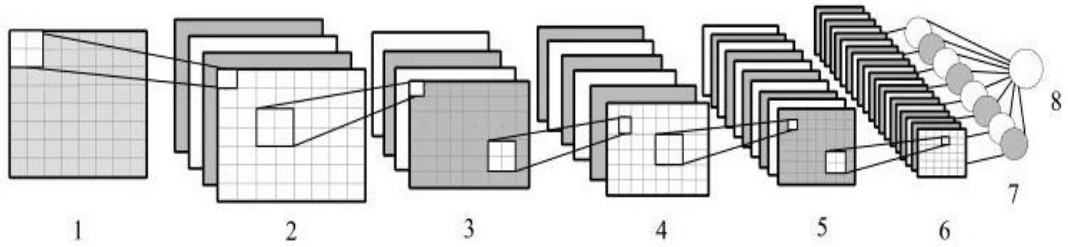


Рисунок 6 - Архитектура сети: 1 вход; 2,4,6 слои свёртки; 3-5 слои подвыборки; 7 полносвязный слой; 8 выход

Упрощенно можно считать, что цель обучения такой нейронной сети состоит в определении значений весов нейронов каждого слоя, чтобы при заданном входном векторе получить на выходе значения сигналов y_s, совпадающие с требуемой точностью с ожидаемыми значениями d_s при s=1, 2,…,M [3]. Иными словами, при обучении ставится задача минимизации некой функции потерь одним из алгоритмов оптимизации нейронной сети. В рамках решения данной задачи была использована функция средней кросс-энтропии по всем учебным примерам. Выбор такой функции потерь связан с использованием в выходном слое функции активации Softmax, которая является обобщением логистической функции для многомерного случая.

В качестве метода обучения был выбран оптимизационный алгоритм Adam (adaptive moment estimation) [4], который является одним из популярнейших алгоритмов оптимизации нейронных сетей. Данный алгоритм определяет стратегию подбора весов многослойной сети с применением градиентных методов оптимизации, сочетает в себе идею накопления движения по антиградиенту функции потерь и идею более слабого обновления весов для типичных признаков.

Для исследования классифицирующих возможностей свёрточной нейронной сети перейдём к практическому решению задачи классификации. Далее решается задача классификация фруктов, набор данных взят с сайта www.kaggle.com [5]. Набор данных для обучения представляет собой изображения формата JPEG размером 100x100 пикселей. Объём обучающей выборки составляет 15000 изображений, объём тестовой выборки 5000 изображений. Всего в наборе имеется 30 классов различных фруктов. Для построения модели свёрточной нейронной сети использовался язык программирования Python и библиотека TensorFlow [6]. В ходе решения данной задачи классификации была проведена серия экспериментов по выявлению наиболее удачного выбора

структуры нейронной сети, показывающего наилучшее качество классификации изображений. В каждом опыте изменялась структура сети путём добавления новых слоёв свёртки и подвыборки, чередующихся между собой, и отслеживались изменения в качестве классификации. Во всех опытах полносвязный слой для классификации содержал 512 нейронов, выходной полносвязный слой содержал 30 нейронов (по количеству классов предметной области), количество эпох обучения равнялось 20-ти. Результаты экспериментов представлены в таблице 1. Численная оценка качества классификации вычислялась как доля верных ответов нейронной сети на тестовой выборке.

Таблица 1 — Результаты экспериментов

Параметры сети	Качество
1 слой свёртки (32 карты признаков, функция активации ReLU), 1 слой подвыборки (размер 2x2, функция максимума)	95,04%
2 слоя свёртки (32 карты признаков на каждом, функция активации ReLU), 2 слоя подвыборки (размер 2x2, функция максимума)	95,82%
3 слоя свёртки (32 карты признаков на слоях 1-2, 64 карты признаков на слое 3, функция активации ReLU), 3 слоя подвыборки (размер 2x2, функция максимума)	97,80%
4 слоя свёртки (32 карты признаков на слоях 1-2, 64 карты признаков на слоях 3-4, функция активации ReLU), 4 слоя подвыборки (размер 2x2, функция максимума)	96,43%
5 свёрточных слоёв (32 карты признаков на слоях 1-2, 64 карты признаков на слоях 3-5, функция активации ReLU),5 слоёв подвыборки (размер 2x2, функция максимума)	96,88%

После проведения экспериментов было выяснено, что с наращиванием чередующихся между собой слоёв свёртки и подвыборки возрастает качество классификации, наилучший результат был получен, когда в сети было по 3 слоя свёртки и подвыборки. Затем с дальнейшим наращиванием слоёв качество классификации ухудшалось. Таким образом, в серии экспериментов было найдено оптимальное решение поставленной задачи классификации на заданной предметной области. Полученное решение является локальным максимумом функции качества классификации в зависимости от количества слоёв сети. График данной зависимости показан на рисунке 2.

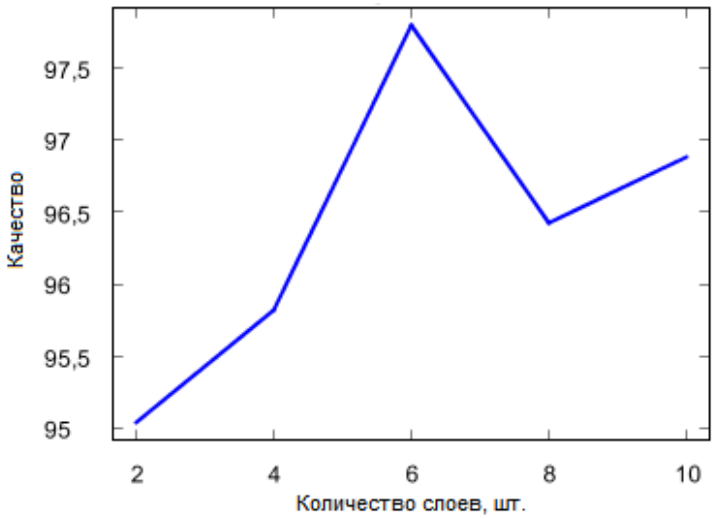


Рисунок 7 – График зависимости качества обучения от кол-ва слоёв

Литература

1 Image-net [Электронный ресурс]. – http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/

2 LeCun Y. et al. Convolutional networks for images, speech, and time series //The handbook of brain theory and neural networks. – 1995. – Т. 3361. – №. 10. – С. 1995.

3 Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с пол. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.

4 Ruder S. An overview of gradient descent optimization algorithms //arXiv preprint arXiv:1609.04747. – 2016.

5 Kaggle [Электронный ресурс]. – http://www.kaggle.com

6 Abadi M. et al. TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning //OSDI. – 2016. – Т. 16. – С. 265-283.

Г.А. Альгашев, О.П. Солдатова

НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТЬ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Цель данной научной работы состоит в исследовании эффективности переноса знаний (transfer learning) предварительно обученной свёрточной нейронной сети для решения других задач.

Для классификации и распознавания изображения большую популярность получили свёрточные нейронный сети. Такие сети состоят из нескольких свёрточных слоёв, которые в процессе обучения извлекают признаки подаваемых на вход изображений. Верхние слои сети занимаются извлечением низкоуровневых признаков, а глубокие слои занимаются извлечением высокоуровневых признаков. Чем ближе свёрточный слой находится к выходу сети, тем менее абстрактными становятся извлекаемые признаки (рисунок 1) [1].

В результате исследования работы свёрточных нейронных сетей был сделан вывод, что при обучении на различных наборах изображений, сети на верхних слоях формировали очень похожие низкоуровневые признаки. Таким образом, ядра свёртки разных свёрточных сетей на верхних слоях имеют похожие веса.

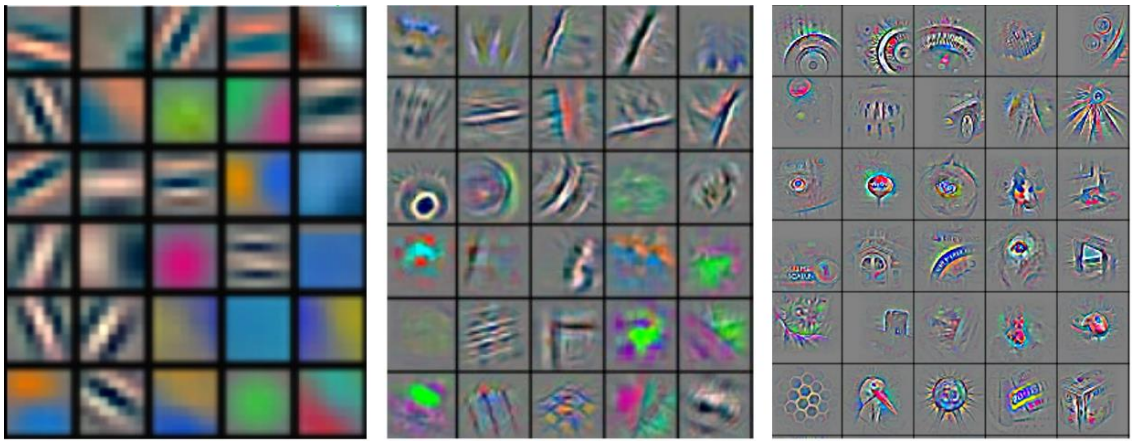


Рисунок 1 – Визуализация слоёв свёрточной сети

Сделанные выводы стали основополагающими в развитии метода переноса знаний или использования свойства нейропластичности, которое присуще головному мозгу. Основная идея метода состоит в достижении следующих целей: улучшение качества обучения уже на начальных итерациях, ускорение сходимости алгоритмов обучения, улучшение верхней достижимой границы качества [2].

Для применения метода переноса знаний, помимо обучающей выборки необходимо иметь хорошо обученную нейронную сеть. Такая сеть уже умеет хорошо извлекать низкоуровневые признаки, следовательно, в момент обучения новой сети веса на верхних слоях будут изменяться не значительно, по сравнению с глубокими слоями.

Для исследования поставленной задачи в качестве эталонной сети была взята сеть VGG-16. Эта сеть с содержит 16 слоёв (рисунок 2) и состоит из двух частей: первая часть выделяет характерные признаки в изображении и состоит из 13 слоёв, вторая часть отвечает за классификацию объекта на изображения по выделенным на предыдущем этапе признакам и состоит из 3 слоёв [3].

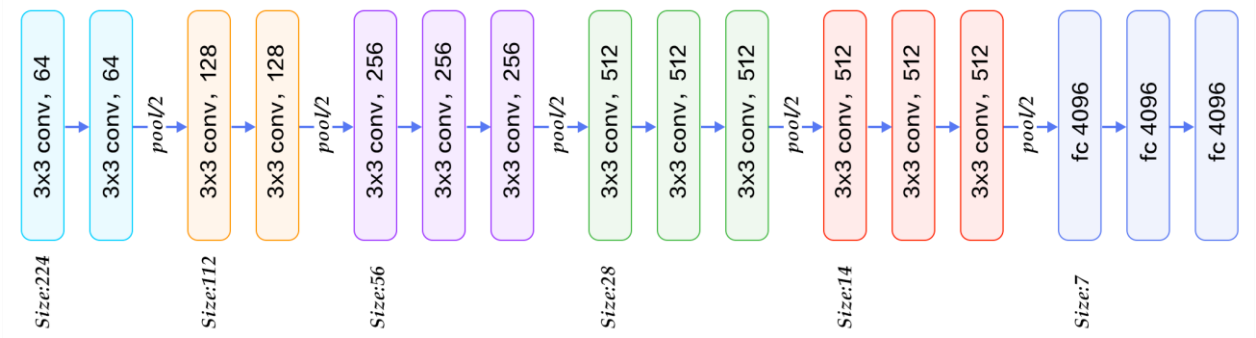


Рисунок 2 – Структура свёрточной сети VGG-16

В качестве обучающей выборки был взят набор изображений маркированных клеток в крови (рисунок 3). В набор входят клетки 4 видов: эозинофилы, лимфоциты, моноциты и нейтрофилы. Каждый класс состоит из 800 обучающих изображений, 100 изображения для промежуточной проверки и 100 изображения для тестовой проверки.

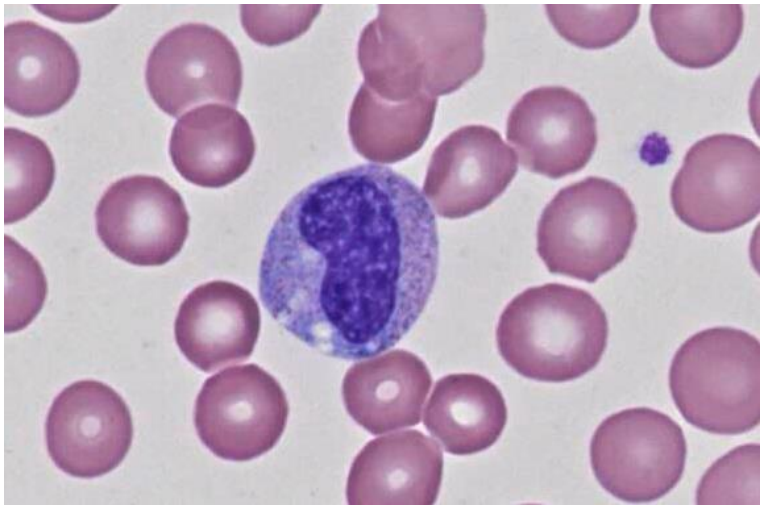


Рисунок 3 – Маркированная клетка для классификации

Важным фактором в проведении исследования является тот факт, что обучающая выборка не входит в число классов, на основе которых обучали эталонную сеть. Таким образом, мы имеем дело с сетью, которая была обучена на наборе данных, сильно отличающихся от нашей обучающей выборки.

Для исследования метода переноса знания было принято решение использовать архитектуру сети VGG-16. Первые 13 свёрточных слоёв остались без изменения структуры, а последние три слоя были заменены на 2 полносвязных слоя, состоящих из 256 нейронов и 4 нейронов (в соответствии с количеством классов в обучающей выборке).

В процессе исследования было решено провести две серии экспериментов. При этом в обоях случаях архитектура сети, её настройки и количество эпох обучения остаются одинаковыми. В первой серии эксперимента все слои нейронной сети были инициализированы случайными весами. Во второй серии эксперимента первые 13 слоёв инициализировались весами сети VGG-16, натренированными на наборе данных ImageNet, а последние слои, где происходит классификация изображений, были инициализированы случайными весами. Обе сети обучались в течении 15 эпох. В таблице 1 приведены результаты двух экспериментов.

На рисунке 4 приведены зависимости точности классификации от числа эпох обучения.

Первая сеть на тестовых данных, которые она не видела в процессе обучения распознала их с точностью в 61,5%, а вторая сеть распознала с точностью в 98,50%. Исходя из выше приведённых результатов, мы видим, что сеть, в которой мы использовали уже натренированные веса показала лучший результат, чем сеть, в которой все веса были случайно инициализированы.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

Номер эпохи	*Без переноса знания*		*С переносом знаний*	
	ошибка	**точность**	**ошибка**	**точность**
1	1.3863	0.2500	0.9689	0.6800
2	1.3863	0.2625	0.4277	0.8425
3	1.3863	0.2500	0.2819	0.8825
4	1.3863	0.2500	0.1647	0.9350
5	1.3863	0.2500	0.1366	0.9400
6	1.3863	0.2750	0.1135	0.9525
7	1.3862	0.2950	0.1916	0.9275
8	1.3746	0.2525	0.1554	0.9450
9	1.2085	0.4025	0.1080	0.9675
10	1.0993	0.4550	0.0948	0.9725
11	1.0924	0.4575	0.0989	0.9650
12	1.0946	0.4275	0.1439	0.9525
13	0.9956	0.4875	0.0933	0.9700
14	0.9393	0.4775	0.0831	0.9800
15	0.7962	0.6300	0.0795	0.9775

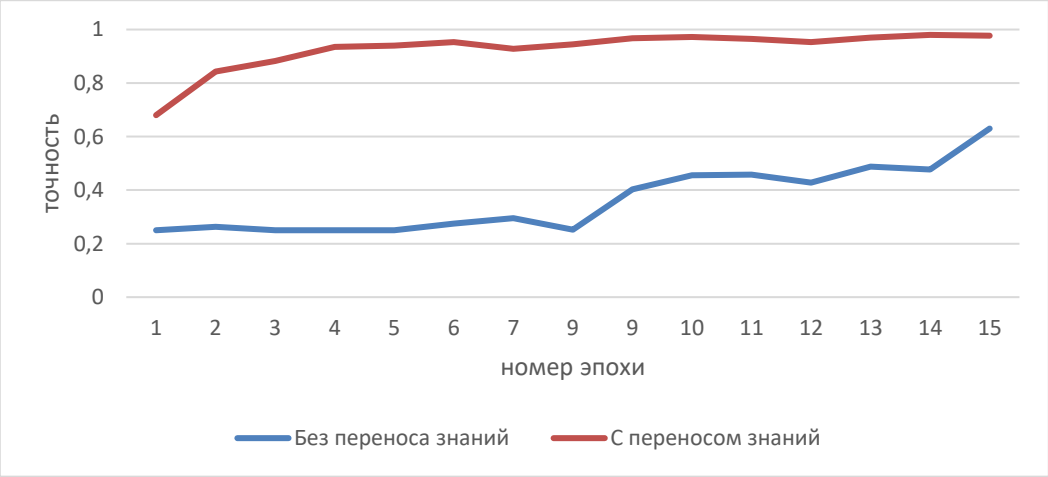


Рисунок 4 – Графики изменения точности классификации в зависимости от числа эпох обучения

Задача классификации изображения требует больших вычислительных мощностей, в результате чего обучение сети может занимать от нескольких часов до нескольких дней. Использование метода переноса знаний позволяет сократить время обучение сети и повысить точность её обучения, что и было показано в данном исследовании.

Литература

1 Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Visual Recognition [Электронный ресурс] //Visual Geometry Group [сайт] URL: http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/research/very_deep/ (дата обращения: 25.02.2018)

2 Torrey L. Transfer Learning. Handbook of Research on Machine Learning Applications / L.Torrey, J.Shavlik // IGI Global 2009, 22 c.

3 Zeiler M.D. Dept. of Computer Science / M.D.Zeiler, R.Fergus. // New York University, USA 2013, 16 c.

О.В. Антошина

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАИМСТВОВАНИЙ

(Самарский университет)

Введение

Свободный доступ к огромным массивам информации в сети Интернет способствует развитию плагиата в различных сферах человеческого общества. Под плагиатом понимают незаконное использование чужого изобретения или произведения без указания источника заимствования [1]. Для выявления заимствований и оценки самостоятельности автора применяют специализированные системы [2]. Главным недостатком некоторых автоматизированных систем поиска плагиата является отсутствие методов лингвистического анализа, в том числе семантического и морфологического.

Методы анализа текстовой информации

Задачи семантического и морфологического анализа способствуют классификации текстов, определению предметной области, а также более точному обнаружению плагиата.

Одной из задач морфологического анализа является определение нормальной формы искомого слова (процесс лемматизации), от которого наследуется данная словоформа, и набора параметров этой словоформы [3]. Таким образом, морфологический анализ позволяет избежать дополнительной обработки всех словоформ.

Другой тип морфологического анализа построен на основании правил с использованием процедурного подхода и позволяет привести словоформу к единой форме с помощью стемминга – выделения основы слова. Рассмотрим оба подхода [4].

1. Лемматизация – процесс приведения словоформ с одинаковым понятием к единой нормальной форме для увеличения релевантности поиска [5] и уменьшения количества анализируемых слов. Операция лемматизации может быть представлена в виде отображения (1):

$$T \rightarrow L, \quad (1)$$

где T – множество всех терминов, L – множество всех лемм. Данное преобразование позволяет уменьшить размер индексной информации и ускорить обработку текстового документа.

2. Стемминг – приближенный эвристический процесс, который находит основу слова [6]. В отличие от лемматизации стеммер не требует наличия

словаря (хранилища данных) и основан на правилах морфологии. Процесс стемминга осуществляется с помощью специального анализатора, разбивающего входные данные на наборы (последовательность) токенов и затем пропускающего токены через группу фильтров. В основе стемминга лежит алгоритм Портера [6], приводящий словоформы к единой форме.

Методы морфологического анализа реализованы библиотекой полнофункционального текстового поиска Apache Lucene [7], которая реализована в собственной системе проверки на текстовые заимствования.

Методы семантического анализа направлены на определение сущностей исходного текста, свойств и отношений между ними. Основными задачами семантического анализа являются возможность дальнейшего представления текста, его оценка, разбиение на составные части, анализ, в частности возможность применения специализированных методов для обнаружения текстовых заимствований.

Среди методов семантических поисковых моделей выделяют:

1) Метод накопительных сумм и его модификации для отслеживания изменений отклонений стилометрических характеристик. Основные этапы данного метода [2]:
   a. выбор пары характеристик – функций предложения и подсчет предложений для каждой пары-функции,
   b. вычисление средних значений для каждой пары-функции,
   c. построение накопительной суммы отклонений,
   d. построение графика зависимости предложений и кумулятивных сумм,
   e. сопоставление текстов по виду графиков (сравнение текстов).
2) Метод «шинглов» и его модификации. Основные этапы метода «шинглов» [2]:
   a. канонизация текста, включающая этапы морфологического анализа и этап очищения от стоп-слов.
   b. разбиение на шинглы внахлест (шингл – последовательность слов),
   c. вычисление хеш-значений (хеш-функций) шинглов.
   d. случайная выборка восьмидесяти четырех значений контрольных сумм.
   e. сравнение и определение результатов.
3) I-Match-метод, основанный на лексических принципах [8], его модификации и другие методы.

Апробация программы

Для выявления текстовых заимствований путем сравнения пары текстовых документов была реализована программа на языке программирования Java (среда – Intellij Idea), использована библиотека Lucene версии 7.1.0. и алгоритм «шинглов».

Сравниваемые тексты:

- Эталонные тексты:
  1. отрывок из статьи О.Р. Демидова «Плагиат: норма или аномалия?»,

2. текст из открытого тренировочного сборника задач (ФИПИ) по С.И. Каширину «Лётчик-парашютист»,
3. текст из открытого тренировочного сборника задач (ФИПИ) по Л. Соболеву «Морские спасатели».

- Сравниваемый текст – переведенный Яндекс-переводчиком на английский и обратно на русский эталонный текст.

Форма ввода данных представлена на рисунке 1.

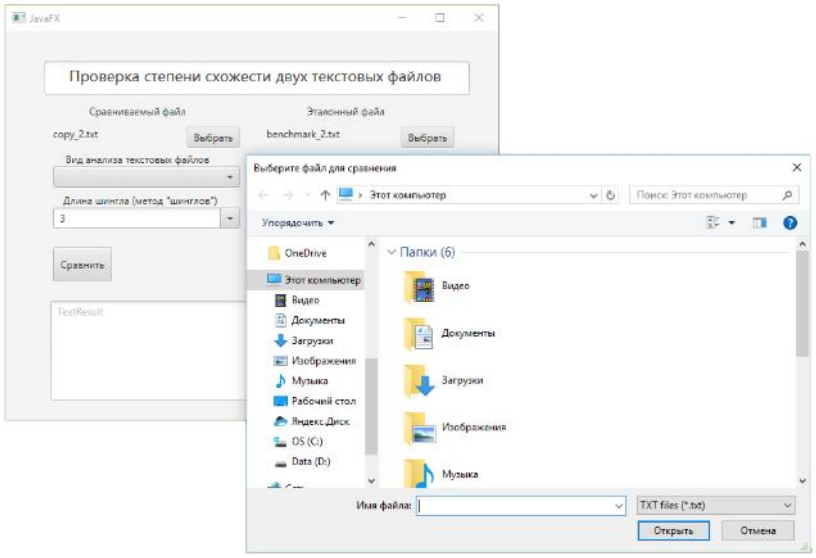


Рисунок 1 – Форма ввода данных

В таблице 2 представлены результаты работы собственной программы и существующих онлайн-сервисов, в таблице 1 – результаты сравнения текстов в случаях применения следующих морфологических методов:

1) лемматизации,
2) стемминга,
3) лемматизации и стемминга.

Таблица 1. Результаты работы программы Java (длина шингла – 3)

Морфологические методы	Процент заимствования первого текста	Процент заимствования второго текста	Процент заимствования третьего текста
Лемматизация	34,806	12,204	16,35
Стемминг	36,314	11,417	17,11
Лемматизация и стемминг	36,530	12,60	17,87

Таблица 2. Результаты работы программы Java и онлайн-сервисов

Сервис/Программа	Процент заимствования первого текста	Процент заимствования второго текста	Процент заимствования третьего текста
Java-программа	35,68	12,60	17,87
Онлайн сервис Back Links Manager	6,00	0,00	0,00
Онлайн сервис www.majento.ru	0,00	1,00	0,00
Онлайн сервис ciox.ru	41,79	30,56	35,52

Заключение

В статье были рассмотрены морфологические методы анализа, стемминг Портера и лемматизация, а также семантический метод «шинглов», определяющий процент заимствования текстовой информации. Были приведены результаты работы программы с применением этих методов (лемматизация и стемминг отдельно и вместе), а также сравнение наиболее точного способа нахождения (с применением лемматизации и стемминга) с некоторыми существующими бесплатными системами поиска заимствований. В дальнейшем в системе будут учтены синонимы и перестановка слов.

Литература

[1] Толково-энциклопедический словарь русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://slovar.cc/rus/tolk-enc/1462480.html (24.12.2016).

[2] Мошина, О.В. Применение методов семантического анализа текстовой информации [Текст] / О.В. Мошина, О.А. Гордеева // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». –2017. – Т. 1. – С. 371-375.

[3] Словарь терминов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://seopult.ru/library/Словоформа (01.10.2017).

[4] Большакова, Е.И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учебное пособие / Е.И. Большакова, Э.С. Клышинский, Д.В. Ландэ, А.А. Носков, О.В. Пескова, Е.В. Ягунова // – М.: МИЭМ. – 2011. – 272 с.

[5] Пересторонин П. Стеммер Портера для русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://medium.com/@eigenein/стеммер-портера-для-русского-языка-d41c38b2d340 (14.06.2017).

[6] Жердева, М.В. Стемминг и лемматизация в Lucene.NET / М.В. Жердева, В.М. Артюшенко // Лесной вестник. – 2016, №3. – С. 131-133.

[7] Apache Lucene Core [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lucene.apache.org/core/ (02.10.2017).

[8] Астапова О.П. Исследование и разработка методов поиска плагиата в многоязычных корпусах текстов / О.П. Астапова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://seminar.at.ispras.ru/wp-content/uploads/2012/07/Astapova-thesis1.pdf (24.12.2016).

А.О. Архипов

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В современном мире огромную популярность приобрела технология блокчейн, так же она имеет название «технология распределенных реестров». Большие и маленькие компании внедряют технологию в свои бизнес, находят различные новые способы её применения для облегчения работы. Мы же рассмотрим применение данный технологии при конструировании и создании печатных плат.

Целью данной работы является анализ возможностей технологии распределенных реестров для задач автоматизации проектирования электронных средств.

Блокчейн – это децентрализованная система, цепочка некоторых блоков, содержащих информацию. Дубликаты данных цепочек блоков хранятся отдельно друг от друга и обрабатываются на множестве разных компьютеров в определенной сети пользователей [1]. Блок транзакций – специальная структура для записи нескольких транзакций в системе. Транзакция считается достоверной и завершённой, когда проверены её вид и электронные подписи, и когда сама транзакция объединена в группу с несколькими другими и записана в специальную структуру – блок. Каждый блок связан со следующим, поэтому всегда можно легко проверить данные, содержащиеся в каждом из блоков. Все блоки выстроены в одну цепочку, в которой хранится информация обо всех других совершенных транзакциях. Единственным исключением является самый первый блок, который называют первичным, так как у него отсутствует предыдущий блок. Принцип работы технологии распределенных реестров можно рассмотреть на рис. 1 [2, 3].

Например, одним из примеров использования технологии распределенных реестров может быть задача автоматизации создания печатной платы. Печатная плата – некая пластинка из диэлектрика, на поверхности и в объёме которой сформированы электропроводящие цепи электронной схемы. Печатная плата предназначена для электрического и механического соединения различных электронных компонентов. Электронные компоненты на печатной плате соединяются своими выводами с элементами проводящего рисунка обычно пайкой [4]. Печатные платы бывают: односторонние (все элементы находятся на фольге, только на одной стороне); двухсторонние (все элементы располагаются на обоих сторонах платы, обе стороны обклеивают так же фольгой); многослойные (фольга не только на обоих сторонах платы, но и внутри).

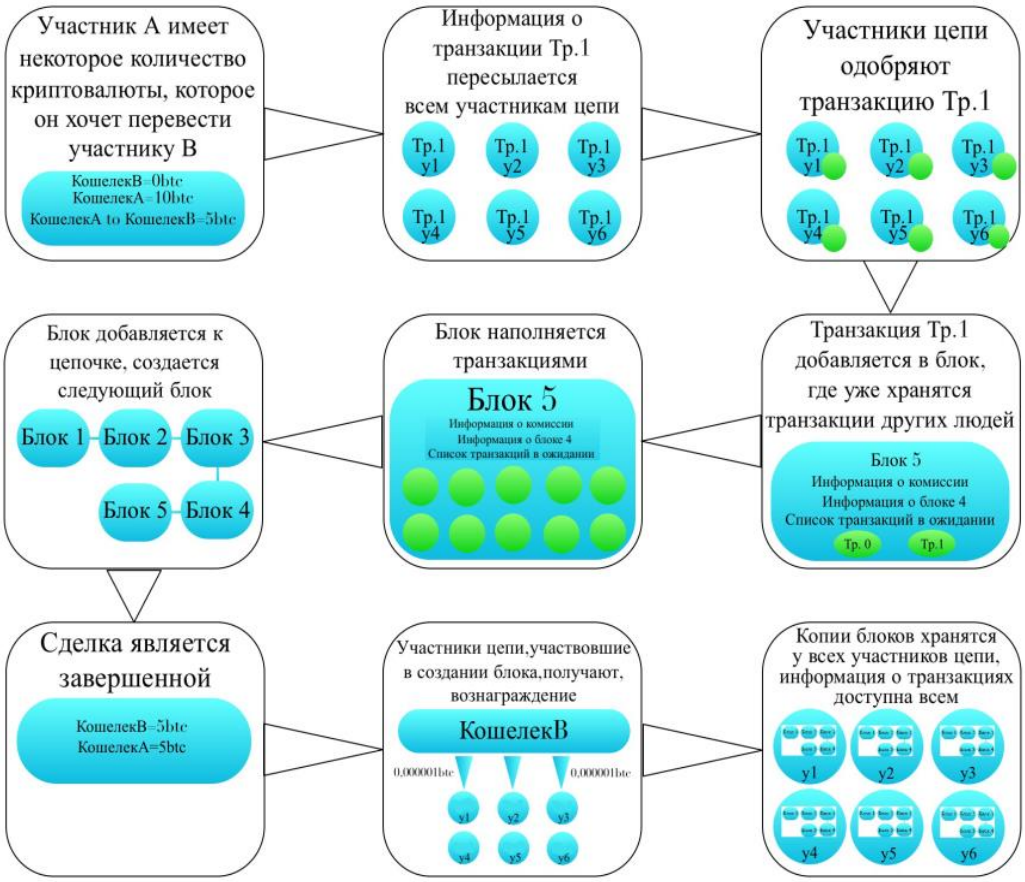


Рис. 1. Принцип работы технологии распределенных реестров

Создание таких печатных плат - емкий совместный труд людей и машин, в котором принимают участие не один человек, а блокчейн может существенно облегчить данную задачи. Первый этап создания печатной платы – это подготовка к созданию. К подготовке относится ввод данных в базу системы автоматизации проектирования (САПР) конструирования печатной платы, создание чертежа каждого элемента, их расположение и пути выводы, используя при этом готовые библиотеки, а также согласование имеющихся материалов, количества слоев и класс точности. На втором этапе происходит полное создание печатной платы, определяется габариты, точки крепления, допустимые высоты компонентов. Вырезаются отверстия, размещают всех детали, определяется метод прокладки. Размещение деталей происходит вручную или автоматически, а дальше запускается трассировщик, и если детали размещены неправильно, трассировка начинается заново, а объекты размещаются заново. Возможна трассировка вручную. Дальше проверяется проверка платы на ошибки, проверяются зазоры. Возможна замена опорных точек и тяжелых компонентов. После полного выполнения всех действий создается вся документация, сохраняется файл со схемой платы, который передается изготовителю, а также создается сопроводительная записка с указанием типа материала, диаметров сверления, вид переходных отверстий.

На рисунке 2 показана схема и готовая печатная плата. Печатную плату

создает не один человек, а в создании участвуют множество людей или компаний, взаимосвязь между ними и согласование определенных изменений происходит за длительное время, а использование технологии распределенных реестров значительно облегчит и ускорит данный процесс.

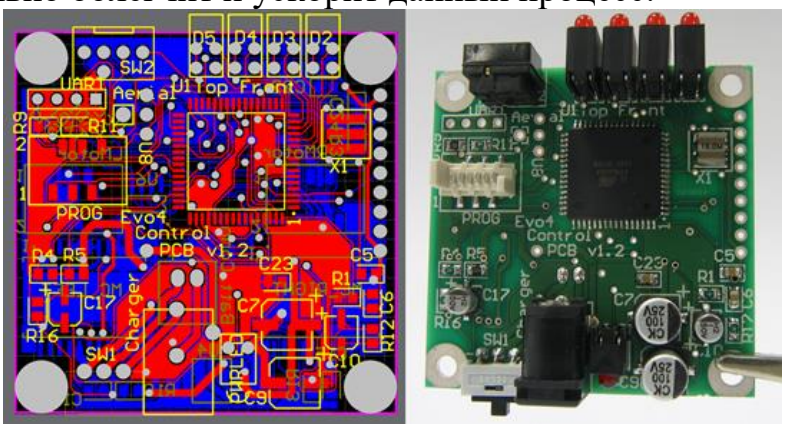


Рис. 2. Схема и готовая печатная плата

Идея применения технологии распределенных реестров для задачи автоматизации создания печатной платы такова, при создании, изменении и передачи каких-либо данных, эти данные изначально проверяются всеми участниками сети, тем самым это исключит всю бюрократическую составляющую. Рассмотрим тот же самый процесс создания печатной платы, но уже с использованием технологии блокчейн.

1. Поставщик материалов для изготовления печатных плат помечает всю информацию о материалах и передает их в блок, все остальные участники подтверждают данное действие, информация теперь доступна всем участникам процесса.

2. Специалист САПР создает схему с помощью программного обеспечения, передает данные в сеть, данное действие подтверждается.

3. Изготовитель уже имеет информацию от участников цепи, создает плату.

4. При возникновении ошибок на этапе трассировки, трассировщик посылает запрос в сеть, все подтверждают данную ошибку, специалист САПР исправляет схему и отправляет ее обратно в сеть, данное действие подтверждается.

Таким образом, после каждого действия происходит подтверждение данного действия всеми участниками цепи и только лишь после подтверждения, участник может выполнить действие, это значительно уменьшит ошибки при создания печатных плат, а также исключит большое количество бумажного оборота при ее создании.

Приведенный пример показывает широкие перспективы применения технологии распределенных реестров в самых широких отраслях производства и экономики. Например, возможно, технология позволит также эффективнее решать задачи в области защиты информации, целостности информации, обеспечения помехоустойчивости электронных средств [5, 6, 7, 8, 9].

Литература

1. Мащенко П.Л., Пилипенко М.О. Технология Блокчейн и ее практическое применение // Наука, техника, образование. – 2017. – №32. – С. 61-64.
2. Melanie S. Blockchain: Blueprint for a New Economy. – Boston: O'Reilly Media, Inc., 2015. – 152 p.
3. Архипов А.О, Гизатуллин З.М. Применение технологии блокчейн в системах автоматизированного проектирования электронных средств // Современные материалы, техника и технология: Сб. науч. статей 7-й Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 21-25.
4. Тахаутдинов Р.Ш. Многослойные печатные платы. Первые шаги в освоении операции прессования // Технологии в электронной промышленности. – 2010. – №3. – С. 28-31.
5. Гизатуллин З.М., Фазулянов Ф.М., Шувалов Л.Н., Гизатуллин Р.М. Целостность информации в USB флэш-накопителе при воздействии импульсного магнитного поля // Журнал Радиоэлектроники. 2015. – №8. – С. 8.
6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.
7. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №9. – С. 7.
8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Методика физического моделирования воздействия разряда молнии на летательные аппараты // Известия вузов. Авиационная техника. – 2016. – №2. – С. 3-6.
9. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.

А.О. Архипов

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

Технология распределенных реестров (блокчейн) – это децентрализованная система, цепочка некоторых блоков, содержащих информацию. Дубликаты данных цепочек блоков хранятся отдельно друг от друга и обрабатываются на множестве разных компьютеров в определенной сети пользователей [1]. Блок транзакций – специальная структура для записи нескольких транзакций в системе. Транзакция считается достоверной и завершённой, когда проверены её

вид и электронные подписи, и когда сама транзакция объединена в группу с несколькими другими и записана в специальную структуру – блок. Каждый блок связан со следующим, поэтому всегда можно легко проверить данные, содержащиеся в каждом из блоков. Все блоки выстроены в одну цепочку, в которой хранится информация обо всех других совершенных транзакциях. Единственным исключением является самый первый блок, который называют первичным, так как у него отсутствует предыдущий блок [2, 3].

Целью данной работы является создание анализ возможностей технологии распределенных реестров для задачи автоматизации проектирования печатных плат [4]. Принцип применения технологии распределенных реестров для задачи автоматизации создания печатных платы в следующем: при создании, изменении и передачи каких-либо данных, эти данные изначально проверяются всеми участниками сети, тем самым это исключит всю бумажную формальную составляющую.

5. Поставщик материалов для изготовления печатных плат определяет всю информацию о материалах и передает их в блок, все остальные участники подтверждают данное действие, информация теперь доступна всем участникам процесса.

6. Специалист САПР создает функциональную, электрическую принципиальную и другие схемы с помощью программного обеспечения, передает данные в сеть, данное действие также подтверждается всеми.

7. Изготовитель уже имеет информацию от всех участников цепи, создает плату.

8. При возникновении ошибок на этапе компоновке, размещения, трассировки или других этапах, проектировщик посылает запрос в сеть, все подтверждают данную ошибку, специалист САПР исправляет схему и отправляет ее обратно в сеть, данное действие подтверждается всеми.

Графическая модель процесса создания печатной платы с использованием технологии распределенных реестров выглядит следующим образом (рис. 1).

После каждого действия происходит подтверждение выполненного действия всеми участниками цепи. Только после подтверждения, участник может выполнить следующее действие, это значительно уменьшит ошибки при создания печатных плат, а также исключит большое количество бумажного оборота при ее создании.

Технология распределенных реестров уже широко используется в различных областях жизни, и использование ее не ограничено только лишь передачей друг другу электронной валюты, применение данной технологии возможна практически во всех сферах производства и продукта, например, такого как печатные платы. Приведенный пример показывает широкие перспективы применения технологии распределенных реестров в самых широких отраслях производства и экономики. Например, также возможно применение данной технологии позволит эффективно решать задачи в области обеспечения помехоустойчивости электронных средств, при непреднамеренных и преднамеренных электромагнитных воздействиях и излучениях [5, 6, 7, 8, 9].

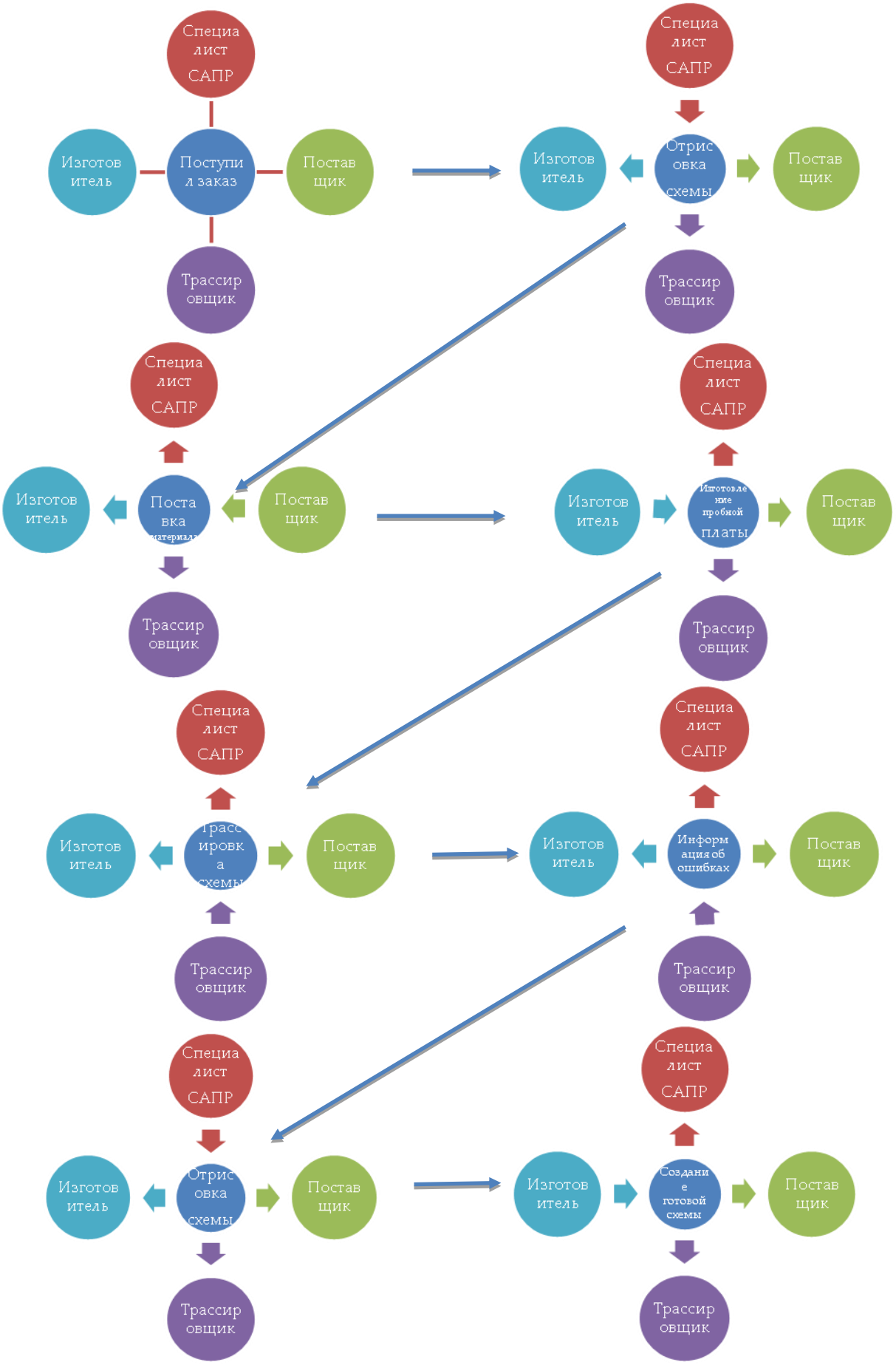


Рис. 1. Графическая модель применения технологии распределенных реестров

Литература

1. Мащенко П.Л., Пилипенко М.О. Технология Блокчейн и ее практическое применение // Наука, техника, образование. – 2017. – №32. – С. 61-64.
2. Melanie S. Blockchain: Blueprint for a New Economy. – Boston: O'Reilly Media, Inc., 2015. – 152 p.
3. Архипов А.О, Гизатуллин З.М. Применение технологии блокчейн в системах автоматизированного проектирования электронных средств // Современные материалы, техника и технология: Сб. науч. статей 7-й Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 21-25.
4. Тахаутдинов Р.Ш. Многослойные печатные платы. Первые шаги в освоении операции прессования // Технологии в электронной промышленности. – 2010. – №3. – С. 28-31.
5. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.
6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.
7. Гизатуллин З.М., Фазулянов Ф.М., Шувалов Л.Н., Гизатуллин Р.М. Целостность информации в USB флэш-накопителе при воздействии импульсного магнитного поля // Журнал Радиоэлектроники. 2015. – №8. – С. 8.
8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Методика физического моделирования воздействия разряда молнии на летательные аппараты // Известия вузов. Авиационная техника. – 2016. – №2. – С. 3-6.
9. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №9. – С. 7.

А.И. Белоусов, Т.А. Щетинина

ПРИМЕНЕНИЕ АТРИБУТИВНОГО ПОДХОДА РАЗГРАНИЧЕНИЯ ПРАВ ДОСТУПА К УНИФИЦИРОВАННЫМ ФРЕЙМОВЫМ СТРУКТУРАМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

(Самарский университет)

В настоящее время, в основном, используются два способа для разграничения прав доступа: атрибутивный (ABAC) и ролевой (RBAC) [1]. Наиболее распространенным и широко используемым является ролевой контроль доступа, так как его реализация более проста и понятна. При авторизации пользователя в системе в соответствии с бизнес-правилом ему присваивается роль, в соответствии с которой он получает доступ только к определенным ресурсам и

видит только ту информацию, которая с ними связана. На основе этих ролей проверяется возможность выполнения пользователем того или иного действия.

Но бизнес-правила неизбежно усложняются и становятся многомерными. Это приводит к тому, что одного атрибута (роли) для выражения бизнес-правил становится недостаточно и начинают добавляться другие атрибуты (город, страна, филиал, день недели, владелец, лимит и т. п.). Чтобы справиться с этой сложностью, необходимо создавать дополнительные роли, число которых равно числу различных комбинаций всех атрибутов.

После каждого добавления нового значения атрибута приходится добавлять новые роли. Кроме этого, появляются и другие проблемы:

- одно бизнес-правило «размазывается» среди множества ролей и становится неочевидным, что усложняет понимание такого правила и его поддержку;
- начинается взрывной рост числа ролей, что значительно усложняет управление ими.

Получается, что как только бизнес-правила становятся многомерными или требуют контроля данных, ролевая модель не только не решает текущие проблемы контроля доступа, но и создает новые.

Чтобы справиться с нерешаемыми в рамках RBAC проблемами, был создан другой подход, который основывается на атрибутах.

Основное отличие этого подхода в том, что каждая ситуация оценивается не с точки зрения роли пользователя и действия, которое он хочет совершить, а с точки зрения атрибутов, которые к ним относятся.

Бизнес-правило, по сути, представляет собой набор условий, в которых различные атрибуты должны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям.

Можно явно выделить несколько категорий атрибутов:

- атрибуты ресурса (тип, создатель, стоимость);
- атрибуты субъекта (имя, отдел, должность);
- атрибуты действия (название);
- атрибуты среды (IP-адрес, время, устройство).

Для выполнения авторизации значения всех атрибутов берутся в момент проверки прав и сравниваются с ожидаемыми значениями. Выполнение всех условий обеспечивает доступ к ресурсу.

Простые правила реализуются простыми условиями, а многомерные правила в этой модели не становятся более сложными.

Таким образом, ABAC позволяет избежать проблем, которые появляются в RBAC:

- бизнес-правило не «размазывается» по системе, что делает его понимание и поддержку достаточно простыми;
- не происходит взрывного роста числа условий, что упрощает их сопровождение.

Но самое главное, ABAC позволяет решить проблемы, которые невозможно решить с помощью RBAC, поскольку в этом подходе нет ограничений

на сложность бизнес-правил. Бизнес-правила любой сложности, в том числе с использованием заранее неизвестных атрибутов, не создают новых проблем и просты в сопровождении.

Также упростить ведение и поддержку базы данных или знаний может унификация данных и их хранение в качестве фреймов.

Термин унификация означает приведение к единообразной системе или форме. Фрейм – это модель абстрактного образа, минимально возможное описание сущности какого-либо объекта, явления, события, ситуации, процесса; структура, содержащая описание объекта в виде атрибутов и их значений [2]. Каждый фрейм состоит из имени и отдельных единиц – слотов. Все фреймы имеют однородную структуру и позволяют хранить любую базу знаний.

База данных представляет собой связанные таблицы (фреймы):

- объекты (идентификатор, имя, транзакция, версия, тип);
- параметры (идентификатор, транзакция, версия, тип, значение, ссылка на объект);
- типы (идентификатор, транзакция, версия, наследование, тип, значение по умолчанию).

Применение RBAC модели разграничения прав к унифицированной форме хранения знаний является не тривиальной задачей, так как набор данных и атрибутов заранее неизвестен. Поэтому для унифицированной формы хранения бизнес правила распространяются на фреймы и параметры фреймов, и действуют на любые из созданных сущностей (фреймы-экземпляры). Данный подход позволяет унифицировать и RBAC правила для разграничения прав доступа, что так же позволяет применять наследование в самих правилах.

Таким образом, атрибутивный способ контроля доступа, унификация данных и представление их в виде фреймов значительно упрощают ведение, манипулирование данными и их хранение, а так же позволяют использовать данную структуру для любой предметной области.

Литература

1. Подходы к контролю доступа: RBAC vs. ABAC [Электронный ресурс] // Официальный сайт Habrahabr. – Режим доступа: https://habrahabr.ru/company/custis/blog/258861/ , свободный. – (Дата обращения 15.12.2017).

2. Фрейм [Электронный ресурс] // Официальный сайт Wikipedia. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Фрейм_(инженерия_знаний) , свободный. – (Дата обращения 16.12.2017).

П.А Богуренко, В.Д. Зубков, М.Е. Бурлаков

ФИЛЬТРАЦИЯ RSSI МЕТОДОМ СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Введение. Определение расстояния по Wi-fi сигналу, является очень важной и необходимой задачей. Один из способов — это метод триангуляции на основе RSSI сигналов от точек доступа. Но для получения наиболее точных данных, необходимо фильтровать RSSI сигнал от посторонних шумов. Иначе это приведет к погрешности при позиционировании объектов, а также к большим колебаниям позиции объекта.

Параметр RSSI, как основа для позиционирования в Wi-Fi сетях. RSSI (Received Signal Strength Indicator) – показатель уровня принимаемого сигнала. Данная величина измеряется в децибелах и представляет собой полную мощность принимаемого приемником сигнала. Данный параметр является основным для нахождения расстояния до базовой станции. Расстояние вычисляется при помощи формулы:

$$\text{RSSI} = -10nlog_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right) + A_0 \,, \qquad (1)$$

где:

- d – расстояние от устройства до передатчика, м;
- d_0 – расстояние от устройства до точки, на которой выполнялось измерение мощности сигнала A_0 устройства, м;
- A_0 –мощность сигнала устройства, измеренная на единичном расстоянии d_0 от устройства, dBm;
- n – коэффициент потерь мощности сигнала при распространении в среде, безразмерная величина (для воздуха n=2; увеличивается при наличии препятствий);

Исходя из уравнения, которое является упрощением соотношения Фриса, можно заметить, что при увеличении расстояния до маяка или станции – значение RSSI уменьшается логарифмически (Рис. 1).

Шумы. В предлагаемой работе проведены измерения RSSI во временном ряду на различных расстояниях. Результаты измерений нанесены на графики (Рис. 2-3)

Из представленных графиков видно, что значения имеют широкую вариативность, хотя в эксперименте объект стоял неподвижно. Это воздействие шумов на сигнал. Для приведения значений к наиболее реальной обстановке, используют фильтр скользящего среднего.

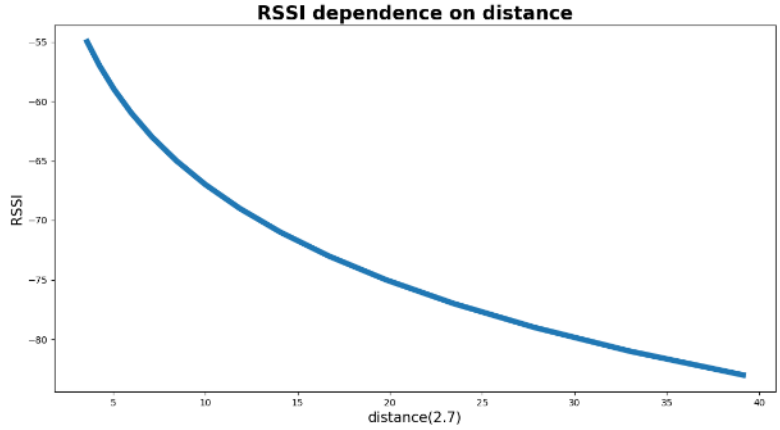


Рис. 1. График зависимости RSSI от дистанции при экспериментальном сборе данных с параметром n равном 2.7

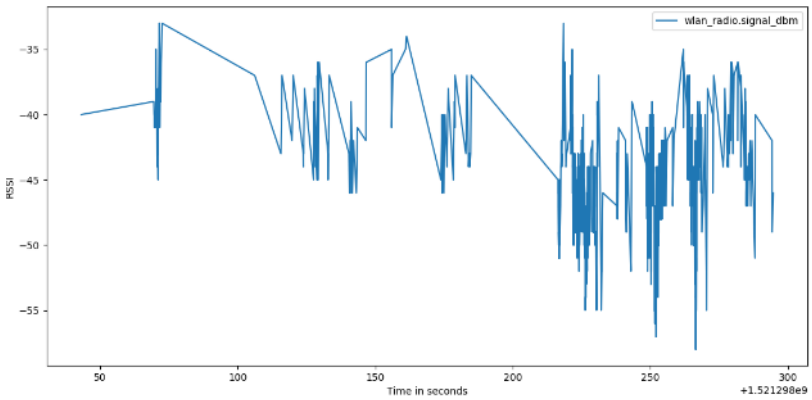


Рис. 2. Временной ряд RSSI при расстоянии в 1 м

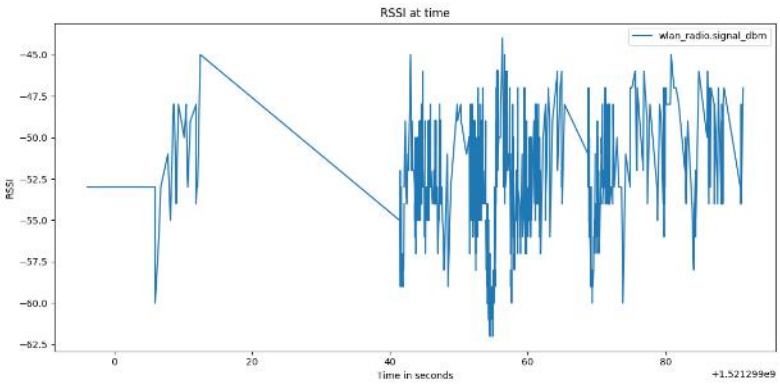


Рис. 3. Временной ряд значений RSSI при сборе показаний на расстоянии 5 м

Фильтр скользящего среднего. Различают две разновидности метода скользящего среднего – простое сглаживание и взвешенное сглаживание. Простое сглаживание вычисляется по формуле:

$$\overline{X}(k) = \frac{1}{n}\sum_{t=k}^{n+k} X(t) \qquad (2)$$

где n – размер окна (период сглаживания), k-номер члена ряда, значение которого заменяется средним. Размер окна зависит от характера временного ряда, целей исследования и определяется пользователем. Вообще, чем больше окно, тем сильнее сглаживание. Поэтому, если выбрать окно слишком большим, вместе со случайной составляющей возможно будут подавлены изменения, несущие полезную информацию. В пределе, если размер окна взять равным длине ряда, значения всех его членов станут одинаковыми и равными среднему значению ряда. Вся информация о динамике исследуемого процесса таким образом будет потеряна.

При взвешенном сглаживании значения ряда средние значения, вычисленные по окну, берутся с некоторыми весами, отражающими вклад члена ряда в отражаемые рядом закономерности исследуемого процесса. В этом случае, аппроксимация оценки значения ряда производится с помощью полинома порядка p в интервале $(t – n, t + n)$:

$$X(t) = \sum_{i=0}^{p} a_i t^i \qquad (3)$$

параметры которого, оцениваются по методу наименьших квадратов.

При использовании данного фильтра на собранных значениях, графики преобразуются к виду, как показано на Рис. 4-5.

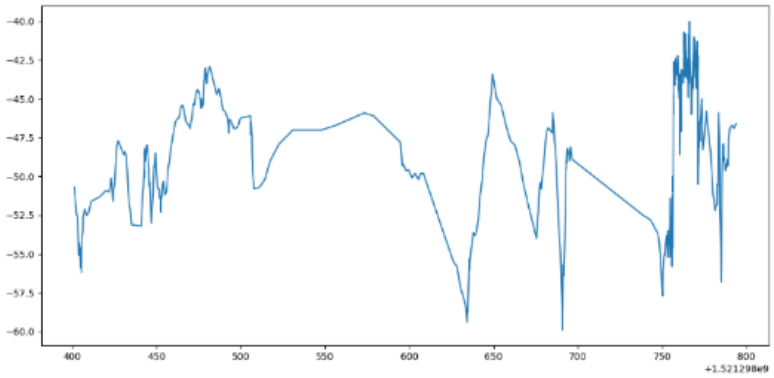


Рис. 4. Временной ряд значений RSSI на расстоянии 1 м. после фильтрации

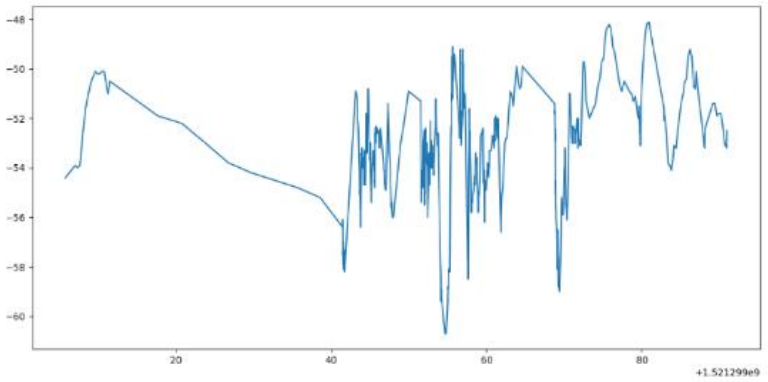


Рис. 5. Временной ряд значений RSSI после фильтрации на расстоянии в 5 м

Сравнение результатов фильтрации. Результаты фильтрации набора значений RSSI на расстоянии 1 м. от передатчика представлены в табл. 1

Окно фильтрации	Среднее значение расстояния (м.)	Стандартное отклонение (м.)
0	0.952894	0.326932
10	0.970465	0.169872
20	0.912260	0.116463

Также были проведены измерения для других расстояний и размеров окна. По результатам всех измерений и фильтрации видно, что чем шире окно фильтрации, тем меньшим колебаниям будет подвержена позиция клиента и, тем большая погрешность будет получаться вследствие потери информации, не относящейся к шуму.

Заключение. В заключение можно сказать, что для увеличения точности определения позиционирования и уменьшения колебания позиции объектов необходима фильтрация значений RSSI от постороннего шума, применяя к нему выше упомянутый алгоритм. Тем самым алгоритмы фильтрации являются такой же важной частью, как и алгоритмы позиционирования.

Литература

1. Moving Average Filters (Character 15) [Электронный ресурс] ─ Режим доступа: http://www.autex.spb.su/download/dsp/dsp_guide/ch15en-ru.pdf, свободный. – Яз. рус.

2. Рекурсивные фильтры скользящего среднего [Электронный ресурс] ─ Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/325590, свободный. – Яз. рус.

3. Moving Average method среднего [Электронный ресурс] ─ Режим доступа: https://basegroup.ru/community/glossary/movav-method, свободный. – Яз. англ.

4. Смит В.С. «Научно-техническое руководство по цифровой обработке сигналов» Второе издание – Фильтры скользящего среднего

М.А. Болотов, В.А. Печенин, Н.В. Рузанов, Е.Ю. Колчина

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ КОНТАКТИРУЮЩИХ ПРОФИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

(Самарский университет)

Сборка изделий средней и высокой сложности является уникальной операцией в ходе которой по результатам измерений и анализа геометрии собираемых деталей изменяется ход операций. При этом, в авиадвигателестроении, как правило, выполняется несколько пробных сборок с целью определения подходящего комплекта деталей, их оптимального взаимного положения и размерных параметров, которые обеспечивают заданную конструктором точность.

Выполнение пробных сборок повышает трудоемкость процесса в несколько раз.

Для решения проблемы пробных сборок необходимо цифровое прогнозирование их геометрических параметров по результатам лазерного и оптического сканирования отдельных деталей. В работе ставиться задача прогнозирования сборки двух профилей: неидеального, имеющего геометрические отклонения, и прямолинейного, описываемого прямой. Выполнялся расчет определения взаимного положения профилей после сборки с использованием разработанной модели сопряжений поверхностей, описанной в работе [1] и основанной на использовании алгоритма ближайших точек [2].

Точки действительных поверхностей моделируются путем добавления к координатам точек номинальных поверхностей величины отклонения формы:

$$\vec{p}_{действ} = \vec{p}_{ном} + \vec{n}_н \cdot \delta_ф, \quad (1)$$

где $\vec{p}_{действ}$, $\vec{p}_{ном}$ – вектор координат точек (*x, y*) соответственно действительной (моделируемой) и номинального профиля;

$\vec{n}_н$ – вектор нормали в точке $\vec{p}_{ном}$;

$\delta_ф$ – величина отклонения формы в точке $\vec{p}_{ном}$;

Отклонение формы можно представить как сумму из трех составляющих: формы: макроотклонения $\delta_м$, гармонической составляющей $\delta_г$ и. случайной компоненты $\delta_с$.

Макроотлонение формы можно описать при помощи полинома n-й степени:

$$\delta_м = \sum_{i=0}^{n} a_i \cdot x^i, \quad (2)$$

где a_i – коэффициенты полинома. При моделировании был использован полином 4 степени, общая величина отклонения не превышала 0,05 мм.

Гармоническое отклонение формы может быть аппроксимировано с использованием функции синуса по следующей формуле:

$$\delta_г = A_г \cdot \sin(w_x \cdot x + \varphi_{\sin}), \quad (3)$$

где $A_г$ – амплитуда гармонической составляющей; w_x задано как $\omega_x \cdot 2\pi / L_x$; ω_x – частота гармонической компоненты вдоль оси *x*; L_x – опорная длина вдоль оси *x*; $\varphi_{\sin}$ – фаза угла. Гармоническое отклонение не превышает 0,005 мм.

Значение случайной составляющей отклонения $\delta_с$ рассчитывалось случайным образом по нормальному закону Гаусса с максимальным значением 0,002 мм.

Для построения прогнозных моделей взаимного положения профилей выявить значимые факторы, влияющие на эти неопределенности. Для описания связи между величинами параметров процесса измерения (характер отклонений геометрии поверхностей и методика проведения измерений) и неопределенно-

стями измерений рассчитывались коэффициенты корреляции. Значимыми факторами являются максимальная величина макроотлонения A_M и коэффициенты полинома, описывающего макроотклонение.

В экспериментах ставится задача прогнозирования положения верхнего профиля (прямой), оцениваемое по ординатам двух точек: начальной ($Y_н$)и конечной ($Y_к$).

Для решения поставленной задачи прогнозирования положения верхнего профиля использовались три архитектуры нейронных сетей. Первая представляет собой радиально-базисную сеть (GRNN, Generalized Regression Neural Networks) [3], имеющей 2 слоя – скрытый радиальный базисный слой и выходной линейный слой. Радиально-базисный нейрон преобразовывает расстояние от данного входного вектора до соответствующего ему "центра" по некоторому нелинейному закону (обычно функция Гаусса). Число нейронов входного слоя P равно числу параметров (A_M и a_i, всего 6), используемых для прогнозирования. Число нейронов радиального базисного слоя Q равно числу элементов обучающего множества.

Вторая и третья архитектуры представляют собой однонаправленную сеть, обучаемую с применением алгоритма обратного распространения. Сеть содержит два слоя: скрытый слой состоит из нейронов с сигмоидной функцией в виде гиперболического тангенса; выходной слой состоит из нейронов с линейный функцией активации. Третья архитектура отличается от второй тем, что во втором слое используются **нейроны с линейной функцией активации с насыщением.**

На основании данных моделирования сборки профилей в программном пакете MATLAB была созданы и обучены нейронные сети, архитектуры которых описаны выше и приведены на рисунке 1. Число нейронов второго, линейного слоя, во всех трех архитектурах равно числу прогнозируемых параметров – координатам точек $Y_н$ и $Y_к$.

Для более качественной работы сети было проведено нормирование входных параметров в диапазон [0,1].

Для обучения сетей было использовано 9751 случаев сборки, затем проводилось прогнозирование 249 случаев. В таблице 1 представлен план экспериментов для проведения прогноза сборочных параметров.

Обучение в экспериментах II-IV осуществлялось за 1000 эпох. Вычислялась относительная погрешность прогнозирования по формуле:

$$\varepsilon = \left(Y - Y_{действ}\right)/T \cdot 100 \qquad ()$$

где T – величина допуска. Для данных прямых с учетом 11 квалитета точности на опорной длине 10 мм допуск принят 0,03мм [4].

В таблице 2 приведены математические ожидания μ и среднеквадратические отклонения σ значений отклонений прогнозных данных от действительных значений сборочных параметров.

Из результатов прогноза следует, что третья архитектура (рисунок 1, в) наиболее точно позволяет прогнозировать сборочные параметры. На рисунке 2 приведены результаты по прогнозированию координат точек в тестовом множестве при использовании третьей архитектуры в эксперименте V.

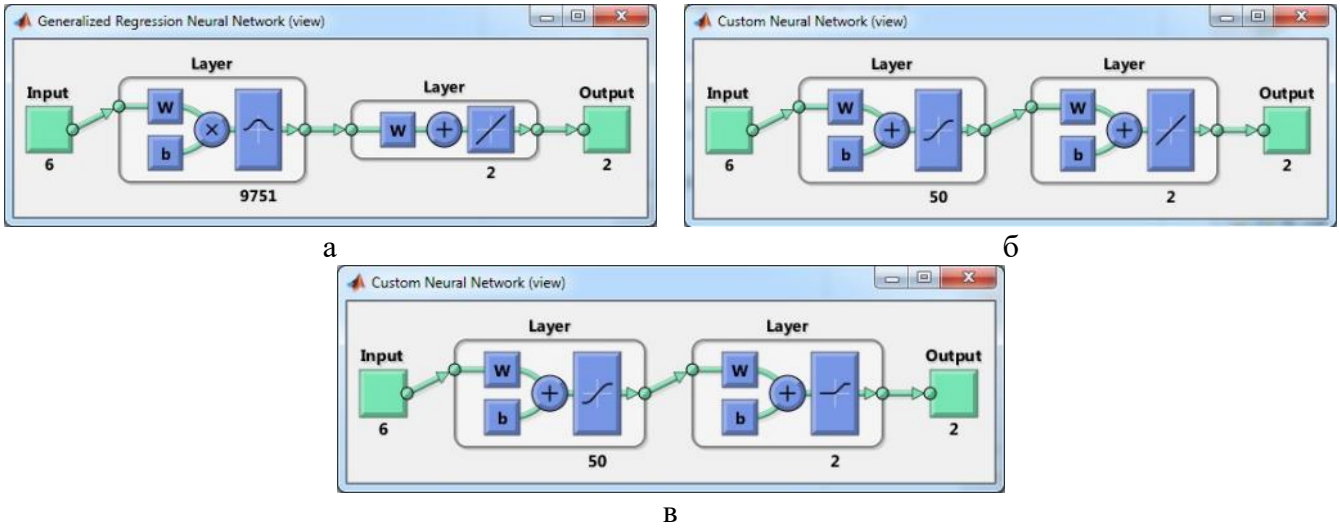


Рисунок 1 – Архитектуры сетей, используемых в экспериментах: а) GRNN; б) нейроны с сигмоидной функцией в скрытом слое; в) нейроны с **линейной функцией с насыщением в выходном слое**

Таблица 1 – План экспериментов по прогнозированию сборочных параметров

Эксперимент	Параметры эксперимента
I	Использование радиально-базисной сети
II	Использование второй архитектуры (рисунок 1, б)
III	Использование второй архитектуры без нормирования входных и тестовых параметров
IV	Использование второй архитектуры, во входном слое используется только амплитуда A_M
V	Использование третьей архитектуры (рисунок 1, в)

Таблица 2 – Погрешности прогноза ε координат точек в экспериментах

Эксперимент	ε для точки 1, %		ε для точки 2, %	
	μ	σ	μ	σ
I	1,32	17,17	-0,84	19,80
II	0,51	5,11	-1,14	5,84
III	0,76	5,71	-1,14	6,13
IV	0,98	22,36	-0,42	23,95
V	0,30	4,86	-0,91	5,39

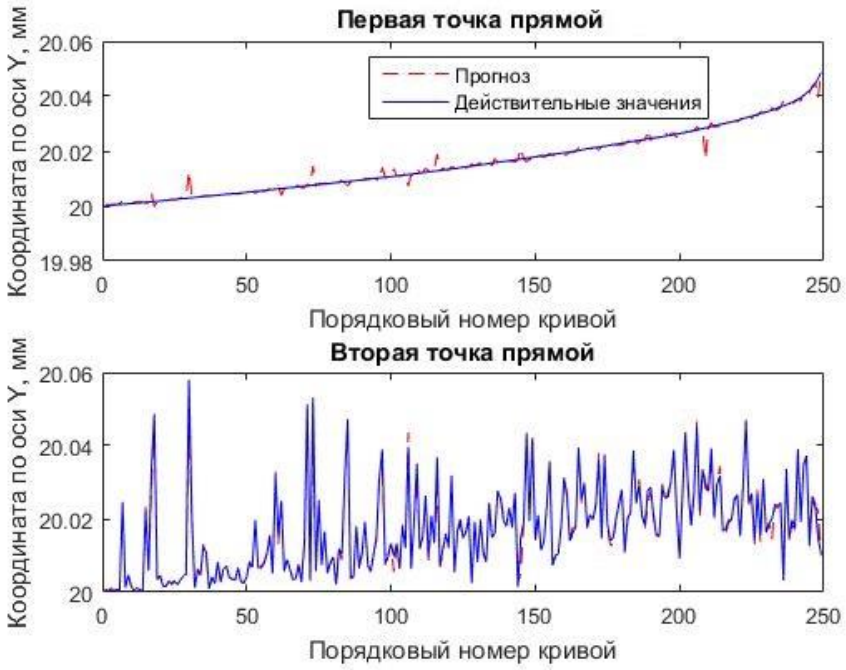


Рисунок 2 – Графическая интерпретация результатов эксперимента V

Разработанная модель может быть развита для решения задач в трехмерном пространстве и найти своё применение в промышленности и в роботизированных системах для решения геометрических задач при планировании манипулирования объектами с высокой точностью. Цифровой прогноз и определение оптимальных параметров позволит выполнять сборку сложных изделий с первого раза, в перспективе с использованием роботов-сборщиков.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания на 2018 год. Шифр проекта 9.11560.2018/10.11.

Литература

1. Болотов М.А. Метод оценки неопределённостей пространственного сопряжения высокоточных оптических и механических деталей / М.А. Болотов, В.А. Печенин, С.П. Мурзин // Компьютерная оптика. - 2016. - Т. 40. - № 3. – С. 360-369.

2. Besl P.J. A method for registration of 3-D shapes / P.J. Besl, N.D. Mckay // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1992. – Vol. 14, № 2. – P. 239-256.

3. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев В.Г. Потемкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.

4. Мягков, В.Д. Допуски и посадки. Ч 1. [Текст]: Справочник. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.

Д.В. Веерпалу

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МЕРОПРИЯТИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ

(Научно-исследовательский институт радио, Москва)

В современных условиях динамичного развития технологий и расширения потребительского спроса одним из наиболее отработанных и эффективно действующих инструментов реализации государственной научно-технической и инновационной политики являются федеральные целевые программы (ФЦП). Анализ сущности и роли ФЦП в государственном регулировании экономикой страны позволяет выделить ряд преимуществ программно-целевого управления, в частности, возможность за счет государственного участия:

- реализовывать важные комплексные социально-экономические проекты с длительными сроками окупаемости и низким эффектом отдачи;
- наладить эффективное межотраслевое, межведомственное и межрегиональное взаимодействие между участниками программы;
- обеспечить системный подход к формированию комплекса взаимосогласованных по ресурсам и срокам мероприятий для достижения поставленных целей и др.

Исследование нормативно-правовых и прикладных аспектов осуществления федеральных целевых программ позволило выявить основные принципы программно-целевого управления, к которым относятся: законность и научная обоснованность, приоритетность государственных интересов РФ, целевое и эффективное использования финансовых ресурсов, методическое и информационное единство, публичность и прозрачность.

Анализ системы управления федеральными целевыми программами свидетельствует о том, что особое место в этой системе занимает мониторинг процесса осуществления ФЦП, заключающийся в постоянном наблюдении за важнейшими текущими результатами реализации всех аспектов деятельности, своевременном обнаружении отклонений от утвержденного плана и бюджета; анализе причин, вызвавших эти отклонения и разработке предложений по соответствующей корректировке отдельных направлений деятельности с целью нормализации и повышения эффективности выполнения программ.

Комплексный характер ФЦП при относительной автономности отдельных проектов программы определяет сложность прогнозирования фактического расходования денежных средств. Таким образом, актуальной научно-технической задачей является повышение достоверности и результативности мониторинга мероприятий ФЦП с учетом комбинированного влияния фактора времени и человеческого фактора.

Для решения этой задачи была предложена Информационно-аналитическая система мониторинга мероприятий ФЦП, реализованная для повышения эффективности мониторинга мероприятий по строительству объектов

сети цифрового телерадиовещания (ЦТВ) [1 – 4]. Данная система позволяет моделировать и анализировать процессы управления и информационного обмена, включающие определение порядка планирования и отчетности (кто, кому, с какой периодичностью или при наступлении какого события предоставляет информацию).

Интерфейс системы, иллюстрирующий результаты ее работы приведен на рисунке 1.

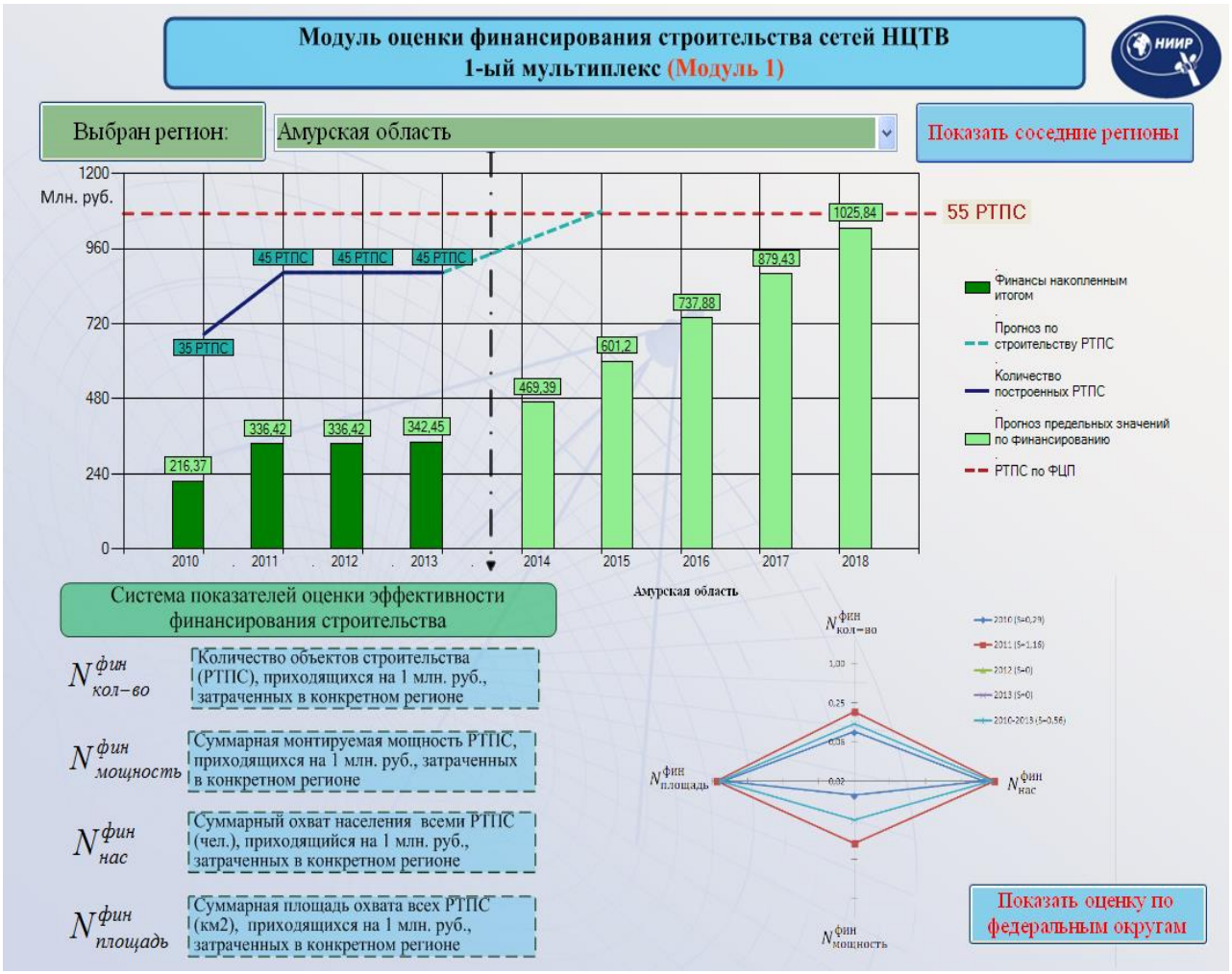


Рис. 1. Информационно-аналитическая система мониторинга ФЦП

На основе информационно-аналитической системы была реализована технология рационального управления мероприятиями ФЦП с возможностью поддержки принятия решений. Такие проблемы, как существенное опоздание по одному из проектов или недостаточное освоение денежных средств, в этом случае будут заблаговременно идентифицированы и проанализированы учетом возникающих рисков и тесной взаимосвязи проектов. В результате вырабатывается управленческое воздействие, выражающееся в корректировке объемов выделяемых денежных средств и сроков с учетом отраслевой специфики.

Предложенный подход учитывает взаимосвязь планирования, мониторинга, уточнения и корректировки целевых показателей, перечня проводимых

мероприятий и выделяемых на их реализацию объемов финансовых ресурсов. Для наблюдения за проектами выделены критерии управления строительством, позволяющие проводить набор мероприятий для обеспечения достижения индикаторов и показателей результатов выполнения программы.

Полученные результаты позволили обеспечить качественное планирование и мониторинг хода реализации ФЦП развития сети ЦТВ за счет прогнозирования потенциальных отклонений и возможности оценки влияния этих отклонений на основные показатели Программы. Разработанный инструментарий можно использовать для решения аналогичных задач при реализации других государственных и федеральных целевых программ.

Перспективы дальнейшей разработки темы включают расширение предложенной системы целевых индикаторов и развитие информационно-аналитической системы мониторинга мероприятий в рамках инновационных отраслей цифровой экономики в России.

Литература

1. Веерпалу Д.В., Иващенко А.В. Метод рационального управления строительством объектов сети цифрового телерадиовещания // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2016. – № 9. – с. 114 – 118

2. Веерпалу Д.В., Иващенко А.В. Интеллектуальные технологии поддержки принятия решений при управлении строительством объектов сети цифрового телерадиовещания // Научно-технический вестник Поволжья, № 6. – 2017. – с. 180 – 182

3. Веерпалу Д.В. Система мониторинга и управления построением сети цифрового телерадиовещания // Труды Международной конференции «Перспективные информационные технологии – 2017», Самара: Самарский университет. – 2017. – С. 450 – 453

4. Автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга мероприятий финансирования строительства объектов сети цифрового телерадиовещания / Автор: Д.В. Веерпалу. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018612203. – 14.02.2018

В.И. Возмилкин, А.Н. Павлова

СИСТЕМА МУЛЬТИАГЕНТНОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА МАКРОУРОВНЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В современных экономических условиях многие исследователи формулируют определения инвестиционного процесса, выделяя те или иные стороны его, важные с предлагаемой исследователями точки зрения. Инвестиционный процесс является многогранным и уникальным, и невозможно утверждать, что то или иное определение лучше и правильнее других. В данной статье за основу

берётся определение, согласно которому инвестиционный процесс есть система эколого-социально-экономических отношений банков и частных предприятий по поводу расширенного воспроизводства всех элементов индивидуального и национального богатств [1].

Не отвергая традиционного подхода, в котором понятие инвестиционного товара связывается со средствами производства, а категория инвестиции рассматривается как понятие, тождественное капитальным вложениям, в работе предполагается, что инвестиционный процесс включает в себя, наряду с капиталовложениями, всю совокупность различных видов и форм вложений финансовых средств с целью получения дохода в будущем при одновременном отказе использовать эти средства на текущее потребление.

Таким образом, инвестиционный процесс пронизан многообразными экономическими отношениями между его участниками по поводу движения инвестиционных ресурсов с целью повышения качественных и количественных показателей экономического роста, а инвестиции представляют категорию, связанную с воспроизводством и накопления капитала, категорию общества, основанного на знаниях, как условия осуществления воспроизводственного процесса в качественно усложняющихся условиях.

Учитывая всё вышесказанное, актуальность рассматриваемой проблемы становится очевидной. Многие ведущие ученые и экономисты отмечают важность инвестиционного процесса. Так, например, О.В. Петько пишет: «На микроуровне инвестиционный процесс начинается с момента вложения финансовых, материальных и трудовых ресурсов в подготовку и осуществление инвестиционных проектов и завершается с достижением поставленных целей [1]. На макроуровне инвестиционный процесс можно рассматривать как важнейшую форму осуществления накопления на уровне общества, обеспечивающую расширенное воспроизводство основного и оборотного капитала». В трудах зарубежных учёных уделяется значительное внимание проблеме инвестиций. Шарп Ф., Александер Г., Бейли Д. в работе «Инвестиции» отмечают, что в широком смысле слово «инвестировать» означает: «расстаться с деньгами сегодня, чтобы получить большую их сумму в будущем» [1].

Для решения проблемы моделирования инвестиционным процессом макроуровня целесообразно применения мультиагентных технологий. Мультиагентное имитационное моделирование социально-экономических систем (активных систем) ориентирована на совместное использование моделей и методов естественного и искусственного интеллекта для виртуального исследования, идентификации и прогнозирования состояния и поведения активных систем в заданной среде. По итогам проведения такого исследования формируются управленческие решения, направленные на исправления существующих проблем и разногласий в системах.

Разработке многоагентных моделей на сегодняшний день посвящены научные труды многих исследователей, наиболее известными из которых являются исследования, проводимые в ЦЭМИ РАН под руководством Макарова В.Л. [2,3].

В Уфимском государственном авиационном техническом университете проводятся исследования, посвященные разработке многоагентной системе имитационного моделирования процессов функционирования и развития макроэкономической системы. Разработан комплекс многоагентных моделей, реализованный в среде FLAME [4]. Однако в данной среде вывод результатов в графическом виде и их анализ по многим экспериментам одновременно затруднен. Поэтому в качестве платформы многоагентного моделирования в проводимом исследовании применяется среда AnyLogic. AnyLogic – профессиональный инструмент имитационного моделирования нового поколения, который в настоящее время активно применяется для разработки моделей сложных систем [5].

AnyLogic изначально создавался как инструмент для мультиагентного моделирования и поэтому основан на объектно-ориентированной концепции. Эта концепция позволяет разработчикам моделей в среде AnyLogic организовать мышление, структурировать разработку, упростить и ускорить создание моделей. Система AnyLogic основана на языке программирования Java и позволяет использовать в составе модели любые конструкции на этом языке [3].

Разрабатываемая мультиагентная система имитационного моделирования (МСИМ) предназначена для обеспечения информационной и интеллектуальной поддержки принятия решений при реализации инвестиционного процесса, рассматриваемого на макроуровне [1].

Разрабатываемая система предназначена для представления такой формы прогнозов социально-экономического развития на государственном и региональном уровнях, которая обеспечит объяснение особенностей взаимодействия банковского и реального секторов экономики в виде причинно-следственных связей формирования финансовых потоков между банками и представителями бизнеса, а также и влияние их на поведение макроэкономической системы в целом [4].

В целях разработки МСИМ предполагается создание динамической мультиагентной модели инвестиционного процесса, воспроизводящей наряду с особенностями процессов взаимодействия предприятий и банков основные закономерности функционирования макроэкономической системы в целом.

В качестве основных элементов разрабатываемой модели рассматриваются модели поведения предприятия и банка. Диаграммы состояний для этих агентов представлены на рисунках 1 и 2.

Модель предприятия включает в себя три диаграммы состояний. Первая отображает процесс запроса и получения кредита, если условия для его одобрения будут выполнены. Вторая содержит состояния, характерные для процесса выплаты кредита предприятием, пока сумма заемных средств не станет нулевой. Третья диаграмма предназначена для выполнения предприятием финансовых операций, которые присущи экономической деятельности данной организации.

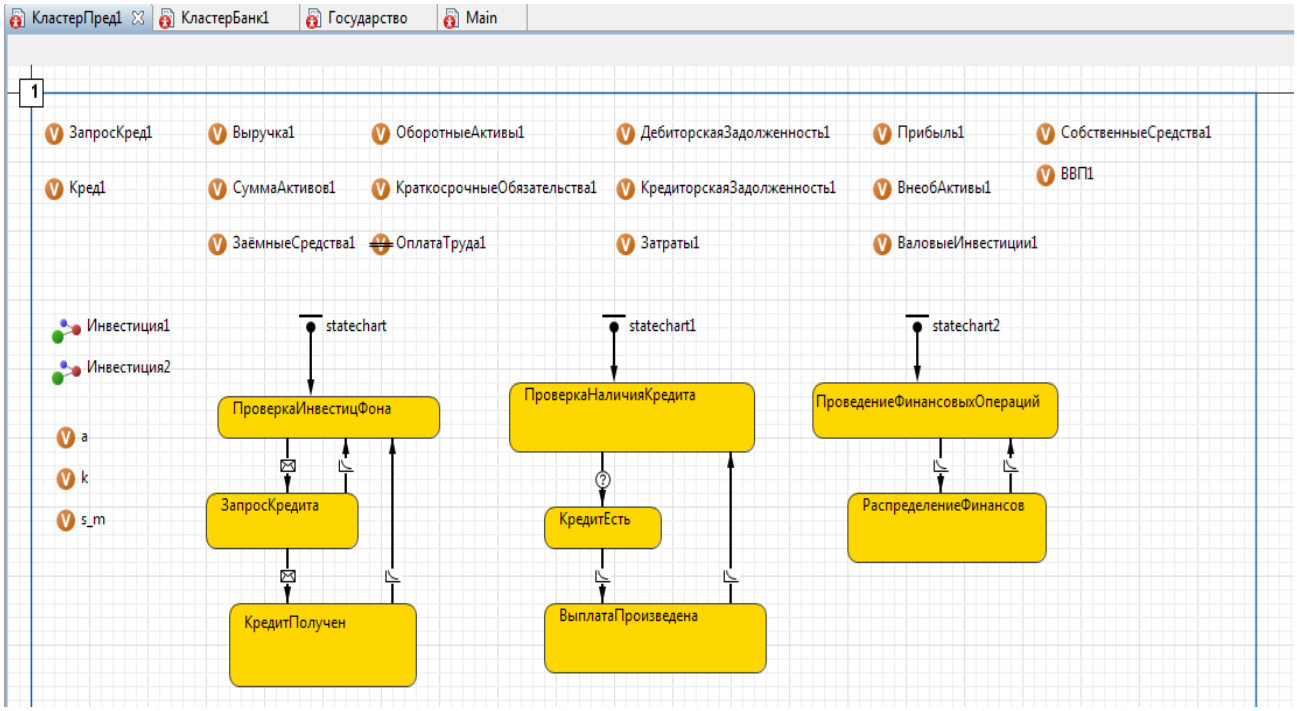


Рисунок 8 – Модель состояний агента «Предприятие» в среде AnyLogic

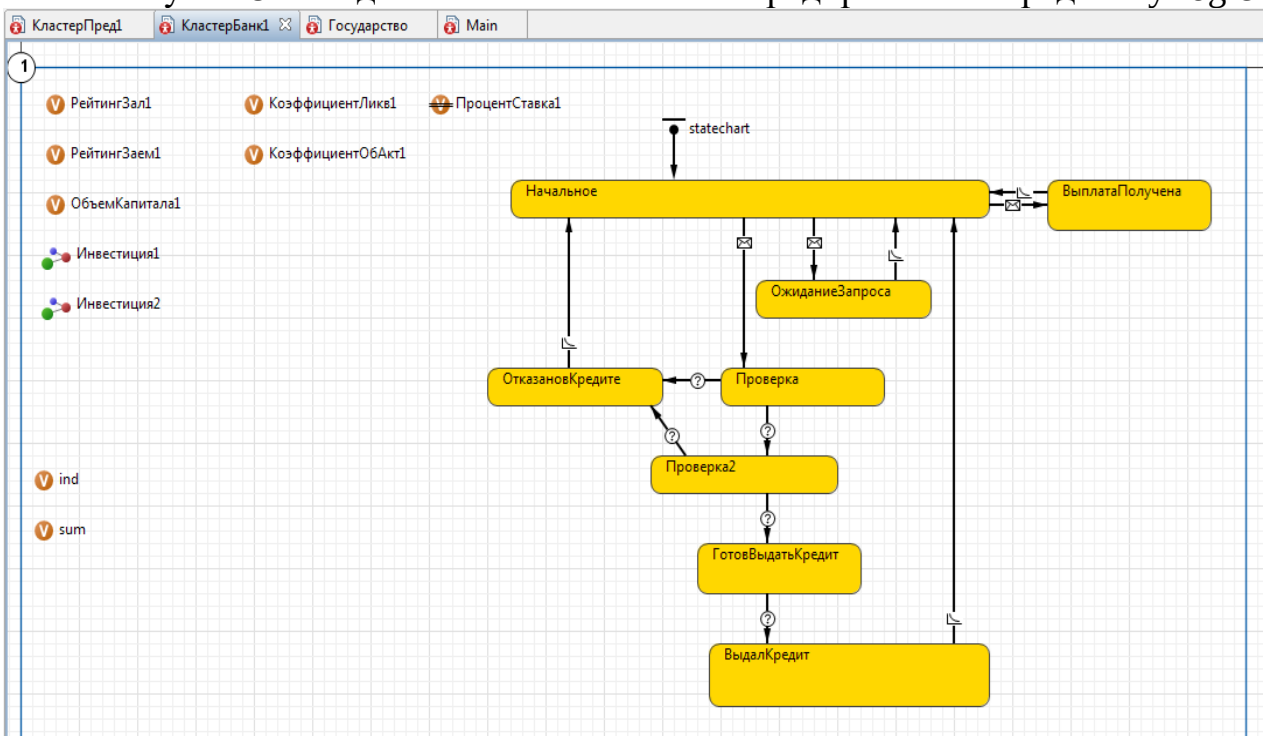


Рисунок 2 – Модель состояний агента «Банк» в среде AnyLogic

Модель банка имеет всего одну диаграмму состояний, суть которой состоит в проверке условий для выдачи кредита и его дальнейшей выплаты, а также приёма платежей по текущим кредитам.

Кроме того, в ходе экспериментов аналитики, являющиеся специалистами в области макроэкономического регулирования, формируют управляющие воздействия, продиктованные текущей макроэкономической ситуацией.

В настоящий момент времени модель находится на этапе тестирования. Разрабатываются специальные тестовые сценарии, которые позволят опреде-

лить правильность реакции системы на формируемые внешние воздействия в виде изменения условий кредитования и параметров производства продукции на предприятиях. По итогам реализации модели формируются, во-первых, графики, отображающие изменения во времени таких показателей: внутренний валовый продукт, прибыль, валовые инвестиции, и, во-вторых, изображение на плоскости агентов предприятий и агентов банков с учетом их объема капитала и возникших взаимосвязей в процессе кредитования в виде финансовых потоков.

Таким образом, разрабатываемое программное обеспечение МСИМ процессом взаимодействия банковского и реального секторов на макроуровне позволяет проводить сценарные исследования взаимодействия агентов в виде банков с предприятий при реализации различных инвестиционных решений.

Литература

1. Шарп У.Ф., Александер Г.Дж., Бэйли Дж.В. Инвестиции – М.: Инфра-М, 2001. — 1028 с.

2. Виттих В. А. Мультиагентные модели взаимодействий для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах / В. А. Виттих, П. О. Скобелев // Автоматика и телемеханика. – 2003. - №1. – С. 177-185.

3. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400с.

4. Исследование сценариев управления взаимодействия предприятий и банков на мезоуровне с использованием мультиагентных технологий / Е. А. Макарова, Т. А. Ефтонова, Р. Н. Булатова, В. Р. Гатиятуллина, // «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений»: сб. науч. тр. III. междунар. конф., Уфа: УГАТУ, 2015г. Т. 2. С.205-210.

5. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р. Социальное моделирование — новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). — Экономика М, 2013. — С. 295.

Д.А. Воробьев, В.Г. Литвинов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ВАЛЮТНОГО РЫНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ АНАЛИЗА ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ СООБЩЕНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

(Самарский университет)

Одной из наиболее востребованных задач валютного дилинга и технического анализа финансовых данных является прогнозирование. В том или ином виде с задачами прогнозирования люди сталкивались на всех исторических этапах существования цивилизации. Однако, до тех пор, пока в его основу не были положены научные подходы и методы, прогнозы составлялись на уровне интуиции, знаний и опыта людей. Успех на валютном, или фондовом рынке в значительной мере обусловлен точностью прогнозирования.

Пусть значения временного ряда доступны в дискретные моменты времени $t = 1,2,...,T$. Обозначим временной ряд $Z(t) = Z(1), Z(2),...,Z(T)$. В момент времени T необходимо определить значения процесса $Z(t)$ в моменты времени $T+1,...,T+P$. Момент времени T называется моментом прогноза, а величина P — временем упреждения [1].

Целью данной работы является разработка метода прогнозирования поведения валютного рынка, при котором можно сделать наиболее точный прогноз, основываясь на имеющихся данных. Решение задачи прогнозирования может быть выполнено различными методами, такими, как метод линейной регрессии, при помощи нейронных сетей, деревьев принятия решений (деревья прогнозирования и классификации). С точки зрения технологий анализа данных, прогнозирование может рассматриваться как определение некоторой неизвестной величины по набору связанных с ней значений.

Для решения задачи был обучен многослойный персептрон, позволяющий проследить влияние внешних факторов на курсы валют.

Одним из факторов, оказывающих влияние на колебание стоимости валют является стоимость товарных рынков. Было проведено исследование, позволяющее предсказать изменение стоимости евро относительно американского доллара.

В качестве алгоритма обучения многослойного персептрона использован алгоритм стохастического градиентного спуска [2, 3]. Исходные данные были поделены на обучающую и тестируемую выборку в соотношении 4:1.

Математически, искусственный нейрон обычно представляют как некоторую нелинейную функцию от единственного аргумента — линейной комбинации всех входных сигналов. Данную функцию называют функцией активации или функцией срабатывания, передаточной функцией. Существует множество функций активации, таких как Линейная, Сигмоид (Логистическая), Гиперболический тангенс.

Для активации была выбрана функция «выпрямитель» (rectifier). Нейроны с данной функцией активации называются ReLU (rectified linear unit). Применение ReLU существенно повышает скорость сходимости стохастического градиентного спуска (в некоторых случаях до 6 раз [4]) по сравнению с сигмоидой и гиперболическим тангенсом. ReLU реализует простой пороговый переход в нуле и имеет следующую формулу:

$$f(x) = max(0, x)$$

В настоящее время для решения задачи оптимизации параметров нейронных сетей разработано большое количество различных методов, таких как Nesterov Accelerated Gradient, AdaGrad, Adam, RMSProp и Adadelta [5]. Обновление весов нейронной сети происходит посредством применения итерационного метода обратного распространения ошибки [2, 3]. В качестве метода оптимизации использован Adam, так как он показывает наибольшую скорость сходимости по сравнению с другими методами. В качестве сравнения эффективности были использованы показатели среднеквадратичного отклонения (СКО) для тестируемой выборки.

На графике 1 представлено значение СКО на логарифмической шкале на различных эпохах обучения. Среднее значение СКО в серии измерений составило 1,2508 * 10^{-4}.

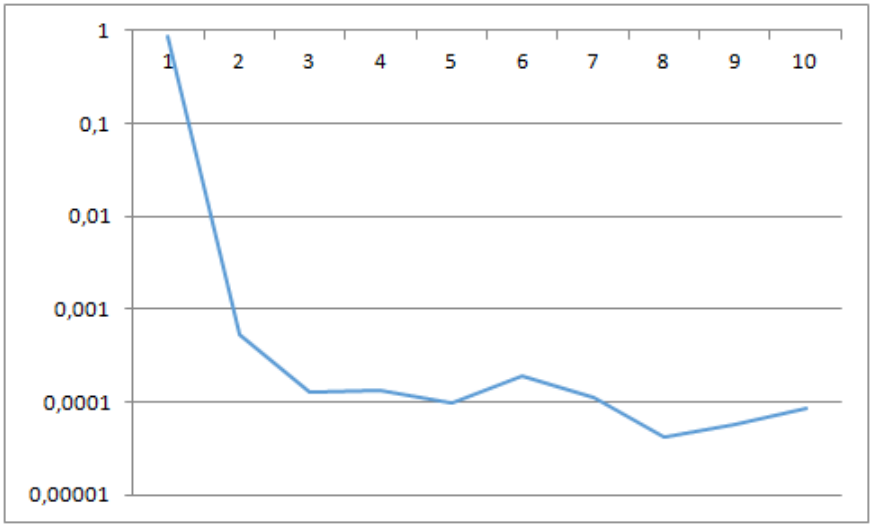


Рис. 1. Значение СКО на этапе обучения

Было сделано предположение о влиянии социальных оценок на финансовый рынок. Для изучения этого факторы были собраны данные из социальной сети Twitter за период с июля 2016 года по август 2017. Для того, чтобы осуществить сбор данных, на кластере Королёв был развернут сервер Ambari, который с помощью инструмента Apache Flume собирал данные по ключевым словам. Данные сохранялись в распределенную базу данных Hadoop на сервере Ambari.

Чтобы иметь возможность использовать эти данные для обучения нейронной сети, была проведена работа по обработке данных. Из каждой сохраненной записи твиттера был извлечен текст и проведен анализ тональности. Тональность каждой записи была представлена числом в диапазоне между нулем и единицей.

Для проведения анализа была использована библиотека TextBlob на языке Python, использующая в своем решении Наивный Байесовский классификатор. Наивный Байесовский классификатор – это широкий класс алгоритмов классификации, основанный на принципе максимума апостериорной вероятности.

В процессе анализа была получена тональность сообщений твиттера, которая затем была сгруппирована и усреднена.

Анализ влияния эмоциональной окраски сообщений на поведение валютного рынка был проведен с использованием многослойного персептрона.
Сеть была обучена по аналогии с первым экспериментом, однако помимо стоимости драгоценных металлов обучающая выборка содержала подготовленные данные из социальной сети Twitter.

На графике 2 представлено значение СКО на логарифмической шкале на различных эпохах обучения. Среднее значение СКО в серии измерений составило 4,408 * 10^{-5}.

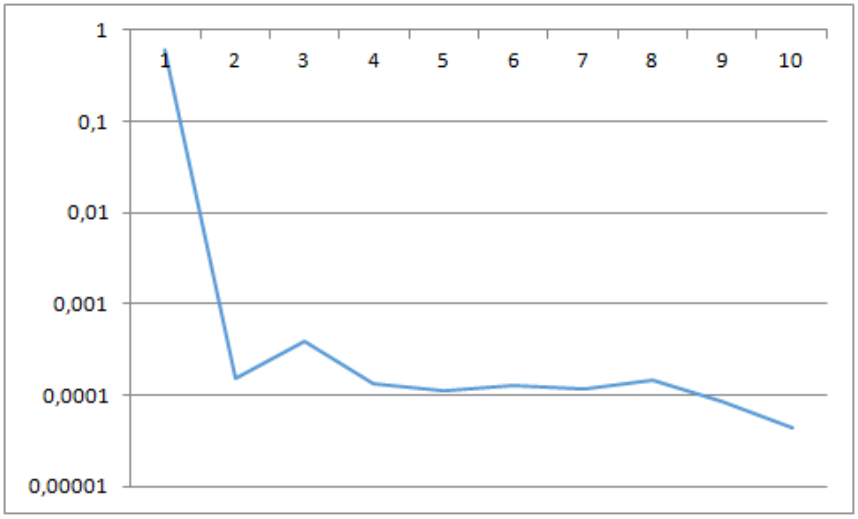


Рис. 2. Значение СКО на логарифмической шкале

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование подготовленных данных из социальных сетей способно повысить точность прогнозирования. Однако, многослойный персептрон может давать значительно менее точные результаты, чем рекуррентные нейронные сети. Дальнейшее исследование будет направлено на нахождение оптимальной конфигурации сети и сравнение эффективности LSTM сети, персептрона и методов линейной регрессии для решения задачи прогнозирования.

Литература

1. Бокс Г., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: Прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. 406 с.
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С. Осовский// Учебно-справочное издание, – 2002.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. – Издательский дом Вильямс, 2008.
4. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks //Advances in neural information processing systems. – 2012. – С. 1097-1105.
5. Суша А.В. Анализ методов оптимизации параметров нейронных сетей на примере задачи классификации изображений // Студенческий: электрон. научн. журн. 2017. № 8(8). URL: https://sibac.info/journal/student/8/79708 (дата обращения: 20.03.2018).

И.Ю. Выгодчикова

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОБМЕННОГО КУРСА ВАЛЮТЫ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ АППРОКСИМАЦИИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Современные информационные технологии бизнеса позволяют анализировать объёмные данные и принимать решения с минимальными потерями времени, что значительно экономит ресурсы, необходимые для реализации решения. Динамичные процессы информационной экономики создают сложности принятия решений, связанные не столько с помехами, шумами, искажением данных, сколько с увеличением потока информации. Общеизвестные методы сглаживания не учитывают возможности изменения закона распределения показателя внутри различных интервалов анализа, поэтому принципиальный интерес для исследования представляют границы таких интервалов [1]. В статье приводится метод и алгоритм определения общего тренда обменного курса валюты (продажа и покупка), а также тех ключевых позиций динамического ряда [2], которые будут использоваться в дальнейшем при принятии решений (данные за другие периоды можно будет отбросить).

Целью работы является разработка алгоритма анализа динамики двух экономических величин на основе минимаксной модели.

Критерий аппроксимации. Исследуется обменный курс валюты за периоды t_k временной сетки $T=\{t_0<\ldots<t_N\}$: $y_{1,k}$ (покупка валюты банком) и $y_{2,k}$ (продажа валюты банком). Математической моделью динамического ряда является алгебраический полином первой степени $p(a_0,a_1,t)=a_0+a_1t$. В качестве критерия аппроксимации, необходимого для отыскания коэффициентов полинома, используется максимум из квадратичных функций [1]:

$$C(a_0,a_1)=\max_{k\in\overline{0,N}} c(a_0,a_1,t_k)\to \min_{A=(a_0,a_1)\in R^2}, \qquad (1)$$

где $c(a_0,a_1,t_k)=\left|(p(a_0,a_1,t_k)-y_{1,k})(p(a_0,a_1,t_k)-y_{2,k})\right|$, $k\in\overline{0,N}$.

Алгоритм решения задачи. Пусть $\sigma=\{t_{j_0}<t_{j_1}<t_{j_2}\}\subset T$ (базис), $\xi_k\in\{-1,1\}$, решается система алгебраических уравнений относительно a_0, a_1, h:

$$(p(a_0,a_1,t_k))^2-p(a_0,a_1,t_k)(y_{1,k}+y_{2,k})+y_{1,k}y_{2,k}-\xi_k h=0,\ \ k=0,1,2. \qquad (2)$$

Рассматривается условие:

$$c(a_0,a_1)=|h|. \qquad (3)$$

Последовательность вычислительного процесса приведена на рис. 1.

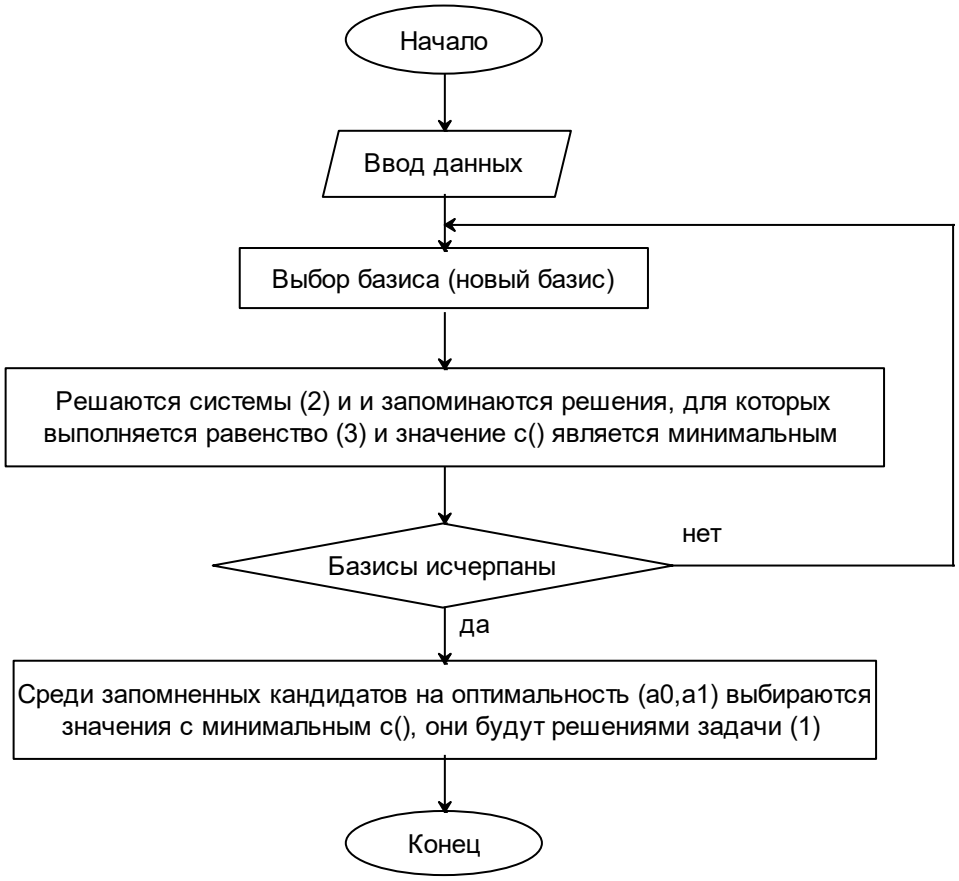


Рис. 1. Блок-схема вычислительного процесса

Заметим, что количество итераций вычислительной процедуры можно сократить, потребовав, чтобы *h* в (2) было неотрицательным.

Аппроксимация значений динамических рядов, составленных из $\{y_{1,k}\}$ и $\{y_{2,k}\}$. Обозначим $y_k = y_{1,k} + y_{2,k}$, $k = \overline{0,N}$. Пусть $A = (a_0, a_1)$ – решение задачи (1), тогда приближенными значениями показателей $y_{1,k}$ и $y_{2,k}$ являются, соответственно, $\tilde{y}_{1,k} = \min\{p(a_0, a_1, t_k), y_k - p(a_0, a_1, t_k)\}$ и $\tilde{y}_{2,k} = \max\{p(a_0, a_1, t_k), y_k - p(a_0, a_1, t_k)\}$, $k = \overline{0,N}$. Несложно показать, что в таком случае ошибки аппроксимации для функции, заданной значениями $\{y_{1,k}\}$, и для функции, заданной значениями $\{y_{2,k}\}$, равны между собой: $|y_{2,k} - \tilde{y}_{2,k}| = |y_{1,k} - \tilde{y}_{1,k}|$, $k = \overline{0,N}$. Базис, на котором получено решение, содержит ключевые позиции динамического процесса, их в дальнейшем целесообразно учитывать при принятии решений на валютном рынке, остальные периоды, с целью снижения объёма анализируемых данных, можно будет отбросить.

Вычислительный эксперимент. Анализ обменного курса валюты проведён на примере курса доллара США Сбербанка России [3]. В результате проведения вычислений по алгоритму (рис. 1), получены аппроксимации динамических рядов покупки и продажи валюты банком (рис. 2). Три ключевых позиции динамического процесса (5, 8 и 12 февраля 2018 г.) отмечены на рис. 2 звёздочками.

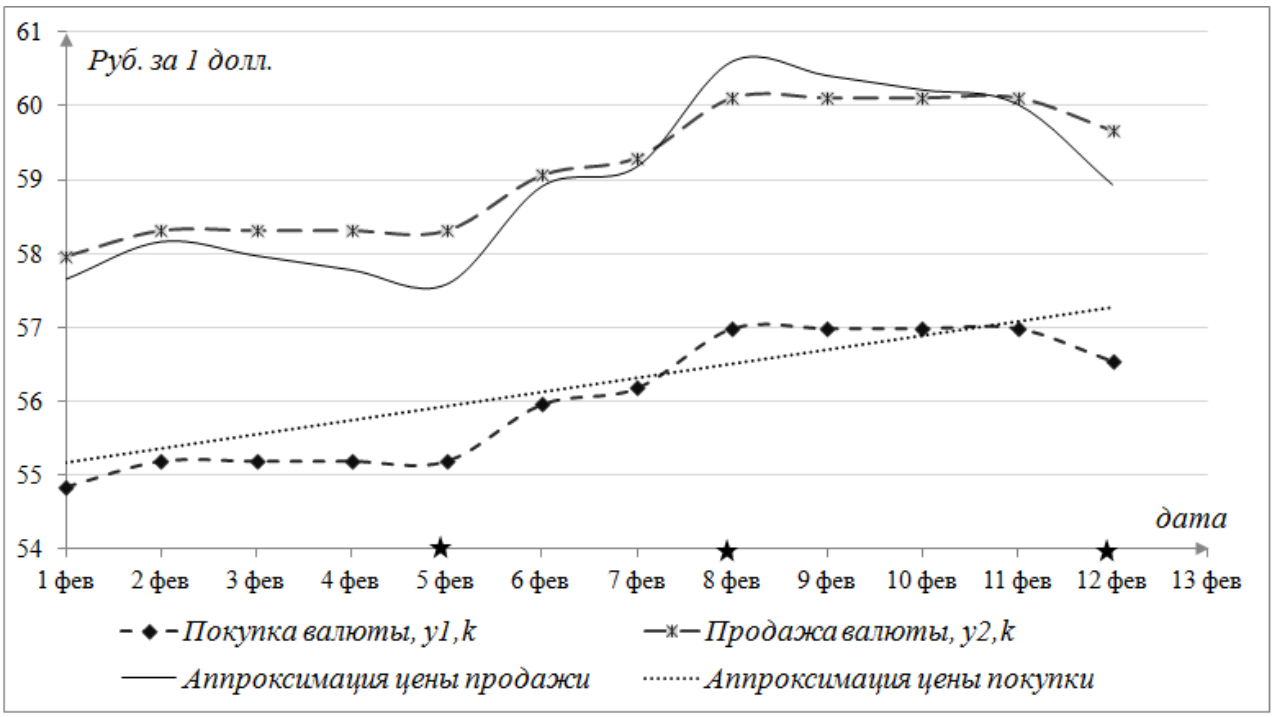


Рис. 2. Результаты вычислительного эксперимента

Заключение. Несмотря на достаточно устойчивый тренд роста курса доллара США за анализируемый период, от проведения валютно-обменных операций с обратной конверсией целесообразно воздержаться.

Литература

1. Выгодчикова И.Ю. О приближении двузначной функции алгебраическим полиномом // Известия ВУЗов. Математика. 2016. №4. С. 8-13.

2. Выгодчикова И.Ю. Оценка допустимых погрешностей при анализе многозначных динамических рядов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции (Самара, 14-16 марта 2017 г.). Самара: Самарский научный центр РАН. 2017. С. 866-868.

3. Курсы валют банка Сбербанк России (доллар США). URL: https://bankiros.ru/bank/sberbank/currency/date/01-02-2018 (..date/12-02-2018) (дата обращения: 19.02.2018 г.).

Э.Э. Галимуллина

НЕЧЕТКОЛОГИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО НА ПРИМЕРЕ ПРОСТОЙ МОДЕЛИ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Классическая логика предполагает использование только двух значений, то есть значение может быть либо истинно, либо ложно. Она отлично подходит для вычислительных систем, в которых оперируют нулем и единицей. В реальности такие системы встречаются довольно редко, поскольку условие может

иметь промежуточное значение: быть частично истинным или частично ложным. Для таких случаев была разработана нечеткая логика, в которой значениям можно задавать различные значения истинности. Преимуществом нечеткой логики перед другими системами является то, что она основана на работе с лингвистическими переменными [1].

В данной работе рассматривается применение нечеткой логики на примере простой модели зарядного устройства для батарей.

В работе зарядного устройства существенную роль играют напряжение и ток заряда (например, от солнечных батарей), и нагрузка. Зарядный источник заряжает батарею, тогда как нагрузка ее разряжает. Зарядное устройство имеет два режима работы: режим подзарядки и режим быстрой зарядки. В режиме подзарядки в батарею поступает только очень небольшой ток, что приводит к неполной зарядке батареи. В режиме быстрой зарядки максимально возможный ток направляется в зарядное устройство.

Для правильного управления процессом следует определить, когда нужно переходить в режим быстрой зарядки, а когда – в режим подзарядки. При зарядке температура батареи повышается. Если батарея заряжена полностью, дополнительный ток, проходящий через нее, будет приводить к ее нагреву. Таким образом, если батарея нагревается, можно считать, что она полностью заряжена, а значит, следует перейти в режим подзарядки. Кроме того, можно измерить напряжение батареи, чтобы определить, достигло ли оно предела. При предельных значениях напряжения батарею можно считать заряженной, поэтому стоит переключиться в режим подзарядки. Если батарея не нагрелась и не достигла предела по напряжению, следует перейти в режим полной зарядки.

Нечеткологическое решение задачи начинается с того, что определяется соответствие между словесным выражением правил и понятиями реального мира. Для этого необходимо создать функции принадлежности.

Функционирование данного нечеткологического устройства рассмотрим с помощью графических средств пакета Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

При создании функций принадлежности нужно взять лингвистические правила нечеткой логики и определить их связь с понятиями реального мира в заданной области. Графики принадлежности для напряжения и температуры (отображающие функции принадлежности) показаны на рис. 1.

График функции принадлежности для напряжения определяет в области напряжения три функции принадлежности для термов: низкое, среднее и высокое. Аналогично задаются три функции принадлежности для области температуры: холодно, тепло и горячо.

Напряжение заряда выбираем в диапазоне от 12 до 16,8 В, так как в качестве заряжаемого устройства выбран четырехсекционный литий-ионный аккумулятор, диапазон напряжений одной ячейки - от 3 до 4,2 В. Температурный диапазон от 15° до 60 °С.

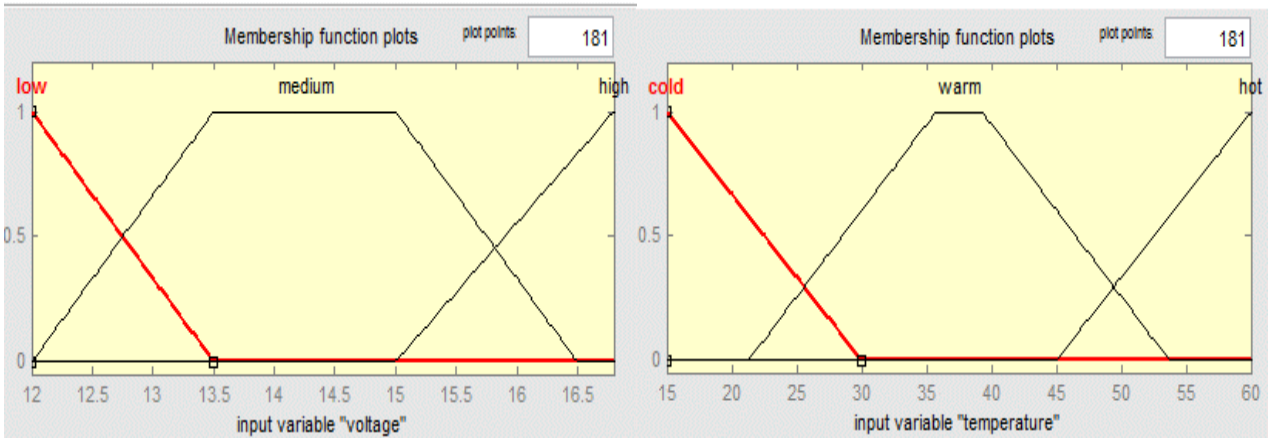


Рис. 1. Вид редактора функций принадлежности для входных переменных «напряжение» и «температура»

Как упоминалось выше, режим зарядки определяется величиной тока, проходящего через батарею. Поэтому в качестве выходной переменной будет ток. Диапазон тока установим в пределах от 0 до 5 А. Для области тока задаются две функции принадлежности для термов: подзарядка и быстрая зарядка. График принадлежности для тока изображен на рис. 2.

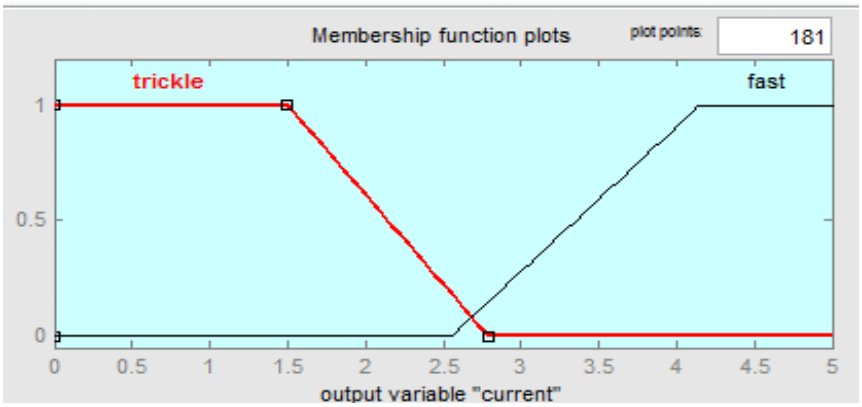


Рис. 2. Вид редактора функций принадлежности для выходной переменной «ток»

Теперь определим правила нечеткого вывода для разрабатываемой экспертной системы. Информация о режиме зарядки батареи может быть представлена в форме трех правил:

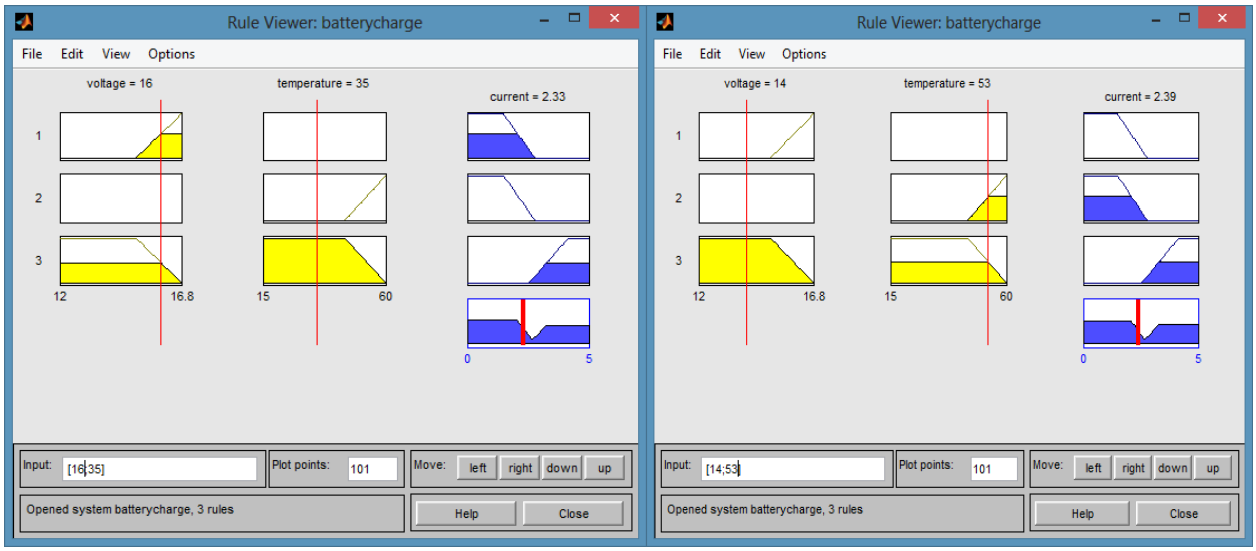
Правило 1: Если «напряжение высокое», то «ток имеет малое значение, режим подзарядки».

Правило 2: Если «температура высокая», то «ток имеет малое значение, режим подзарядки».

Правило 3: Если «напряжение невысокое» и «температура невысокая», то «ток имеет большое значение, режим быстрой зарядки».

После задания правил нечеткого вывода оказывается возможным получить результат нечеткого вывода (значение выходной переменной) для конкретных значений входных переменных.

Рассмотрим результат в трех случаях: в случае высокого напряжения, высокой температуры, а также в случае, когда напряжение и температура не достигли своих предельных значений.



а) б)

Рис. 3. Окно программы просмотра правил в случаях высокого напряжения и высокой температуры

На рис. 3, а видно, что напряжение составляет 16 В, а температура 35°С. Таким значениям входных переменных соответствует значение тока в 2,33 А. На нижнем прямоугольнике в правой части окна, изображающем нечеткое множество, соответствующее выходной переменной, можно увидеть, что данное значение тока соответствует режиму подзарядки.

На рис. 3, б напряжение составляет 14 В, а температура 53°С. Таким значениям входных переменных соответствует значение тока в 2,39 А. Данное значение тока также соответствует режиму подзарядки.

На рис. 4 видно, что напряжение составляет 14 В, а температура 36°С. Таким значениям входных переменных соответствует значение тока в 4,12 А. Данное значение тока соответствует режиму быстрой зарядки.

Проверив результат работы в каждом из трех случаев, можно заключить, что система устанавливает значение выходной переменной исходя из заданных правил нечеткого вывода.

Для окончательного анализа разработанной нечеткой модели может оказаться полезной программа просмотра поверхности нечеткого вывода. Эта программа позволяет оценить влияние изменения входных переменных, в нашем случае – это напряжение и температура, на выходную переменную – ток. Поверхность нечеткого вывода для данной системы представлена на рис. 5.

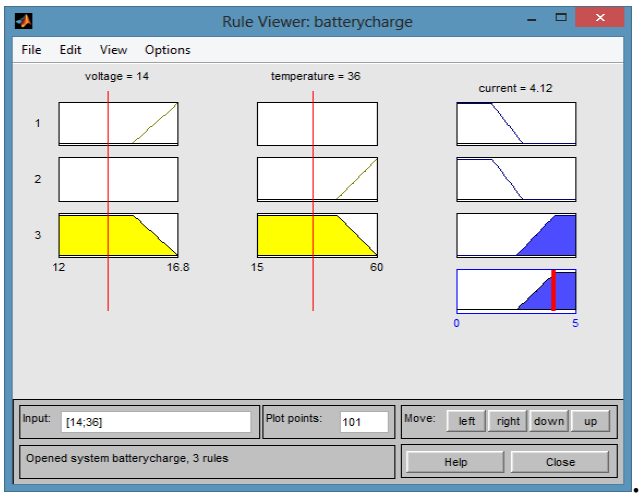


Рис. 4. Окно программы просмотра правил в ситуации, когда напряжение и температура не достигли предельных значений

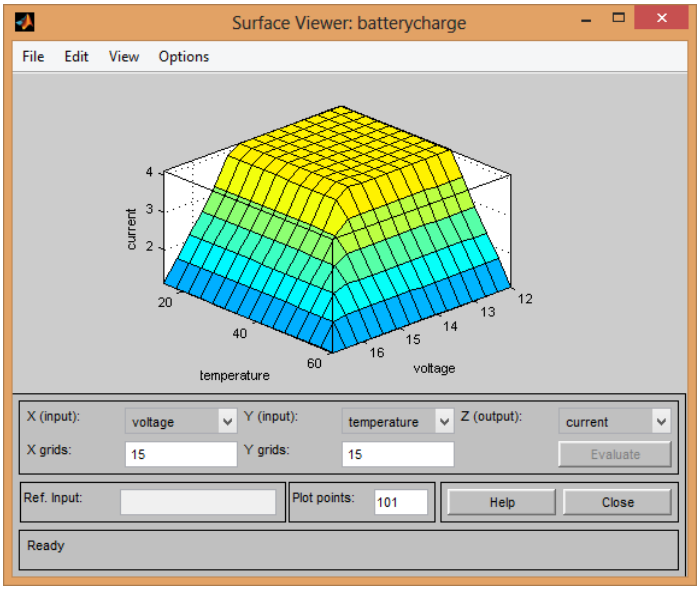


Рис. 5. Окно программы просмотра поверхности нечеткого вывода

Таким образом, используя функции принадлежности и правила нечеткой логики, можно создавать системы максимально приближенные к реальным. Работа с лингвистическими переменными позволяет значительно расширить возможности управления. С помощью нечеткой логики можно добиться упрощения сложных систем с большим количеством входов и выходов.

Литература

1. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Пер. с англ. Осипов А. И. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 312 с.

А.В. Галицкая, Е.В. Симонова

МЕТОД КАЛИБРОВКИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

(Самарский университет)

Введение

Современное сельское хозяйство в мире и в России все больше переориентируется на интенсивный тип развития, одним из наиболее перспективных инструментов которого является точное земледелие. Одним из способов оценки состояния полей является использование мультиспектральных снимков и расчет вегетационных индексов.

Постановка задачи

При мультиспектральной съемке каждый пиксель изображения – это интенсивность отраженного света при определенной длине волны. Для проведения измерений и расчетов в дистанционном зондировании, главным образом, в сельском хозяйстве, биологии и других геонауках, может использоваться NDVI – нормализованный относительный вегетационный индекс [1]:

$$NDVI = \frac{nir - red}{nir + red}$$

где *nir* – интенсивность отраженного света в ближнем инфракрасном свете,

red – интенсивность отраженного света в видимом красном.

Индекс может принимать значения от -1 до 1. Области без растительности, (бесплодная земля, скалы, песок) показывают очень низкие значения NDVI (менее 0,1), районы низкой и редкой растительности, такие как кустарники и травы, показывают значения в диапазоне 0,2-0,5, а деревья во время их пиковой стадии роста показывают самый высокий диапазон (0,6-0,9), вода показывает отрицательные значения NDVI.

Важно проводить точный расчет индексов, т.к. знания о связи структуры и состояния растительности с ее спектральными отражательными способностями позволяют использовать снимки для картографирования и идентификации типов растительности и их стрессового состояния.

Поэтому при получении снимков с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) возникает необходимость их калибровки, чтобы учесть влияние интенсивности света, атмосферных условий и характеристик датчика.

Метод решения

Калибровка – это процедура корректировки значений пикселей с учетом условий съемки. В данной работе для расчета параметров калибровки использовалась калибровочная пластина, содержащая четыре поверхности с известными спектральными характеристиками, фирмы MAPIR [2]. Значения отражательной способности для длин волн, соответствующих 660 нм и 850 нм (красный и инфракрасный соответственно), для каждой из поверхностей представлены в таблице 1.

Таблица 1. Спектральные характеристики целевых поверхностей

Длина волны, нм	**Белая (83%)**	**Светло серая (27%)**	**Темно серая (21%)**	**Черная (2%)**
660	87,21	26,23	19,83	1,93
850	86,20	27,62	22,93	1,94

Для проведения калибровки необходимо перед каждой съемкой сделать отдельный снимок калибровочной пластины (рисунок 1).

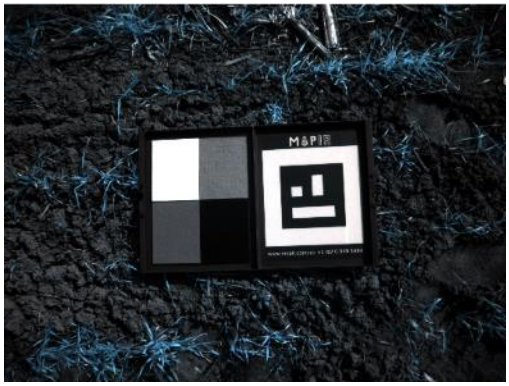


Рисунок 1 – Снимок калибровочной пластины, содержащей четыре поверхности с известными спектральными характеристиками

Алгоритм работы метода калибровки заключается в следующем:

1. Исходными данными для работы алгоритма являются папка с необработанными изображениями, полученными после проведения съемки (диапазон значений пикселей в изображениях от 0 до 65535), а также снимок с калибровочной пластиной.
2. Учитывая пластину с известными значениями отражения R_1, R_2, R_3, R_4 и значения необработанных пикселей I_1, I_2, I_3, I_4 мультиспектрального изображения, строятся линейные зависимости. Характеристики линейной функции (K и b) определяются с помощью линейной регрессии [3]:

$$R = KI + b$$

3. Если снимок с калибровочной пластиной не указан, программа автоматически будет использовать заранее заданные значения коэффициентов.
4. Полученные параметры применяются к любому изображению (рисунок 2) для преобразования из необработанных пикселей в коэффициент отражения для каждого канала.

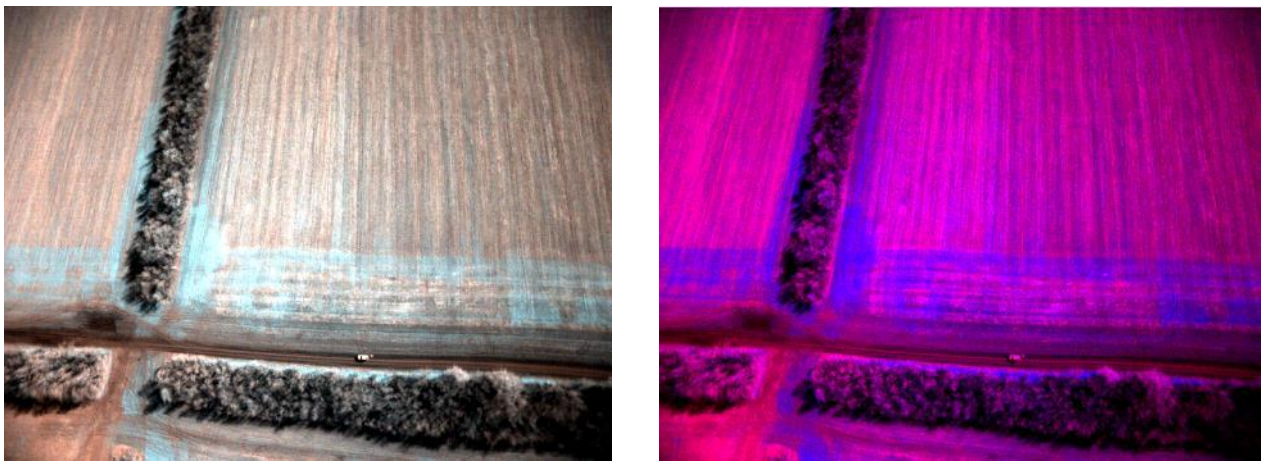


Рисунок 2 – Исходный (слева) и откалиброванный снимок поля (справа) в красном и ближнем инфракрасном спектре

Полученные значения отражательной способности могут быть использованы для расчета NDVI:

$$R_{nir} = K_{nir} I_{nir} + b_{nir}$$
$$R_{red} = K_{red} I_{red} + b_{red}$$

На рисунке 3 приведены результаты расчета NDVI для снимка, откалиброванного с использованием калибровочной пластины и без нее соответственно.

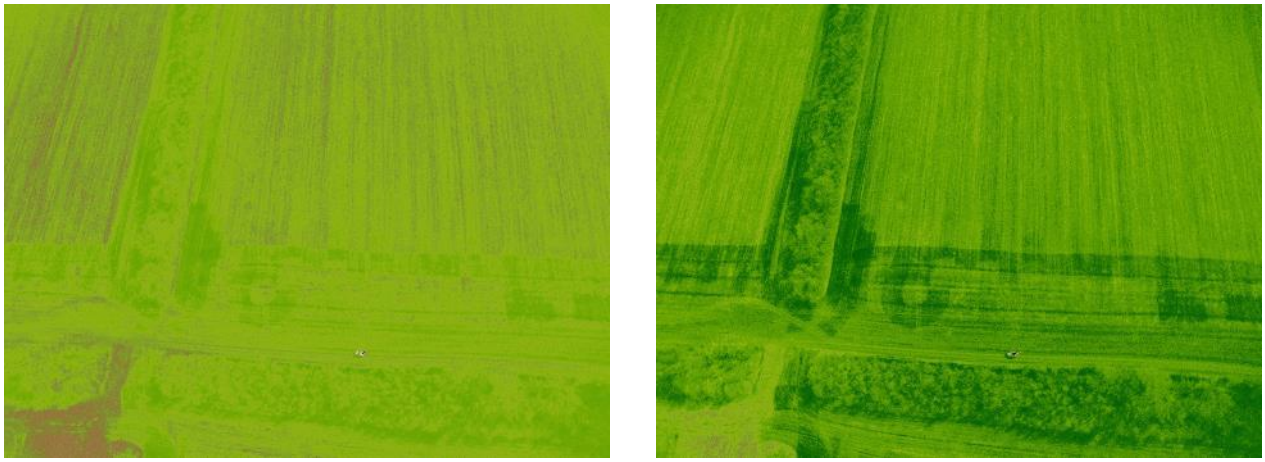


Рисунок 3 – Индексное изображение NDVI, полученное из откалиброванного с использованием калибровочной пластины (слева) и без нее (справа) снимка поля

Как видно из снимков, изображение справа дает более высокое значение индекса по сравнению с левым, что приводит к неправильной оценке состояния растительности в целом. Причем разница индексов для растительности более существенна, чем для голой почвы. Примеры полученных значений NDVI приведены в таблице 2.

Таблица 2. Значения NDVI, полученные для откалиброванных изображений

Тип объекта	**Калибровка с пластиной**	**Калибровка без пластины**
растительность	0.285373	0.469046
	0.338265	0.590802
	0.279819	0.455965
	0.2987225	0.498085
почва	0.15283	0.201009
	0.127434	0.15512
	0.1116615	0.127208
	0.136253	0.170606

Заключение

Был разработан метод калибровки снимков, полученных с БПЛА, и алгоритм его реализации как один из этапов предварительной обработки снимков. В дальнейшем планируется разработка алгоритма для обработки затененных областей на снимках. Указанные алгоритмы будут использоваться в автоматизированной системе обработки мультиспектральных снимков БПЛА.

Литература

1. Черепанов, А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы [Текст] / А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина// Геоматика. – 2009. - №3. С. 28.

2. MAPIR Camera Reflectance Calibration Ground Target Package (V2) [Электронный ресурс]. – https://www.mapir.camera/products/mapir-camera-reflectance-calibration-ground-target-package-v2

3. Основы линейной регрессии [Электронный ресурс]. – http://statistica.ru/theory/osnovy-lineynoy-regressii/

В.А. Галузин, Е.В. Симонова

ПОДСИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЦЕЛЕВОЙ АППАРАТУРЫ ГРУППИРОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ОБШИРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

Одной из перспективных тенденций в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является создание космических систем, включающих в свой состав группировку космических аппаратов (КА), различных по характеристикам бортовой аппаратуры [1, 2].

Процесс развития систем дистанционного зондирования сопровождается расширением рынка космических услуг, привлечением новых клиентов и, как следствие, повышением требований к оперативности получения данных и их информационной эффективности.

При наблюдении группировкой КА областей, превышающих по своей площади зону захвата съемочной аппаратуры одного космического аппарата, появляются множество альтернативных возможностей съемки района наблюдения с использованием ресурсов нескольких КА. Это позволяет удовлетворить требования потребителя и эффективно использовать все имеющиеся ресурсы.

В то же время большинство существующих разработок в области планирования целевого функционирования аппаратуры КА ДЗЗ ориентированы на одиночные КА и не могут быть спроецированы на группировки КА [3]. В результате становится актуальной задача планирования работы целевой аппаратуры группировки КА ДЗЗ при наблюдении обширных территорий.

Постановка задачи

Пусть имеется система планирования целевого применения группировки КА ДЗЗ. Необходимо разработать для нее подсистему планирования работы съемочной аппаратуры КА при наблюдении отдельных областей, превышающих по своей площади зону захвата отдельных КА.

Для автоматизации построения плана работы съемочной аппаратуры КА ДЗЗ используется упрощенная математическая модель работы группировки КА, производящих съемку заданной территории. В данной модели каждый КА характеризуется элементами орбиты и характеристиками установленной съемочной аппаратуры. Район наблюдения представляется в виде набора координат точек, ограничивающего его полигон. Заданы ограничения по условиям съемки (облачность, высота Солнца и т.д.), ограничения на время непрерывной работы съемочной аппаратуры КА, ограничения по пространственному разрешению и взаимному перекрытию полученных снимков.

Необходимо составить оптимальный с точки зрения целевой функции (ЦФ) (1) план работы целевой аппаратуры КА, в соответствии с критерием минимизации времени окончания съемки заданного района, отдавая приоритет снимкам с наилучшим разрешением и минимальным перекрытием.

$$\text{ЦФ} = a_1\left(1-\frac{\max(t_j)}{\tau_{max}}\right)+a_2\left(1-\frac{\min(r_j)}{r_{min}}\right)+ \\ +a_3\left(1-\frac{\max(o_j)}{o_{max}}\right)+a_4\frac{\sum_j^m s_j}{s_{\text{обл набл}}}\rightarrow max, \quad (1$$

где: m – количество сделанных снимков,

t_j – время съемки j-го снимка,

r_j – разрешение j-го снимка,

o_j – перекрытие j-го снимка,

s_j – площадь j-го снимка,

τ_{max} – предельное время съемки заданной территории,

r_{min} – минимальное допустимое разрешение снимка,
o_{max} – максимальное допустимое перекрытие снимка,
$s_{\text{обл набл}}$ – площадь области наблюдения,
$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = 1$ – весовые коэффициенты.

Важной особенностью задачи является необходимость учета динамического изменения ограничений и ресурсов для планирования, задаваемых внешней системой планирования, происходящего в результате возникновения событий, к числу которых относятся поступление новой задачи или изменение ее параметров, изменение погодных условий, выход из строя ресурса КА или средств связи, погрешность или сбой в получении результатов съемки и т.д.

Предлагаемое решение

Для решения поставленной задачи разработан модуль планирования работы целевой аппаратуры группировки КА ДЗЗ, ведущий построение плана в тесной интеграции с внешней системой планирования целевого применения группировки КА ДЗЗ. На рисунке 1 представлена структурная схема модуля планирования работы целевой аппаратуры группировки КА ДЗЗ и его интеграции с внешней системой планирования.

Составление плана работы съемочной аппаратуры группировки КА ведется итерационно на каждый день до полного покрытия всей заданной территории (Рисунок 2а). При этом модуль планирования работы целевой аппаратуры группировки КА ДЗЗ берет на себя задачу составления ежедневного плана съемки области полигона, оставшейся после покрытия полосами съемки, запланированными на предыдущих итерациях. При этом внешняя система задает ограничения и ресурсы для планирования на текущий день. Для составления плана работы целевой аппаратуры КА на текущий день производится генерация множества возможных полос съемки с учетом возможностей съемочного оборудования доступных КА и накладываемых ограничений (Рисунок 2б), среди которых при помощи алгоритма оптимизации, основанного на методике, описанной в работе [4], находится оптимальное с точки зрения ЦФ (1) решение. Полученное решение передается во внешнюю систему планирования, которая, после получения планов съемки для всех районов наблюдения, включает его в общий план целевого применения группировки КА ДЗЗ или запрашивает у модуля планирования другое решение с учетом новых ограничений, возникших в результате задействования ресурсов при съемке других районов наблюдения.

Результатом работы модуля планирования является план работы целевой аппаратуры группировки КА, который содержит список полос съемки заданного района, для каждой из которых указана следующая информация:

- КА, выполняющий съемку;
- время начала и конца работы съемочного оборудования;
- координаты полигона, ограничивающего полосу.

Пример визуального решения задачи представлен на рисунке 3, на котором отображаются территория наблюдения и полосы возможной съемки.

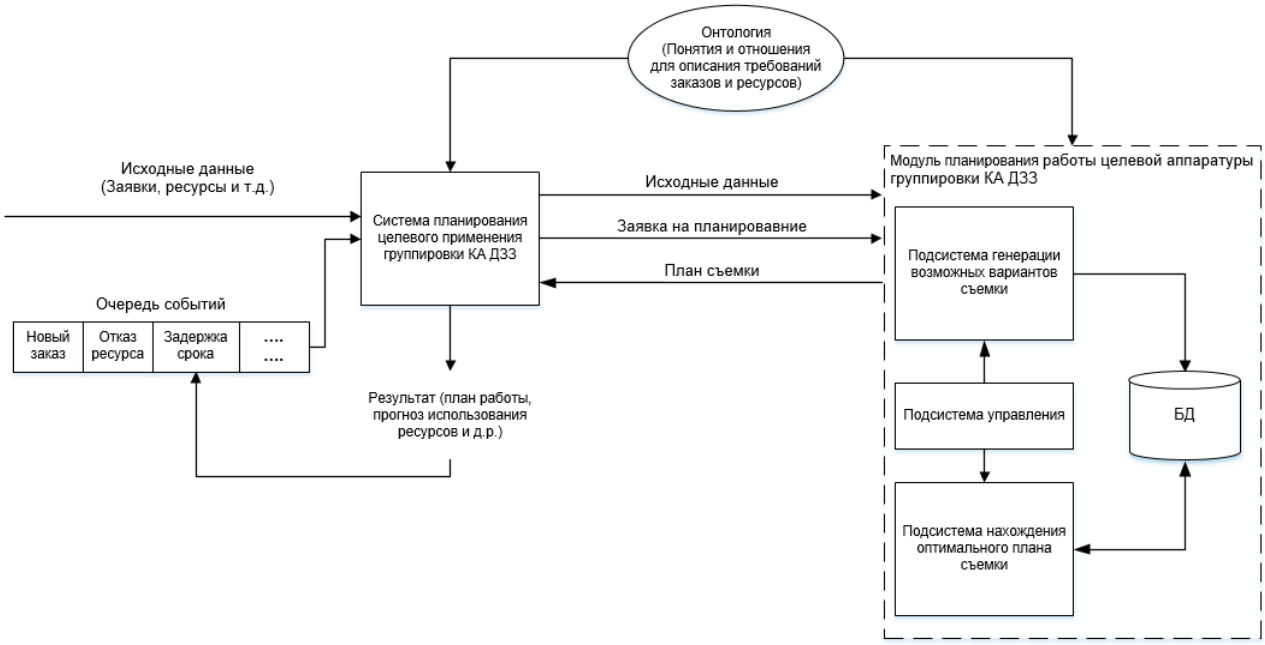
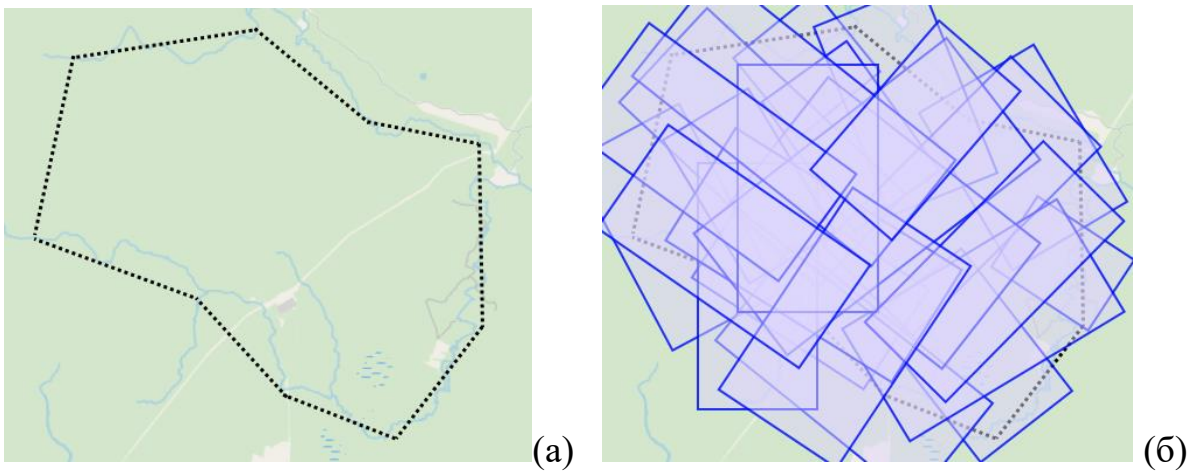


Рисунок 1 – Структурная схема модуля планирования



(а) (б)

Рисунок 2 – Район наблюдения (а) и множество возможных полос съемки (б)

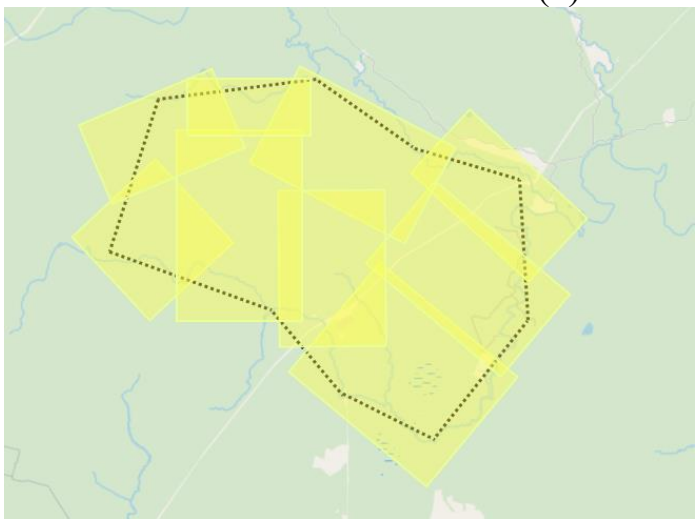


Рисунок 3 – Визуальное представление результатов планирования съемки

Заключение

Представленная методика планирования работы целевой аппаратуры группировки КА ДЗЗ при наблюдении обширных территорий позволяет составить план работы целевой аппаратуры группировки КА, оптимальный с точки зрения ЦФ (1).

В перспективе возможна реализация адаптивного алгоритма планирования работы целевой аппаратуры группировки КА ДЗЗ, который будет составлять план съемки всего района и динамически вносить в него корректировки с учетом изменений ограничений и ресурсов для планирования.

Литература

1 Дарнопых, В.В. Автоматизация параметрического анализа целевого функционирования космических систем дистанционного зондирования Земли/ В.В. Дарнопых, И.В. Усовик// Электронный журнал «Труды МАИ» [Электронный ресурс] – http://trudymai.ru/upload/iblock/d83/avtomatizatsiya-parametricheskogo-analiza-tselevogo-funktsionirovaniya-kosmicheskikh-sistem-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli.pdf (дата обращения 10.03.2018)

2 Дарнопых, В.В. Автоматизированный программный комплекс для параметрического анализа и оптимизации планирования целевого функционирования космических систем ДЗЗ/ В.В. Дарнопых, И.В. Усовик// Электронный журнал «Труды МАИ» [Электронный ресурс] – http://trudymai.ru/upload/iblock/b04/b0489e8a6d6dfc68189905fb36860979.pdf (дата обращения 10.03.2018)

3 Соллогуб, А.В. Космические аппараты систем зондирования поверхности Земли [Текст]/ А.В. Соллогуб, Г.П. Аншаков, В.В. Данилов// – М.: Машиностроение, 2009. – 368 с.

4 Liu, S. (2014). Remote Sensing Satellite Image Acquisition Planning: Framework, Methods and Application. (Doctoral dissertation). [Электронный ресурс] –https://scholarcommons.sc.edu/etd/2938 (дата обращения 11.03.2018)

Р.В. Гирин

ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОБЪЕКТОВ ПО ТЕРМОГРАММАМ

(Самарский государственный технический университет)

Требования к надежности сложных технических систем приводят к необходимости проведения непрерывного контроля для выявления дефектов и прогнозирования работоспособности. Использование специальных встроенных средств измерения позволяет оценить техническое состояние объекта и выполнить такой прогноз. Однако во многих случаях обработка большого числа измерительных сигналов требует времени и принятие решения о появлении дефектов и отказов производится слишком поздно.

Целесообразно использовать методы экспресс-анализа, оценивающие техническое состояние объекта по интегральным характеристикам. Одним из таких методов является анализ температурных полей исследуемого объекта, полученных бесконтактным способом с помощью инфракрасной термографии [1, 2]. В работах [3 - 5] предложено использовать термограммы для контроля электронных приборов в процессе испытаний и эксплуатации. Этот метод может быть распространен и на другие технические объекты, тепловое состояние поверхностей которых несет информацию о работоспособности систем, функционирующих внутри объекта.

Информационная система диагностики на основе инфракрасной термографии содержит:

- объект исследований;
- тепловизор модели NEC R500 в качестве первичного датчика температуры поверхности;
- измерительные каналы;
- блок анализа термограмм;
- базу данных термограмм, полученных в предыдущие периоды измерений;
- систему управления режимами функционирования объекта.

Основные процедуры контроля и принятия решений о работоспособности объекта выполняются в блоке анализа термограмм. Полученная от тепловизора и обработанная термограмма в реальном времени сравнивается с температурными образами объекта, классифицированными по различным состояниям, которые соответствуют отказам или дефектам в аппаратуре объекта. Для выполнения такого сравнения разработана искусственная нейронная сеть ИНС, в функции которой входит категорирование изображений термограмм. Она представляет собой программную реализацию в составе блока анализа термограмм.

В настоящее время существует большое количество различных архитектур ИНС, подходящих для решения той или иной задачи. Известно, что конволюционные нейронные сети эффективно обрабатывают растровые изображения [6, 7]. В нашем случае проблема заключается в том, что нескольким разновидностям отказов или неисправностей в контролируемом объекте может соответствовать одна и та же термограмма. Для дифференциации таких ситуаций необходимо использовать в ИНС дополнительную информацию. Подобные дополнительные сведения – это информация, получаемая от датчиков, измеряющих параметры технического состояния контролируемого объекта. Как правило, во многих системах управления сложными объектами есть встроенные средства контроля основных параметров в режиме эксплуатации. Это использовано при построении архитектуры ИНС для технической диагностики методом термографии.

Предлагаемая искусственная нейронная сеть состоит из двух ветвей. Основная ветвь – это широко применяемая конволюционная ИНС. Она представляет собой несколько конволюционных слоев, объединенных в сеть прямого

прохождения сигнала. На вход данной ветви ИНС подается растровое изображение термограммы. Выходной сигнал S_1 этой ветви формируется последним конволюционным слоем.

После конволюционных слоев следует полносвязный слой с многосверточной функцией активации. Для учета сигнала дополнительных датчиков в структуру ИНС была добавлена вспомогательная ветвь. Она представлена в виде полносвязного слоя нейронов. На ее вход подается вектор данных, полученных от вспомогательных датчиков электронного блока системы управления. Вектор выходного сигнала S_2 этого слоя объединяется с вектором выходного сигнала последнего конволюционного слоя главной ветви, и полученный объединенный вектор S_m передается на вход слоя, выполняющего нелинейную или двустадийную линейную нормализацию [8]. На этом слое, являющемся выходным слоем для всей ИНС, выполняется категоризация неисправности контролируемого блока.

Для обучения ИНС используется информация о предыдущих измерениях термограмм, которая хранится в базе данных. При этом формируется также обучающая выборка в виде теоретических термограмм, полученных на математических моделях температурных полей объекта. В такие модели вводятся условия, соответствующие тому или иному виду возможного дефекта. Путем варьирования величиной мощности и координатами источников тепла можно провести имитацию неправильного функционирования аппаратуры.

Таким образом, весь процесс обучения ИНС можно разделить на два этапа: тренировка на общей обучающей выборке и дообучение на ряде термограмм. снятых с отдельно взятого контролируемого объекта. В результате были сформированы несколько вариаций изображений, соответствующих различным категориям диагностируемых неисправностей. Эти изображения были верифицированы путем их сопоставления с реальными термограммами, характерными для каждой из неисправностей. Так была сформирована репрезентативная выборка изображений для обучения ИНС.

Предлагаемый подход к задаче контроля технического состояния сложных объектам по тепловому состоянию, позволяет обнаруживать их неисправности в реальном времени. Применение искусственной нейронной сети и базы данных дает возможность не только идентифицировать неисправности, но и решать задачу прогнозирования работоспособности объектов.

Литература

1. Афонин А.В. Инфракрасная термография в энергетике. Т. 1. Основы инфракрасной термографии/А.В. Афонин , Р.К. Ньюпорт, В.С. Поляков, С.С. Сергеев, А.И. Таджибаев. – СПб.: ПЭИПК, 2000. – 240 с.

2. ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013. Контроль состояния и диагностики машин. Термография. Часть 1. Общие методы. – М.: Стандартинформ, 2014.

3. Ахполова Е.А. Техническая диагностика оптико-электронного преобразователя системы дистанционного зондирования Земли/Е.А. Ахполова,

С.П.Орлов//Вестник Волжского университета им. Татищева. – 2015. – № 2(24). – С.63-71.

4. Орлов, С.П. Техническая диагностика радиоэлектронных блоков по тепловым полям элементов/ С.П.Орлов, Е.А. Ахполова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции/под ред.С.А.Прохорова - Самара: Изд. Самарского научного центра РАН, 2016. - С.139-142.

5. Орлов С.П. Метод термографии при контроле электронной аппаратуры авиационной техники/С.П. Орлов, О.Ю. Уютова// Наука и образование транспорту: труды IX Международной научной конф. (Самара, 19-21 октября 2016). – Самара, 2016. – Т. 2. – С. 70-71.

6. Haykin S. Neural networks. A Comprehensive Foundation. Second Edition. Prentice Hall, 1999.

7. LeCun Y., Bottou L., Bengio Y., Haffner P., Gradient-based learning applied to document recognition. (pp. 306-351). IEEE Press, 1998.

8. Гирин Р.В. Двухстадийная нормализация выходных сигналов искусственных нейронных сетей /Р.В.Гирин, С.П. Орлов//Вестник Самарского гос. тех. ун-та. Серия «Технические науки». – 2017. – № 4(56). – С.7-16.

В.И. Жирнов*, Н.М. Виштак**, И.А. Штырова**

МОДУЛЬ ИНДЕКСАЦИИ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

(*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет (МИФИ)», г. Москва.
**Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет (МИФИ)», г. Балаково)

В настоящее время автоматизированные информационные системы на предприятиях обрабатывают колоссальные объемы данных. В том числе, системы электронного документооборота (СЭД), используемые на предприятиях, предназначены для централизованной обработки больших массивов слабоструктурированных или неструктурированных данных [1,2,3 и др.].

Слабоструктурированными являются данные, формат хранения которых предполагает, что структура документов не может быть задана заранее и может изменяться во время эксплуатации информационной системы [4,5 и др.].

. В отличие от полностью неструктурированных данных, слабоструктурированным данным характерно иметь некоторые форматы и правила в общем виде, что позволяет с небольшими затратами привести их к структурированному виду.

Большая часть данных, хранимых в СЭД имеют неструктурированный или слабоструктурированный вид. Эффективность поиска по таким данным очень низкая, что ведет за собой снижение эффективности процесса документооборота на предприятии. Соответственно, актуальным вопросом является разработка программного обеспечения, осуществляющего интеллектуальный поиск по слабоструктурированным и неструктурированным данным.

Разрабатываемый программный модуль к СЭД должен эффективно преобразовывать неструктурированные или слабоструктурированные данные в структурированные. Основным требованием является приемлемое время поиска необходимой информации. Рассмотрим основные типы неструктурированных и слабоструктурированных документов, обрабатываемых в СЭД:

1) Документы Microsoft Office, Open Office и аналогичные xml документы.
2) Portable Document Format.
3) Графические документы PNG и JPEG.

Время поиска информации, хранящейся в выше перечисленных документах, растет прямо пропорционально их количеству, вследствие чего получаем неприемлемое время ожидания результата. Решением данной проблемы является выявление полезной информации из документов и сохранение текстового отпечатка. Поиск по структурированной информации имеет малое время ожидания, что является желаемым результатом в работе СЭД.

Для получения текстового отпечатка, разработан модуль сканирования и обработки документов. На рисунке 1 представлен алгоритм работы разработанного модуля.

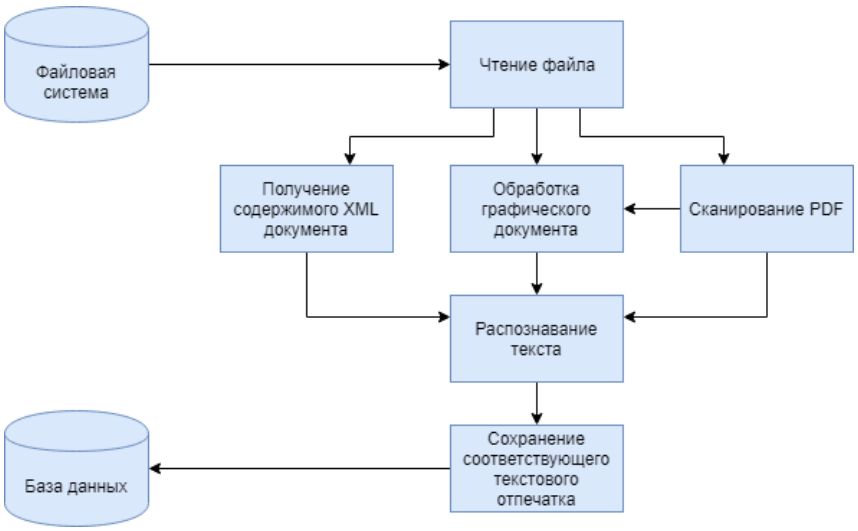


Рисунок 1 – Алгоритм работы модуля сканирования документов

Модуль сканирования документов работает параллельно работе СЭД и позволяет за малое время преобразовать неструктурированную информацию в полностью структурированную. Несмотря на такое очевидное преимущество, как быстрый поиск информации в СЭД, данный модуль имеет недостаток в виде дополнительного потребления дисковой памяти СЭД. В таблице 1 представ-

лена информация о потреблении дискового пространства текстовых отпечатков каждого типа файлов, анализируемых разработанным модулем, изначальный объем информации и время на обработку. В таблице представлены усредненные значения.

Таблица 1 – информация о потреблении дискового пространства

	Реальный объем	Объем отпечатка	Время на сканирование и распознание
XML документы	1 МБайт	100 Кбайт	2 секунды
Графические документы	5 Мбайт	150 Кбайт	5 секунд
PDF	3 Мбайт	150 Кбайт	2 секунды

Исходя из данных в таблице 1, получаем увеличение занимаемого дискового пространства в среднем на 10% и уменьшение время поиска с $3*N_1$ секунд (где N_1 – количество документов в системе) до N_2 секунд (N_2 – время выборки подходящей информации из базы данных).

Внедрение данного модуля в СЭД позволит эффективно выполнять поиск по неструктурированным или слабоструктурированным данным.

Литература

1. Электронный документооборот: что такое электронный документооборот, основные понятия, виды, преимущества, задачи, критерии выбора, классификация систем, требования [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.docflow.ru/edu/glossary/detail.php?ID=27946, свободный.

2. Гладких Н. А. Применение интеллектуального анализа данных в системах электронного документооборота // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2010. №2 (14). Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-intellektualnogo-analiza-dannyh-v-sistemah-elektronnogo-dokumentooborota.

3. Виштак О.В., Жирнов В.И., Ремаренко С.А. Минимизация информационных рисков при использовании систем электронного документооборота в организации. // Сборник трудов. III Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества». Балаково: НИЯУ МИФИ, БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. С.85-89

4. Слабоструктурированные данные [Электронный ресурс]: Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана / 2017. – Режим доступа: https://ru.bmstu.wiki/Слабоструктурированные_данные, свободный.

5. Semi-structured_data [Электронный ресурс]: Материал из Википедии — свободной энциклопедии: — Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Semi-structured_data.

А.В. Иванцов, А.Д. Христодуло , А.Д. Камильянова

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ WEB-ГИС НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Современные космические и WEB - технологии вышли из технологий развлекательной индустрии и стали неотъемлемым инструментом производственной деятельности. Особенно активно, на сегодняшний день, они применяются в отраслях, базирующихся на использовании цифровой картографии: горнодобывающая отрасль, энергетика, оборона, транспорт и т.д.

Существуют успешные реализации проектов, использующих космические и WEB -технологии, для решения задач водоснабжения, однако, как правило, это касается зарубежного опыта.

В связи с вышесказанным, реализация ИТ-проектов, базирующихся на космических и WEB-технологиях, для предприятий является актуальной, но при этом, будет иметь свои отличительные особенности и решать следующие проблемы:

1. снижение лицензионной нагрузки на программное обеспечение;
2. использование технологий, основанных на спутниковой навигации и цифровых картах;
3. ввод первичной информации в системы учета (например, «Эксплуатация сетей» и Биллинг);
4. визуализация несекретных пространственных и паспортных данных по объектам водоснабжения и адресного плана;
5. снижение степени тиражируемости баз данных (БД);
6. автоматизация поддержки принятия решений в управлении системами водоснабжения;
7. расширения состава данных действующей геоинформационной системы (ГИС).

Решить описанные выше проблемы возможно с помощью создания программного обеспечения для мобильных устройств оперативных служб и специализированного ГИС-портала для стационарных подразделений предприятий водоснабжения.

Проблема актуальности снижения лицензионной нагрузки диктуется тем, что для решения текущих задач поддержки принятия решений на предприятиях водоснабжения используется, как правило, недостаточное количество официальных лицензий на программное обеспечение, либо применяются лицензии устаревших версий, что не позволяет полноценно и оперативно решать повседневные задачи, связанные с обработкой пространственных данных.

Снижение лицензионной нагрузки решается путем использования бесплатных свободно распространяемых средств разработки программного обеспечения с помощью которых можно разработать программные инструменты,

как для мобильных устройств, так и для внутреннего ГИС-портала предприятия водоснабжения.

Использование технологий, основанных на спутниковой навигации и цифровых картах, дает возможность оперативно решать такие задачи, как ремонт сетей, ориентировки на территории города и определение принадлежности объектов к конкретному предприятию водоснабжения. Кроме того, возможна организация прокладки маршрутов для ремонтных бригад и контроля передвижения технологического автотранспорта.

Также на мобильных устройствах можно организовать ввод первичной информации в учетные системы (например, «Эксплуатация сетей», Биллинг), что повысит оперативность и достоверность первичной информации.

На специализированный ГИС-портал возлагается не только решение проблемы, связанной со снижением лицензионной нагрузки на программное обеспечение предприятия водоснабжения, но и задачи представления специализированной информации для подразделений, например, оперативной информации для диспетчерских служб. Дополнительно в сайты ГИС-портала диспетчерских и технологических служб могут быть включены инструменты поддержки принятия решений.

Важным моментом использования WEB-технологий на предприятиях водоснабжения является формирование условий, снижающих тиражируемость БД, что положительно скажется не только на качестве принимаемых решений, но и организует постоянную защиту данных.

Для решения выше изложенных задач потребуется расширение состава БД ГИС новыми объектами, например, расположение и характеристики объектов АСУ ТП и прочее.

Изложенные выше проблемы отдельно решаются как для мобильных устройств, так и для специализированного ГИС-сайта предприятия водоснабжения.

Для мобильных устройств разрабатываются следующие инструменты:

– средства визуализации несекретных пространственных и паспортных данных;

– инструменты навигации (поиск улицы, адреса, колодца, ближайшей бригады и т.д.);

– инструменты ввода расположения колодца;

– инструменты ввода первичной информации для системы «Эксплуатации сетей» и указания мест ремонтов;

– справочная информация о предприятии водоснабжения.

Специализированный ГИС-портал включает в себя сайты, которые разрабатываются для определенных групп специалистов [1, 2]. Каждый сайт визуализирует определенный набор пространственной и паспортной информации, а также имеет определенный набор инструментов.

Так, например, для служб, работающих, с клиентами и выполняющих работу по развитию сетей разрабатывается сайт, имеющий следующий функционал:

– визуализация несекретных пространственных и паспортных данных;
– навигация по территории города;
– инструменты поиска объектов по адресу;
– инструменты поиска водопроводных и канализационных колодцев, арматуры и т.д.;
– инструменты подготовки форм вывода на печать.

Для оперативной работы диспетчерской службы разрабатывается сайт в котором к уже описанным выше инструментам добавляется:

– визуализация расположения бригад, технологического транспорта, мест ремонтов и другой оперативной информации в режиме реального времени;
– расчет маршрутов перемещения бригад и транспорта;
– поиск бригад;
– средства визуализации мест ремонтов на сетях и объектах предприятия водоснабжения;
– вывод необходимой для диспетчеров специализированной технологической информации.

Управление порталом будет осуществляться с помощью сайта администратора, который включает следующие функции:

– средства настройки и управления интерактивной картой;
– администрирование пользователей;
– интерфейсы загрузки данных.

Анализируя круг решаемых проблем и набор функций, необходимых для полноценной работы, как мобильных устройств, так и специализированного ГИС-портала предприятия водоснабжения, просматриваются следующие группы рисков:

1. риски, связанные с пересчетом координат и неточностью нанесения объектов на цифровую карту;
2. непроработанность архитектуры системы и алгоритмов решения отдельных задач;
3. нехватка или загруженность персонала;
4. риски, связанные с лицензированием отдельных элементов программного обеспечения и средств разработки;
5. качество и доступность каналов связи.

Причиной первой группы рисков является то, что спутниковые системы навигации рассчитывают координаты объектов в мировой координатной системе WGS84. Городские пространственные данные и данные предприятия водоснабжения вводятся в «местной городской системе координат». Решением данной проблемы может ведение БД ГИС несекретных объектов с координатами в системе WGS84.

Риски непроработанности архитектуры системы и алгоритмов решения отдельных задач решаются проектированием системы, разработкой системного проекта и детальной проработкой перечня решаемых задач.

Риски нехватки и загруженности персонала - основные риски, которые могут затянуть реализацию проекта. Возможным решением может быть перераспределение текущих задач и привлечение дополнительных специалистов под данный проект.

Несмотря на то, что проект будет реализовываться средствами свободно распространяемого программного обеспечения, тем не менее существуют риски, связанные с лицензированием отдельных компонентов программного обеспечения. Ими, например, могут быть модули системы, решающие аналитические задачи (расчет маршрутов, расчет зон влияния, гидравлические расчеты и т.д.). Их обход возможен на этапе проектирования и проработки программной архитектуры портала, когда можно выявить платные или условно бесплатные компоненты. В этом случае возможна замена данных компонентов, разработка собственных или закупка платных компонентов.

Каналы связи являются «кровеносными сосудами информации». Здесь возможны риски отсутствия или плохого качества каналов связи. Это рабочие проблемы, которые должны решаться в ходе внедрения системы.

Таким образом, учет отличительных особенностей и проблем организации эксплуатации WEB-ГИС на предприятиях водоснабжения, а также рисков, позволит разработать полнофункциональную версию WEB-ГИС, включающую как мобильные устройства, так и специализированный ГИС-портал предприятия водоснабжения.

Литература

1. Христодуло О.И., Павлов С.В. Разработка метода объединения данных из различных информационных систем в единую информационную систему Минэкологии РБ // Научный журнал «Вестник УГАТУ». – Уфа, Т.15, № 2(42). 2011г.– С.3-7.

2. Христодуло О.И. Интеграция ГИС в корпоративные системы обработки информации на основе многомерных информационных объектов // Научный журнал «Научно-технические ведомости СПбГПУ».- Санкт-Петербург: изд-во Политехнического университета, серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление», № 3 (126) 2011 г. – С.37-42.

У.У. Искандаров, М.М. Эгамбердиев

АСПЕКТЫ И ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И СОДЕРЖАНИИ «УМНОГО ДОМА»

(Ферганский филиал Ташкентского универститета информационных технологии, Узбекистан)

Создание «умного дома» якобы сегодня в моде, однако под этим скрывается уйма хлопоты и научно-технические подходы, проблемы и финансовые вложение.

Умный дом – это комплекс решений для автоматизации повседневных действий, который избавит нас от многих проблем. Но это кажется так, с другой стороны такая система и иметь свои недостатки.

Умный дом может означать:

Умное здание – система автоматизации жилого или коммерческого здания.

Домашняя автоматизация – система автоматизации личного жилья.

Жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств в комфорте.

Другой вопрос, безопасность и комфорт, система умный дома и её реализации. Система умного дома, принципы работы его основных узлов и систем можно реализовать на базе разных платформ. (например на базе Arduino или других микроконтроллеров). Необходимо задуматься, что такая работа и работа системы достаточно сложна и требует специальных и многогранных знаний.

Системы «умный дом» (Smart Home) появились еще в прошлом столетии, но именно сегодня стали обретать все большую популярность.

Все хотят стать как героями фантастического фильма, в котором домом управляют роботы, а все приборы не нуждаются во множестве пультов. Но проблемы тоже достаточно от этого умного дома. Помню, однажды наш шеф заменил фильтры водоочистительной системы. Очень дорого обошлось. В этом здание было не полное автоматизированная система управления, а частичная. Известно "умный дом" управляет климатом в помещениях и полностью обеспечивает безопасность и имеет другие особенности. Как правило, система умного дома включает в себя следующие функции и оборудование:

- управляет энергоресурсами;
- управляет безопасностью дома;
- управление видеонаблюдением дома;
- присматривает за детьми;
- присматривает за счетами коммунальных и другими платежей;
- присматривает за огородами (поливают и.т.д.);
- управляет освещениями и теплицами, парниками, курятниками и.т.д.
- управляет и оповещает о вентиляции, отоплениями, загазованностью и.т.д.

- ОПС (охранно-пожарная сигнализация);
- СКД (системы контроля доступа);
- Контроль нагрузок и аварийных состояний;
- управление инженерным оборудованием с сенсорных панелей;
- сервер управления

Как видите, комплекс может создать комплексные проблемы и решение задаач. Опят пример от того «умного дома» нашего шефа, когда дверь прижал собаку под именем «Бугиман». Дверь не доходя до конца не выдавал «ответ», системе о “закрытие”. И не пультом, и не в ручную, ни как не смогли остановить дверь. Потому что дверь не дошла до конца. А дверь сильнее прижимал собаку, а земля было покрыто льдом. Чуть не убиль бедного щенка, ели спасли собаку. Или были некоторые “ложные сигналы”, об отключении “света”. Но конечно эти проблемы не докажеть не эффективности систем “умного дома”. Желательно, управление каждого из секторов умного дома должно быт, трех сторонним управлением (ручной, с пультом и по сети). Тут же появляется безопасность управления и информации по управлению через компьютерные сети. Это идея, но на самом деле все процессы жилищных домов и условий автоматизировать нельзя в полном плане и объеме.

Это, жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. Построить умный дом своими руками, тяжело человеку, который не имеет специального образования, потому, что такие системы автоматизации сегодня строять специализированние предприятия.

Жилые дома современного типа, организованные для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств требует интеллектуальных систем и управление. Под «умным» домом следует понимать систему, которая обеспечивает безопасность и ресурсосбережение (в том числе и комфорт) для всех пользователей (рис1). В простейшем случае она должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в доме, и соответствующим образом на них реагировать: одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Даже распознавать каждого жителя и даже посетителя. Кроме того, от автоматизации нескольких подсистем обеспечивается синергетический эффект для всего комплекса.

Это проще понять, если представить, например, что система отопления никогда не сможет работать против системы кондиционирования. А отопление осуществляется не только по погоде, но и с учётом целого ряда других факторов влияния. От силы ветра и воздуха, по предсказанию, от времени суток (ночью комфортная температура меньше).

Можно считать, что это наиболее прогрессивная концепция взаимодействия человека (жителей) с жилым пространством, когда в автоматизированном режиме в соответствии с внешними и внутренними условиями задаются и отслеживаются режимы работы всех инженерных систем и электроприборов.

В этом случае исключается необходимость пользоваться несколькими пультами при просмотре ТВ, десятками выключателей при управлении освеще-

нием, отдельными блоками при управлении вентиляционными и отопительными системами, системами видеонаблюдения и охранной сигнализации, моторизированными воротами и прочим.



Рис. 1. Обобшенная картина об управлении умным домом

Такие дома - это неотъемлемый атрибут любого современного жилища, в котором так много различных инженерных систем: освещение, силовая электрика, отопление, вентиляция, кондиционирование, техника домашнего кинотеатра, охранно-пожарная сигнализация. Без комплексного подхода к решению этих задач, невозможно достигнуть желаемого уюта. Только система “умный дом” способна присматривать за всей инженерией объекта круглосуточно. То есть, они интеллектуальная система управления, которая объединяет в единый комплекс все оборудование, решающее различные задачи в сфере обеспечения безопасности, жизнеобеспечения, развлечений и связи. Любая система умный дом состоит из датчиков, через которые поступает информация, и исполнительных устройств.

Одно из главных достоинств интеллектуальных зданий - это комфорт, который они обеспечивают своим жильцам. Управление освещением дома и придомовой инфраструктуры позволяет создавать различные варианты световых сцен, любые комбинации, в зависимости от времени суток и настроения, одним нажатием на кнопку управления. Система климат-контроль дает возможность в одно и то же время в разных комнатах воссоздать условия различных климатических зон. Для этого всего лишь нужно задать требуемую величину температуры на сенсорной управляющей панели.

Еще одно неоспоримое плюс «умного» дома - это система безопасности. Причем системы автоматизации продуманы так, что предполагают защиту от

любой чрезвычайной ситуации. Во-первых, они обеспечивают защиту от вторжения с помощью камер видеонаблюдения, автоматизации дверей, ворот, роль ставней, охранной сигнализации. Во-вторых, нет практически ни единого шанса пожара - оставленные включенными утюг, щипцы, или духовка, будут вовремя выключены, а в случае любого возгорания или задымления сработает пожарная сигнализация. Система контролирует расход воды, электроэнергии, тепла. Это достигается с помощью максимально рационального использования.

Умные дома пока немного, в нашей стране только формируется. Однако, специалисты уверены в перспективности данного направления. Пока это в основном в пригородах (коттеджи или элитные квартиры) в крупных городах страны. Существуют и малобюджетные проекты, которые позволяют создавать отдельные виды систем с минимальными затратами. В каждом современном здании (доме) в той или и иной степени функционирует оборудования, обеспечивающего быт, комфорт, уют, связь и безопасность, помогающего отдохнуть и создающего полноценную рабочую среду.

Удобство управления этими системами, их интеграция друг с другом, возможность слаженно работать вместе, увеличивая тем самым функциональность каждой из них в отдельности - все это и дает возможность назвать такой дом - умным. В отсутствии человека он будет поддерживать оптимальным образом постоянный микроклимат, сохраняя тем самым уют, комнатные растения и мебель. Она выключит не нужный свет или наоборот будет создавать видимость вашего присутствия, включая и выключая освещение в той или иной комнате время от времени.

Умный дом позволит нам спокойно и беззаботно отдыхать. Также будет постоянно следить за всеми инженерными системами в доме и не допустит возгорания или взрыва связанного с утечкой газа или испорченной мебели из-за утечки воды. Они имеют систему интеллектуальной автоматики для управления инженерными системами современного здания.

Литература

1. Серопегин В.И. Беспроводные системы передачи данных локального, городского и регионального масштабов. Технология и средства связи, 1999, № 4, с. 72-77.

2. Гиносян Ю.А. Новые технологии беспроводного доступа. Технология и средства связи, 1999, № 4, с. 38-39.

3. Клоков А.В. Беспроводные ИК-технологии, истинное качество "последней мили". Технология и средства связи, 1999, № 5, с. 40-44.

И.С. Казанцева, О.П. Солдатова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТАКАГИ-СУГЕНО-КАНГА ПРИ ПОМОЩИ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ

(Самарский университет)

Целью данной работы является исследование алгоритмов кластеризации данных применительно к нечеткой нейронной продукционной сети Такаги-Сугено-Канга.

Первоначальная инициализация коэффициентов сети производится с помощью генератора псевдослучайных чисел. Подобный подход при генерации неудачных значений может привести к низкому качеству классификации. Для того чтобы уменьшить проблему случайных значений используют алгоритмы кластеризации.

Кластеризация – это автоматическое разбиение элементов некоторого множества на группы в зависимости от их схожести. Элементами множества могут быть данные или вектора характеристик. Данные группы называют кластерами. Нечёткая кластеризация подразумевает наличие пересекающихся множеств, элементы которых явно не могут принадлежать одному кластеру.

В данной работе рассматривается алгоритм нечёткой кластеризации C-Means, алгоритм нечеткой самоорганизации Густафсона-Кесселя и алгоритм C-эллипсоидов.

Алгоритм C-Means является итерационным, он позволяет разбить имеющееся множество точек на заданное число нечётких множеств. Алгоритм использует нечёткую матрицу принадлежности U с элементами u_{ij}, определяющими принадлежность каждого элемента исходного множества векторов x_t определенному кластеру, которые описываются своими центрами c_i.

В ходе решения задачи нечёткой кластеризации C-Means решается задача минимизации следующей целевой функции

$$E = \sum_{i=1}^{M}\sum_{t=1}^{P}(u_{it})^m \|c_i - x_t\|^2$$

Многократное повторение итерационной процедуры ведёт к достижению минимума функции E, который необязательно будет глобальным [1].

Алгоритм Густафсона-Кесселя повышает качество группирования за счет применения масштабирующей матрицы при расчете евклидового расстояния между вектором и центром кластера. В качестве масштабирующей обычно применяется симметричная положительно определенная матрица, т.е. матрица, у которой все собственные значения являются действительными и положительными. Множество собственных векторов, удовлетворяющих таким собственным значениям, образует в этом случае ортогональную базу многомерного пространства [1].

Основное отличие алгоритма С-эллипсоидов от алгоритма Густафсона-Кесселя заключается в расчете расстояний между множеством векторов x_i и центрами кластеров c_j:

$$d^2(x_i, c_j) = \|x_j - c_j\|^2 - \propto * \sum_{s=1}^{r} [S_{js}^T (x_j - c_j)]^2,$$

где $\|x_j - c_j\|^2$ - евклидово расстояние, S_{js} – собственный вектор ковариационной матрицы A_j – кластера j, $\propto = 1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$, где $\lambda_{1,2} -$ собственные значения матрицы A_j.

В настоящей работе рассматривается нечёткая нейронная продукционная сеть Такаги-Сугено-Канга, состоящая из 5 слоев. Первый слой сети состоит из элементов, которые выполняют фуззификацию входных переменных x_j. Элементы этого слоя вычисляют значения функций принадлежности $\mu_A(x_j)$, заданных гауссовыми функциями с параметрами. Второй слой, число элементов которого равно количеству правил в базе, выполняет агрегирование степеней истинности предпосылок соответствующих правил. В третьем слое генерируются значения функций $[p_{i0} + \sum_{j=1}^{N} p_{ij} x_j]$, которые умножаются на результат вычислений элементами предыдущего слоя. В четвертом слое первый элемент (сумматор) служит для активизации заключений правил в соответствие со значениями агрегированных в предыдущем слое степеней истинности предпосылок правил. Второй элемент (сумматор) проводит вспомогательные вычисления для последующей дефуззификации результата. Пятый слой, состоит из одного нормализующего элемента, выполняет дефуззификацию выходной переменной.

Выходной сигнал сети Такаги-Сугено-Канга можно представить формулой [2]:

$$y(x) = \frac{1}{\sum_{i=1}^{M} \left[\prod_{j=1}^{N} \mu_A^{(i)}(x_j)\right]} \sum_{i=1}^{M} \left[\prod_{j=1}^{N} \mu_A^{(i)}(x_j)\right] \left[p_{i0} + \sum_{j=1}^{N} p_{ij} x_j\right]$$

Тесты проводились с использованием модельных наборов данных, описывающих виды ирисов из базы UCI Machine Learning Repository [3].

Для определения качества классификации считалось отношение количества промахов классификации к общему числу векторов и суммарное среднеквадратичное отклонение (СКО).

Суммарное СКО определяется по формуле:

$$\text{СКО} = \sqrt{\frac{1}{p \cdot M - 1} \cdot \sum_{t=1}^{p} \sum_{i=1}^{M} (y_{i,t} - d_{i,t})^2},$$

где $y_{i,t}$ - реальное выходное значение t – номер обучающего примера (t= 1,2,...,p), а $d_{i,t}$ - ожидаемое выходное значение (i = 1,2,...,M).

В таблице 1 представлены результаты исследования зависимости СКО от количества кластеров для трёх алгоритмов кластеризации и алгоритма обратного распространения ошибки.

Таблица 1 – Зависимость СКО обучения от алгоритма

Количество кластеров	СКО			
	C-Means	Густафсона-Кесселя	С-эллипсоидов	Обратное распространение ошибки
3	0.459	0.424	0.440	0.703
4	0.445	0.410	0.420	0.534
5	0.387	0.404	0.345	0.524
6	0.201	0.395	0.214	0.519
7	0.279	0.292	0.232	0.477
8	0.280	0.412	0.331	0.530
9	0.359	0.423	0.447	0.653
10	0.362	0.425	0.454	0.687
11	0.415	0.493	0.468	0.712

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что приведенные выше алгоритмы кластеризации показывают примерно одинаковые результаты, однако применение алгоритмов кластеризации данных значительно понижает погрешность классификации, за счет исключения случайной составляющей в предпосылках правил.

Литература

1 Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С.Осовский – М.: Финансы и статистика, 2002 – 344 с.

2 Правила вывода [Электронный ресурс] // URL:http://fuzzy-group.narod.ru/files/Fuzzy_Modeling/Lection07.Fuzzy.logic.pdf

3 Ирисы Фишера [Электронный ресурс] // URL: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Iris

Ш.С. Каримов, Х.А. Бахриева, З.З. Нигматов

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

(Ташкентский государственный технический университет)

Характерней особенностью современных производственных объектов является появление нескольких разрозненных автоматизированных систем, установленных на отдельных участках и зачастую реализованных на базе совершенно разных программно-аппаратных средств. Причинами этого может быть как отсутствие единой стратегии при выборе средств автоматизации, так и временная удаленность моментов создания различных автоматизированных систем. Следует отметить, что часто система автоматизации рассматривается как

дополнение к множеству контрольно-измерительных приборов, значимость которых считается существенно выше значимости собственно системы. При таком подходе вопрос об информационной совместимости вводимой системы по отношению к уже существующим на предприятии системам глубоко не прорабатывается или вообще остается без внимания [1].

Следствием этого является одновременное существование набора разнородных систем. В этом случая проблема возникает, когда появляется необходимость расширить круг потребителей этой информации. Одним из решений, лежащих на поверхности, является установка на рабочие места новых пользователей клиентских приложений для удаленного отображения информации. Этому решению присущ ряд недостатков. Во-первых, новое программное обеспечение может быть несовместимо с существующим или быть слишком ресурсоемким. При этом одновременное получение информации из нескольких участков автоматизации может оказаться практически невозможным. Во-вторых, возрастает нагрузка на сервер, что может привести к нарушению штатной работы в моменты пиковой активности. В-третьих, при таком решении принципиально усложняется сопровождение систем. Вследствие этом мы не сможем получить интегральные характеристики на основе информации из разных источников, не сможем сформировать отчеты на основе данных разных систем [2].

Другим подходом, позволяющим избавиться от выше обозначенных недостатков, является внедрение интегрированной информационной среды. В рамках этого подхода данные из множества источников консолидируются в едином хранилище данных, что создает основу для единообразного отображения различной информации и решения на ее базе широкого спектра задач, включая расчет ключевых показателей, планирование, отслеживание, документирование и т.д.

В работе рассматриваются принципы построения и структура информационной среды технологического процесса, включающей хранилище данных и систему отображения информации.

При построении интегрированной системы необходимо сделать несколько шагов, первым из которых является интеграция информации, разнесенной по участкам автоматизации. Как уже было сказано, непосредственный доступ с рабочих мест специалистов к данным подсистем является неоптимальным и неполным решением [3].

Важно, что при введении системы интеграции данных и централизованного хранилища появляется возможность расширить круг потребителей информации за счет создания рабочих мест руководства. Для них создаются сводные формы, отображающие ключевые показатели производства, отчеты, включающие данные из разных подсистем, и другие важные представления информации, появление которых было невозможно в рамках старого подхода.

Сделав шаг от непосредственного доступа к интеграции данных, мы можем пойти дальше и рассмотреть одну систему интеграции как источник данных для другой системы интеграции более высокого уровня. Таким образом,

можно создавать многоуровневую систему интеграции информации, что является актуальным для корпораций разветвленной структуры.

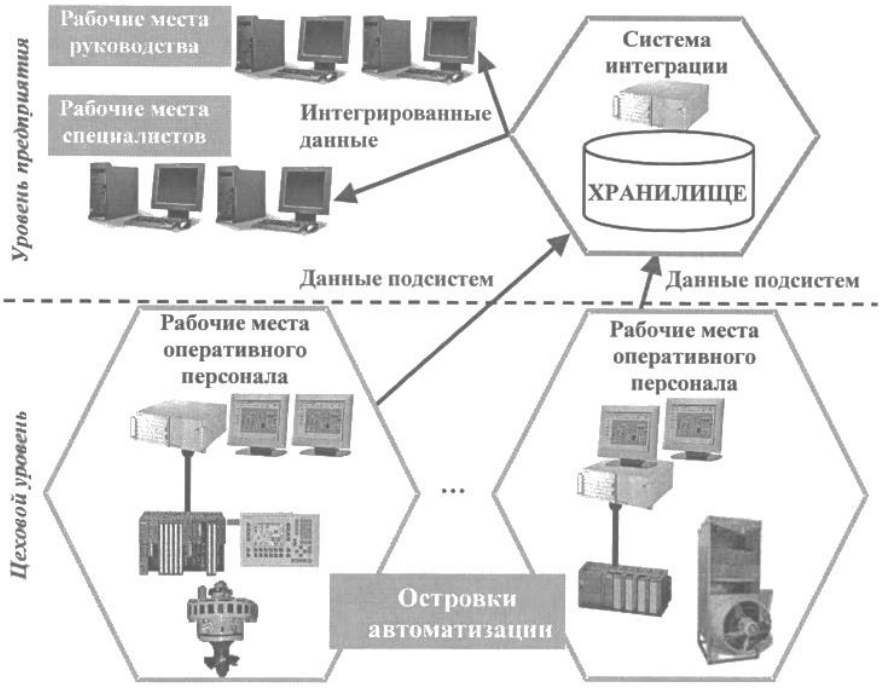


Рис. 2. Интеграция данных

Рассмотрим внутреннее устройство системы интеграции, используемой в ИСТП. Ее основой является хранилище данных - специализированная база данных, построенная на основе модели предприятия и хранящая информацию обо всех источниках данных, описания их параметров, архивы значений параметров и дополнительную служебную информацию.

Хранилище содержит описательную информацию (модель предприятия, включающую описание оборудования и контролируемых параметров) и таблицы архива значений параметров. Последние динамически создаются в процессе настройки системы для архивируемых параметров. Значения для каждого параметра могут храниться с разными дискретностями, при этом возможна автоматическая генерация значений большей дискретности путем агрегации по заданным правилам значений меньшей дискретности (например, получение среднечасовых значений на основе минутных). Для настройки соответствий между параметрами в модели предприятия и во внешних источниках реализована кросс - система, позволяющая задавать адреса параметров в смежных системах. Также для хранилища реализованы функции получения расчетных значений, интерфейс доступа к данным на чтение и запись для сторонних систем и подсистема репликации значений параметров между двумя хранилищами данных. Любой набор параметров из хранилища может быть отображен в виде таблиц и трендов [4].

Для опроса внешних источников и регистрации полученных значений в хранилище данных применяются специальные программы. Эти программы, ис-

пользуя информацию об адресах параметров во внешних источниках, обращаются по этим адресам и получают текущие или архивные значения.

Отметим, что в рамках единой информационной среды отсутствует различие между параметрами, получаемыми из различных сторонних систем, впрочем, как и параметрами, рассчитываемыми средствами хранилища. Все они единообразно описываются, хранятся и отображаются. Сведения об источнике данных доступны в качестве справочной информации по параметру наряду с информацией по шкале изменений, по уставкам и по единицам измерения.

Кроме хранения модели предприятия, полученных и рассчитанных значений параметров хранилище данных предоставляет возможность вести архив сообщений с привязкой их к дереву оборудования, таким образом, связывая каждое сообщение с источником его возникновения.

Вся информация хранилища данных доступна для системы отображения, на базе ее реализуется просмотр текущих и исторических данных в виде таблиц, мнемосхем и графиков, а также формирование отчетных документов.

Система отображения информационной среды реализует основные функции по предоставлению информации из хранилища данных для конечного пользователя. Функционально она состоит из:

1. подсистемы получения и отображения значений параметров на некоторый момент времени;
2. подсистемы получения и отображения сообщений;
3. подсистемы отображения значений группы параметров в виде трендов и таблиц;
4. подсистемы конструирования собственных форм отображения;
5. подсистемы формирования отчетных ведомостей, их печати и экспорта.

Поскольку данная система должна оперировать большим количеством информации, полученной из разнообразных источников, то в ее основу положен принцип структурирования информации с возможностью навигации, аналогичный принятому в средствах отображения WEB-страниц. Формы отображения представляются в иерархическом виде, что позволяет детализировать интересующую пользователя информацию.

Для создания новых форм в информационной системе существует режим конструирования, который позволяет создавать новые формы отображения, не требуя от пользователя знания языков программирования. Новые формы могут быть созданы для любой участки автоматизации. Вместе с представлением текущих значений, сообщений и архивов еще одной важной функцией системы отображения информационной среды является генерация отчетных ведомостей. Количество и вид отчетных ведомостей, так же, как и набор форм с таблицами и схемами, индивидуальны для каждой конфигурации ИСТП и определяются на этапе ее проектирования.

Заключение

Информационная среда технологического процесса, описанная в статье, позволяет реализовать сбор и отображение разнообразной информации, полученной их различных источников.

Информационная среда, являясь независимой от прикладной области, создает основу для решения различных прикладных задач.

Литература

1. Занин И.В., Шопин А.Г. Интегрированная информационная система обработки технологической информации. //Промышленные АСУ и контроллеры. - 2002. - №8 -С. 15-17

2. Кожевников Д.Г., Воеводин И.Г. Управление организационными и технологическими процессами реконструкции инженерных коммуникаций в информационной сред // Технология и организация строительного производства. -2013. -№ 3 (4) – С. 43-44

3. Лукин В.К., Деркач А.К., Деркач К.Ю., Логинова В.Е. Распределенная информационно-вычислительная среда как инструмент управления процессами модернизации в технологических комплексах в промышленности Росссии // Современные научные исследования: исторический опыт и инновации сборник материалов Международной научно-практической конференции. ответственный редактор И.А.Харитонов. 2015. С. 154-157.

4. Бикчентаев А.А. Поддержка Данных Технологических Процессов В Интегрированной Информационной Среде Предприятия // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2013. № 2 (48). С. 9-13.

А.Д. Карян, А.А. Белоусов

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДАЖАМИ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

(Самарский университет)

Динамическое ценообразование является интересной темой для исследователей бизнес сектора, по определению это стратегия выбора цены, которая позволяет бизнесу свободно изменять цену товара или сервисов, исходя из текущих потребностей рынка. Мы рассматриваем проблему управления доходами от одного продукта, где, с учетом первоначальной инвентаризации, целью является динамическая корректировка цен за конечный горизонт продаж для максимизации ожидаемых доходов [1]. Реализованный спрос наблюдается с течением времени, но базовая функциональная связь между ценой и средним уровнем спроса, которая регулирует эти наблюдения (иначе известная как функция спроса или кривая спроса), неизвестна [2]. Мы разрабатываем политики, которые изучают функцию спроса «на лету» и оптимизируют цены на основе этого.

Производительность этих алгоритмов измеряется с точки зрения потери дохода относительно максимальных доходов, которые могут быть извлечены, когда функция спроса известна до начала сезона продаж. Получение низких оценок потери доходов, для любой допустимой политики ценообразования, за-

метно повышают доходы и конкурентоспособнось, а алгоритмы их получения достигают потери доходов близкой к нижней границе [3]. Масштабы потерь могут быть истолкованы как экономическая ценность предшествующих знаний о функции спроса, проявляющаяся как потеря доходов из-за неопределенности модели. Интеллектуальное ценообразование в лучшем случае упрочивает «искусство» изобретательской ценовой дискриминации, собирает передовые методы из разных отраслей и обеспечивает выгодный, хотя и менее традиционный, подход к принятию решений о цене.

Постановка задачи

Динамическое ценообразование - это общая практика, которая применяется в таких сферах бизнеса как недвижимость, путешествия, розничная торговля и многих других. Каждая отрасль использует свой подход к переоценке, основываясь на потребностях и спросе на продукт.

На торговых онлайн площадках, онлайн сервисах, каждый товар представляет собой многомерный вектор параметров, цена товара рассчитывается исходя из линейной комбинации его параметров [4]. Параметры товара могут изменяться со временем, изменение параметров товара приводит к вынужденному перерасчету цены товара. Выполняя последовательный перебор исторических данных, оценок на товар мы можем найти оптимальное значение цены товара и максимизировать прибыль компании.

Формализация задачи

Решения о ценообразовании часто включают компромисс между получением прибыли в долгосрочной стратегии и получением краткосрочных доходов [5].

Опишем математическую модель, предположим что продавец может продать n различных продуктов за время T. В каждый временной промежуток $t = 1,2,\dots T$, характеристики каждого отдельного продукта могут изменяться $x_t \in \mathbb{X} \subseteq \mathbb{R}^d$. В общем случает время T бесконечно, а $\mathbb{X}$ ограничено.

Продукт в момент времени t имеет стоимость $v_t = v_t(x_t)$. В каждый момент времени t продавец может выставить цену p_t. Если $p_t \leq v_t$, то продажи продукта растут и продавец получает прибыль в размере p_t. Если цена установлена больше, чем рыночная стоимость, $p_t > v_t$ продажи падают и продавец перестает получать прибыль. Максимизация полученной прибыли - цель данной работы.

Предположим, что рыночная стоимость продукта определяется через линейную функцию ковариантных параметров:

$$v_t(x_t) = \langle \theta_t, x_t \rangle + z_t.$$

Здесь, θ_t и x_t являются d - мерными, и z_t - шум, имеющий нормальное распределение. Множество параметров $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots)$ неизвестно и может изменяться в течение времени. В данной работе основное внимание уделяется изучению множества θ и предлагается эффективный алгоритм уменьшения дисперсии параметров множества во времени.

Программная реализация

Программа реализована в виде не специализированной облачной платформы, которая служит для запуска различных приложений для обработки, хранения данных и их последующей аналитике. Приложения запускаются в порядке установленным пользователем через специальный экран. Работу программы можно представить в виде функциональных блоков (рис 1).

1. UI - предоставляет пользователю возможность редактировать порядок запуска приложений в виде графа, осуществлять поиск, просмотр результата операций, и редактирование операций.
2. Data Management - осуществляет доступ моделям и работе с данными, содержит мета информацию о моделях данных.
3. Data Storage - осуществляет сбор и хранение данных.
4. Workflow Management - работа с графами, выполнение задач, сохранение результатов, кэширование.
5. - запуск программы на выполнение, содержит информацию о среде выполнения, принимает на вход список инструкций на выполнение и выдает результат на выходе.
6. Job Management - осуществляет планирование выполнения задач во времени.

Ключевое место в программе играют сценарии. Пользователь описывает сценарий выполнения job, и работу с данными, они вносят в систему информацию о той предметной области с которой работает пользователь. Далее через UI пользователь может настроить цепочки выполнения сценариев, и запустить граф на выполнение. Каждый сценарий имеет доступ к файловому хранилищу, где он может хранить или доставать данные. Граф сценариев можно перезапускать, тем самым проводить эксперимент несколько раз, и тем самым наблюдать изменение результата во времени.

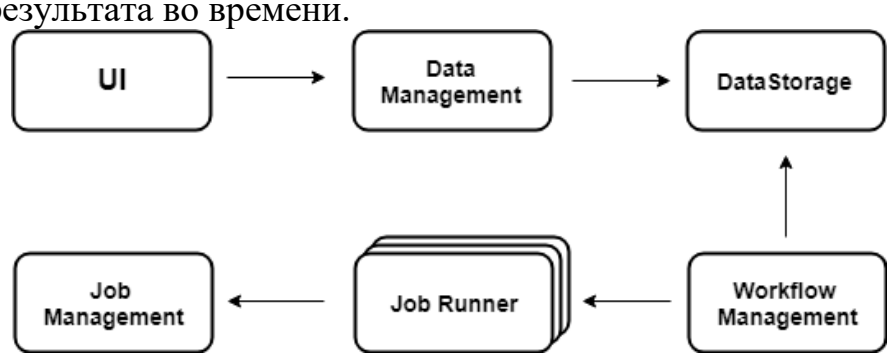


Рис. 1. Диаграмма функциональных блоков

Интерфейс программы (рис. 2) реализован с помощью веб технологий JavaScript, HTML5, CSS с использованием библиотек Vue.js, Webpack, Less, PostCss.

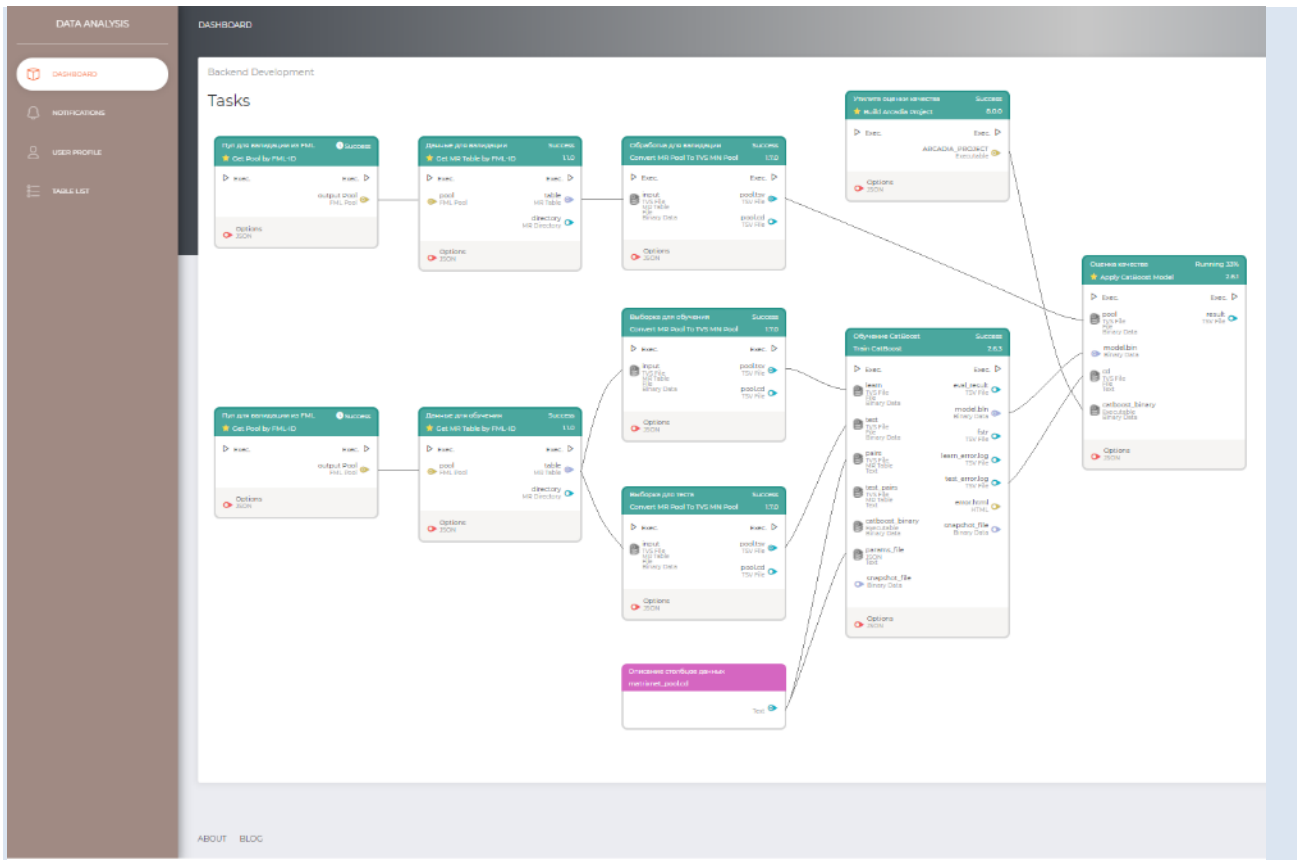


Рис. 2. Интерфейс программы

Литература

[1] Omar Besbes and Assaf Zeevi. Dynamic pricing without knowing the demand function: risk bounds and near-optimal algorithms. Operations Research, 57:1407–1420, 2009.

[2] Josef Broder and Paat Rusmevichientong. Dynamic pricing under a general parametric choice model. Operations Research, 60(4):965–980, 2012.

[3] Maxime C Cohen, Ilan Lobel, and Renato Paes Leme. Feature-based dynamic pricing. ACM Conference on Economics and Computation, 2016.

[4] Vivek F Farias and Benjamin Van Roy. Dynamic pricing with a prior on market response. Operations Research, 58(1):16–29, 2010.

[5] Eric C. Hall and Rebecca M. Willett. Online convex optimization in dynamic environments. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 9(4):647–662, June 2015.

В.О. Кильдюшев, Д.В. Еленев

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ МИГРАЦИИ ДАННЫХ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Вследствие высокого темпа развития информационных технологий и увеличения объемов данных у крупных компаний появляются проблемы в производительности и поддержки больших данных. Для дальнейшего существования и успешной конкуренции они вынуждены внедрять новые архитектурные решения, новые системы хранения данных. Данные являются основополагающим ресурсом для компании, чтобы перенести их из одной системы в другую требуется надежная высокопроизводительная система миграции данных.

Опишем основные требования к миграционной системе:

- Отказоустойчивость;
- Высокая производительность;
- Гарантия целостности данных;
- Безопасность;
- Контроль пользователем процесса миграции;
- Отчетность, статистика;
- Аудит.

На данный момент в Сбербанк Технологиях на проекте Платформы Поддержки Развития Бизнеса разработана подобная система миграции данных, которая прошла промышленные испытания на данных клиентов банка. В результате тестирования были выявлены слабые места система и изначальные ошибки в архитектуре, конечный результат работы не удовлетворял бизнес-заказчика.

Данная система является клиент-серверным приложением. Клиент представлен web-формой, доступной по определенному URL адресу. Клиентские запросы и механизмы миграции выполняются в одной JVM (Java Virtual Machine) на одном сервере. Схема системы представлена на рисунке 1. Данная «монолитная» конфигурация системы привела к тому, что все критические ошибки (утечки памяти, ошибки в работе JVM) в процессе миграции приводят к полной потери всех данных. Одно и из требований, предъявленных к системе, отказоустойчивость – оказалось невыполненным. Требуется разработать систему восприимчивую к отказам и способную гарантировать целостность всех данных.

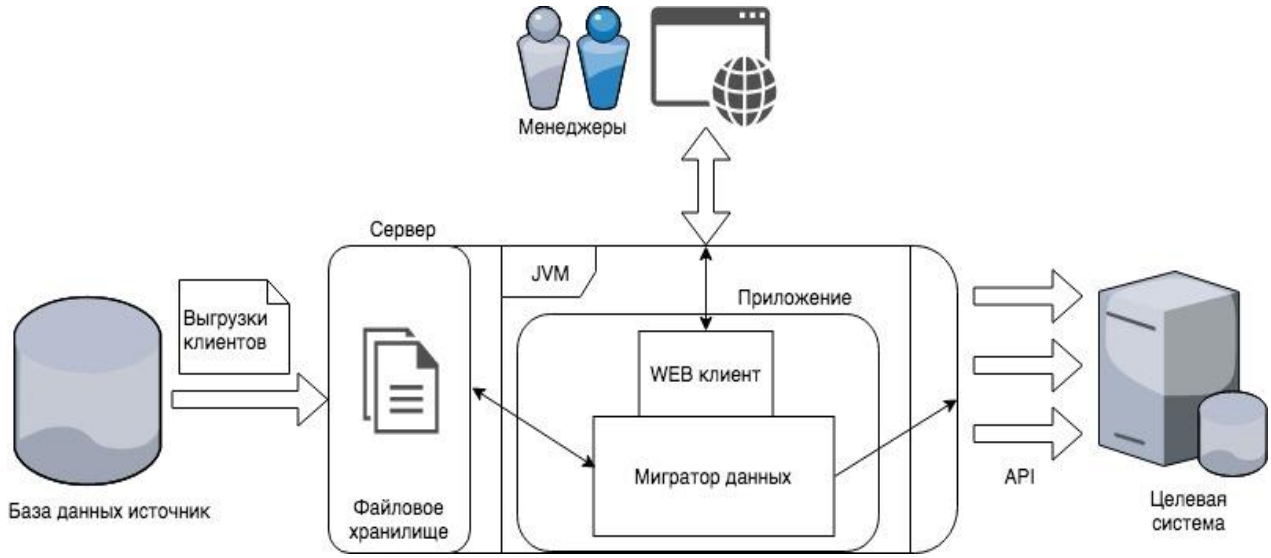


Рис. 1. Схема существующей системы миграции данных

Решением проблемы отказоустойчивости является построение архитектуры распределенной обработки данных на n-количестве серверов [1,2]. Модель распределенных вычислений – MapReduce. В качестве инструмента для реализации map/reduce задач был выбран Apache Hadoop. Данный продукт хорошо зарекомендовал себя среди технологий Big Data и обладает широким функционалом распределенной обработки данных [3].

Основной задачей является проектирование процесса миграции на механизме map/reduce. Требуется сохранить весь прежний функционал и соблюсти все требования к миграционной системе, описанные выше. Также должны учесть всевозможные риски распределенных систем дабы добиться целостности данных. На рисунке 2 представлена схема процесса миграции посредством механизма map/reduce.

Рассмотрим основные сценарии непредвиденных ситуаций в работе кластера Hadoop:

- Отказ на mapper-сервере – в этом случаем данные в хранилище теряются, master перезапускает mapper на другом сервере и данные отправляются снова;
- Отказ на reduce-сервере – в этом случаем master перезапускает reducer на другом сервере и отчетные файлы формируются снова;
- Потеря соединения с mapper или reduce сервером – ка к и в ситуациях выше, сервис мониторинга замечает потерю соединения с сервером и перезапускает его задачу на резервных серверах.

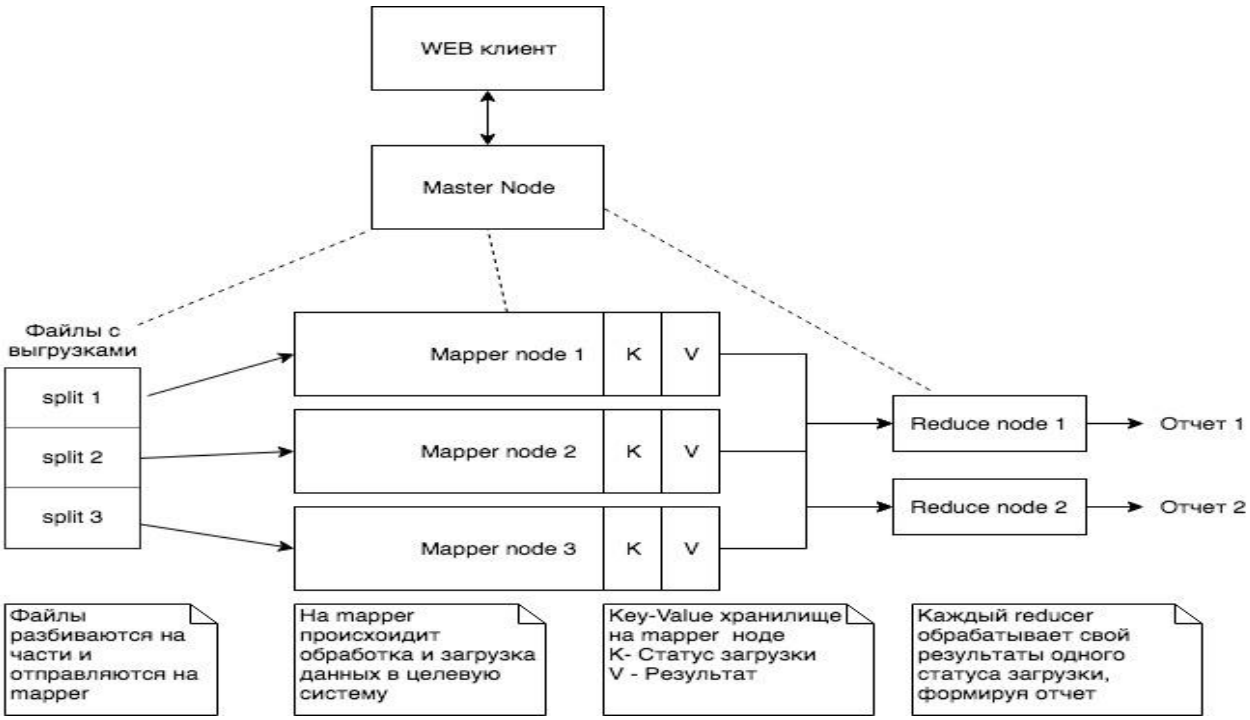


Рис. 2. Схема процесса миграции посредством механизма map/reduce

Проанализировав все ситуации, мы пришли к результату, который полностью удовлетворяет требованиям отказоустойчивости.

В дальнейшем требуется провести нагрузочное тестирование, испытав систему на больших объемах данных. Также следует провести тестирование методом «fault-injection», путем ручной симуляции ошибок кластера. Только после всех успешных испытаний, убедившись, что система надежна и гарантирует целостность данных, можно будет сказать, что данную систему можно выводить в промышленную эксплуатацию.

Литература

1. Распределенные системы. Принципы и парадигмы [Текст] / Таненбаум, Э., М. ван Стеен – Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2003

2. Burns, B. Designing Distributed Systems, Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services [Текст] / Изд-во O'Reilly Media, 2018

3. Чак, Л. Hadoop в действии [Текст] / Изд-во ДМК Пресс, 2012

4. A Review on Database Migration Strategies, Techniques and Tools [Текст] / Elamparithi M., Anuratha V. // World Journal of Computer Application and Technology, 2015

5. A Framework for Relational Database Migration [Текст] / Abdelsalam M., Akhtar A., Rossiter N.: // World Journal of Computer Application and Technology, 2013

Э.А. Кильметов, А.И. Заико

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИИС КОНТРОЛЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА БАЗЕ АМР МОДУЛЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация

Экспериментальное определение характеристик АМР модуля. Определение оптимальных параметров работы анизотропного магниторезистивного сенсорного модуля.

Введение

ИИС на основе АМР модуля, используется для решения различных задач магнитометрии: определения курса объекта по магнитному полю Земли, измерения бесконтактным способом угла поворота и линейного перемещения объекта, скорости объекта, распознавания образа ферромагнитных объектов и работы в составе датчиков тока с гальванической развязкой [1].

Экспериментальное исследование ИИС на основе АМР - датчика, является предметом данной статьи.

Установка для поверки ИИС. Рассмотрим средство поверки и градуировки датчиков слабых магнитных полей. Для этого необходимо иметь меру магнитной индукции постоянного поля [2]. В качестве меры используется двухкомпонентная катушка (кольца Гельмгольца) и источник постоянного тока [3, 4]. Погрешность источника меры должна быть по крайней мере в три раза меньше, чем погрешность поверяемого средства измерения [5]. Для поверяемого датчика, неоднородность поля, воспроизводимого мерой не должна превышать 0,1-0,3 % в объеме, датчика. Размеры поверяемого датчика 40×40×20 мм.

В качестве испытательной установки использовалась камера экранированная "ЭК-40" (эффективность экранирования: 120 дБ), программируемый источник постоянного тока "АКИП-1129", установка магнитной индукции поверочная "УМИП-02 №01", магнитометр трехкомпонентный малогабаритный "МТМ-01", экспериментальный образец магнитометра "GIMS-1.t" схема эксперимента, представлена на рис. 1.

Создание магнитного поля с помощью катушек Гельмгольца. Для создания однородного поля катушки соединяются последовательно с источником тока. Используя закон Био-Савара-Лапласа, рассчитываем поле одной катушки в произвольной точке x [6]. Согласно принципу суперпозиции, результирующее поле, создаваемое катушками Гельмгольца, равно векторной сумме полей, создаваемых каждой катушкой в отдельности. Если направление тока в обеих катушках совпадает и для катушек Гельмгольца $h = R/2$ то индукция поля двух катушек имеет вид представленный на рис. 2. График относительной погрешности (неоднородности) магнитного поля δx, где значение R катушки поверочной установки "УМИП-02 №01" имеет значение 0,3 Ом, координаты по оси x расстояние от центра катушек.

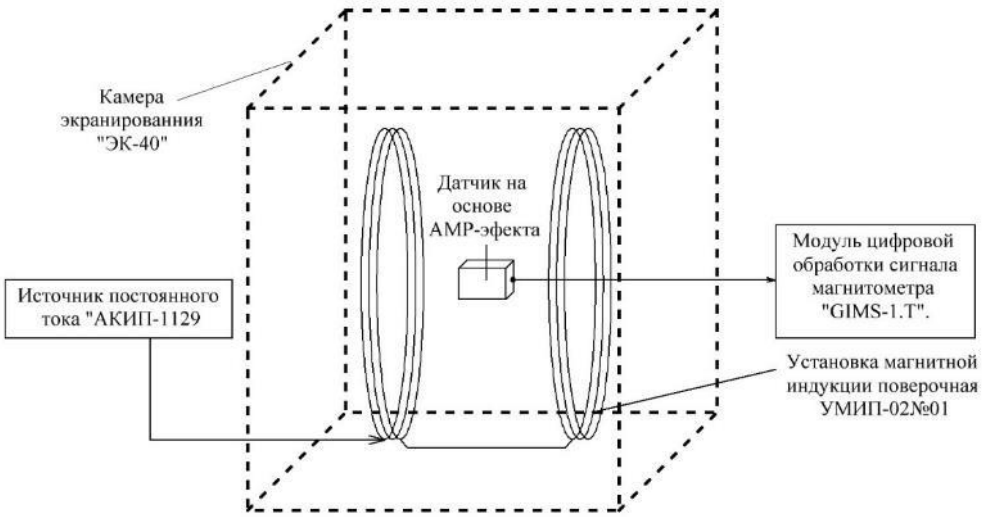


Рис. 1. Схема поверочной установки

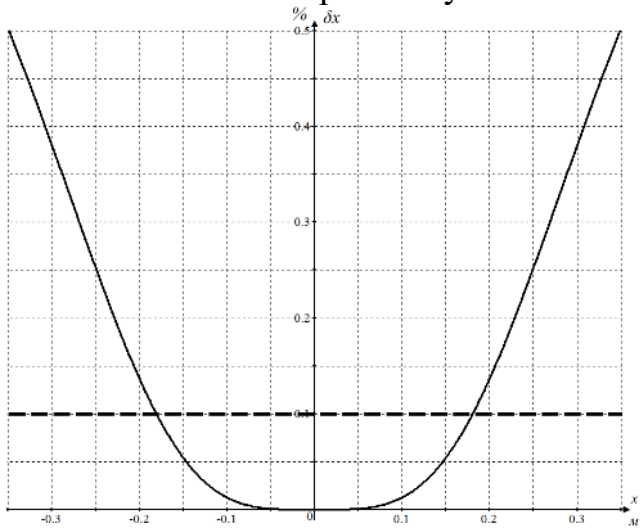


Рис. 2. Погрешность (неоднородность*) δx(x)* магнитного поля, созданного катушками Гельмгольца

Из рис. 2. видно, что погрешность магнитного поля $\delta x \leq 1$ % может быть получена на относительном расстоянии от геометрического центра до 0,16 м. Расчеты показали, что область однородности магнитного поля, создаваемого катушками Гельмгольца, ограничена достаточно небольшим объемом в центре системы катушек. Габариты поверяемого датчика магнитного поля значительно меньше области однородности.

В ходе экспериментальных испытаний были получены оптимальные параметры работы АМР модуля, позволившие получить высокую чувствительность и разрешающую способность.

В табл. 1 приведены результаты измерения магнитной индукции с помощью ИИС в диапазоне от 10 мкТл до 150 мкТл. Так же для сравнительной оценки регистрировались данные с ближайшего аналога магнитометра "МТМ-01". С помощью программируемого источника постоянного тока "АКИП-1129" и установки для создания магнитной индукции "УМИП-02 №01" создавалось

магнитное поле ***B***эт от 10 мкТл до 150 мкТл. Для минимизации магнитного поля Земли поверочная установка помещалась в экранированную камеру "ЭК-40". С помощью модуля цифровой обработки сигнала измерялось напряжение с выхода датчика.

Таблица 1. Результаты измерения магнитной индукции

№	Ток через катушки, А	Вэт, мкТл	Uизм, В	ΔВ, %
1	1,0	10,223	43,119	1,327
2	1,1	11,246	46,037	1,651
3	1,2	12,268	51,865	1,565
4	1,3	13,290	54,920	0,725
5	1,4	14,313	59,636	0,100
6	1,5	15,335	63,245	0,919
7	1,6	16,357	66,850	1,817
8	1,7	17,380	72,194	0,205
9	1,8	18,402	75,101	1,954
10	1,9	19,424	82,459	1,986
11	2,0	20,447	86,608	1,761
12	3,0	30,670	129,105	1,129
13	4,0	40,893	173,404	1,872
14	5,0	51,116	210,125	1,245
15	6,0	61,340	254,663	0,260
16	7,0	71,563	303,206	1,787
17	8,0	81,786	335,659	1,403
18	9,0	92,010	378,011	1,300
19	10,0	102,233	419,406	1,443
20	11,0	112,456	458,891	1,967
21	12,0	122,680	491,212	3,807
22	13,0	132,903	533,189	3,619
23	14,0	143,126	575,995	3,318
24	15,0	153,349	609,348	4,538

Из данных следует, что ИИС позволяет проводить измерения магнитной индукции в диапазоне ± 100 мкТл с относительной погрешностью не более 2 % и ± 150 мкТл с погрешностью не более 5 %.

Вывод

Таким образом, разработанная ИИС с датчиком основанном на АМР – эффекте для измерения слабых магнитных полей, позволяет проводить измерения магнитной индукции в диапазоне ± 100 мкТл с разрешающей способностью 27 нТл и относительной погрешностью не более ± 2 %.

На основе экспериментальных данных выданы рекомендации по выбору амплитуды и частоты подачи импульсов подмагничивания, имеющие максимальные значения чувствительности датчика.

Литература

1. Котенко Г. И. Магниторезисторы. М.: Энергия, 1972. -80 с.
2. Воробьев А.В. Иванова Г.А. Кильметов Э.А. Исследование, моделирование и расчет мостовых сенсорных модулей, построенных на базе АМР-эффекта. Вестник УГАТУ. - № 4(57), Т. 17, - Уфа: УГАТУ, 2013. С. 144-151.
3. Schill R.A., Karin H. Characterizing and calibrating a large Helmholtz coil at low ac magnetic field levels with peak magnitudes below the earth's magnetic field // Review of Scientific Instruments. – 2001. – Vol. 72, № 6. – P. 2769-2776.
4. Po Gyu Park, Kim Y.G., Kalabin V.N., Shifrin V.Y., AC magnetic flux density standards in the low frequency range // Conference on Precision Electromagnetic Measurements. Conference Digest. CPEM 2008. – Broomfield, June 8-13, 2008. – P. 456-457.
5. Po Gyu Park, Kim Y.G., Kim W.S., Shifrin V.Y., AC/DC magnetic flux density standard systems at KRISS // Conference on Precision Electromagnetic Measurements. Conference Digest. CPEM 2010. – Daejeon, June 13-18, 2010. – P. 312-313.
6. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: Высшая школа 1996, 638 с.

Г.С. Кириченко, Е.А. Слесарева

ЭЛЕКТРОННОЕ ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара)

В рамках новой идеологии построения систем управления производством наукоемких предприятий рассматриваются такие понятия как электронное описание изделия (ЭОИ) и электронная структура изделия (ЭСИ), которые являются важнейшими элементами единого информационного пространства (ЕИП) предприятия и обеспечивают информационную поддержку проектирования.

Единое информационное пространство, информационный объект, электронное описание изделия, электронная структура изделия.

По ГОСТ 2.054—2013 ЭОИ представляет собой логически полную совокупность информационных объектов (ИО), содержащих всю необходимую информацию, описывающую конструкцию изделия и свойства (характеристики) изделия (составных частей (СЧ)) на конкретной стадии разработки [1].

Тот же ГОСТ говорит, что «ЭОИ консолидирует техническую (конструкторскую) информацию об изделии и обеспечивает взаимосвязь данных, полученных в ходе выполнения стадий жизненного цикла изделия (проектирование (разработка) и изготовление, эксплуатация, ремонт и утилизация). В зависимости от назначения при использовании в процессах обработки и управления данными, информация о конструкции и свойствах изделия в ЭОИ может быть представлена в виде: набора электронных конструкторских данных; электрон-

ной конструкторской документации (КД); совокупности наборов электронной КД. Структурной основой представления ЭОИ в PDM-системе является ЭСИ. ЭСИ следует формировать на основе ИО, хранящихся в PDM-системе. С ИО, описывающими в ЭСИ изделие, его СЧ и связи между ними, связываются (ассоциируются) документы, характеристики и иные данные об изделии и его составных частях» [1].

Понятие термина ЭСИ

ЭСИ создается исключительно в электронном исполнении и используется в вычислительной среде. Для более полного понимания назначения электронной структуры изделия рассмотрим п.4.3 ГОСТ 2.053-2013:

- представления информации о составе изделия и об иерархии его составных частей (СЧ);
- представления вариантов состава и структуры изделия;
- структурирования проектной и рабочей конструкторской документации на изделие;
- представления информации о применяемости, правилах использования СЧ при различных условиях (в т.ч. исполнениях) и заменяемости (в т.ч. взаимозаменяемости) СЧ;
- представления технических данных об изделии на стадиях жизненного цикла изделия (ЖЦИ) [1].

Виды ЭСИ

Согласно ГОСТ 2.053-2013 выделяют следующие виды ЭСИ:

- Функциональная ЭСИ предназначена для определения назначения изделия и его СЧ и предъявляемых к ним функциональных требований. Как правило, функциональная ЭСИ выполняется на стадии разработки технического предложения на изделие и уточняется на стадии технического проекта.
- Конструктивная ЭСИ предназначена для отображения конкретных технических решений, определяющих конструкцию комплексов, сборочных единиц и комплектов. Как правило, конструктивная ЭСИ выполняется на стадиях разработки эскизного проекта, технического проекта и рабочей конструкторской документации. Конструктивная ЭСИ — основной конструкторский документ.
- Производственно-технологическая ЭСИ предназначена для отображения особенностей технологии изготовления и (преимущественно) сборки изделия. Производственно-технологическую ЭСИ выполняют на стадиях технологической подготовки производства и в процессе производства изделия.
- Физическая ЭСИ предназначена для отображения информации о конкретном экземпляре изделия. Физическая ЭСИ выполняется на стадии производства изделия и. как правило, корректируется в течение всего срока эксплуатации (например, отражая изменения в комплектности данного экземпляра изделия).
- Эксплуатационная ЭСИ предназначена для группирования и отображения информации о тех СЧ изделия, которые подлежат обслуживанию и/или замене в ходе использования изделия по назначению. Эксплуатационная ЭСИ выпол-

няется на стадиях разработки эскизного проекта, технического проекта и рабочей конструкторской документации.

• Совмещенная ЭСИ предназначена для группирования и отображения комплексной информации об изделии и включает в себя отдельные разновидности ЭСИ (например, конструктивную ЭСИ и эксплуатационную ЭСИ) [1].

Некоторые из видов ЭСИ взаимосвязаны относительно того, какие данные в ней содержатся (Рисунок 1). Реквизитная часть ЭСИ укажет на принадлежность к определенному изделию. Реквизитная часть должна соответствовать ГОСТ 2.104 [2].

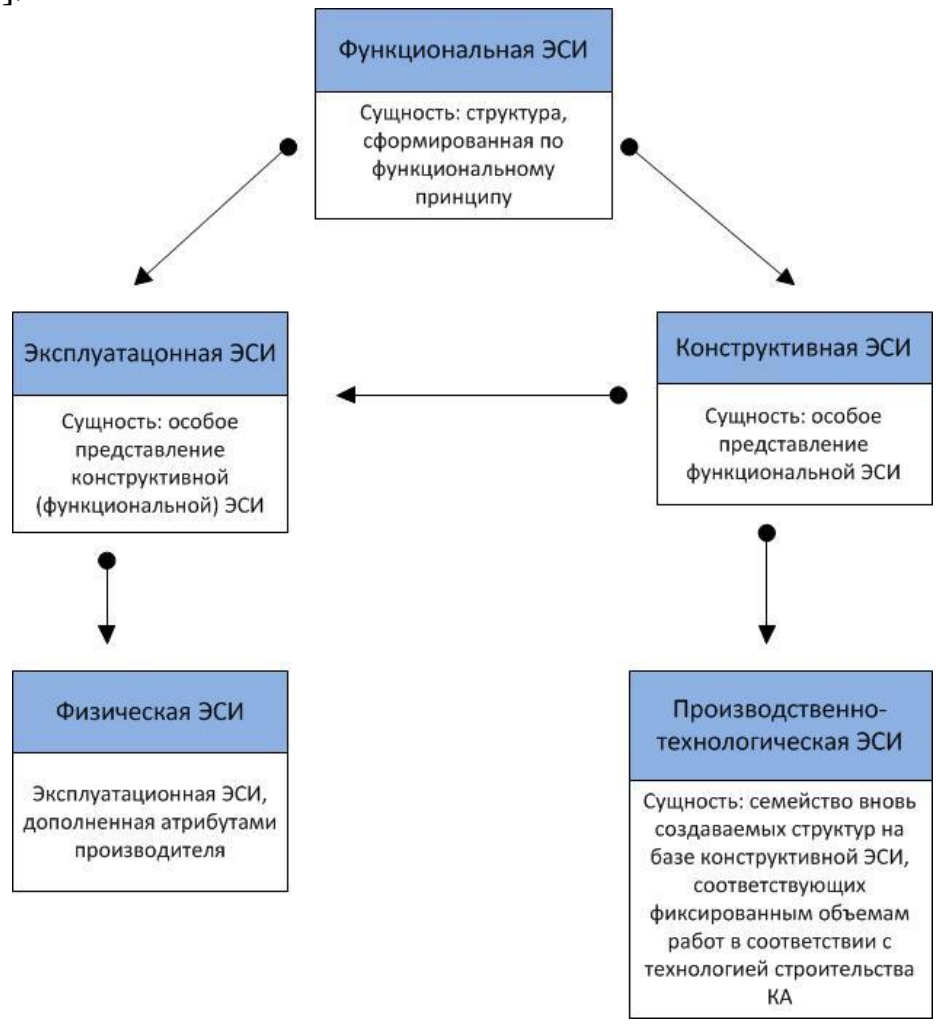


Рис. 1. Взаимосвязь ЭСИ

Четких требований нормативные документы нам не дают, поэтому ЭСИ должна содержать ту информацию, которая необходима конкретным потребителям. Потребителями выступают внутренние пользователи (производство, отдел закупок) и внешние (эксплуатирующие организации). Если раньше основным конструкторским документом была спецификация, то теперь на первое место выходит ЭСИ: при сдаче в электронный архив кроме самих документов сдаётся и ЭСИ. Требования к электронным документам и ЭСИ дополнительно закрепляются во внутреннем нормативном документе, например, стандарте предприятия [3].

Литература

1. ГОСТ 2.054—2013. Единая система конструкторской документации. ЭЛЕКТРОННОЕ ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ. Общие положения. [Текст]. – Введ. 2015–07–01. – М. : Стандартинформ , 2015. – 17 с.
2. Космодемьянский, Е.В. Особенности информационной поддержки изделия при создании малых космических аппаратов [Текст]/ Е. В. Космодемьянский; А.С. Кириченко// SPEXP-2011: материалы второй Международной конференции «Научные и технологические эксперименты па автоматических космических аппаратах и малых спутниках», Самара, 27-30 июня 2011 г.: тезисы докладов.- Самара: Изд-во СГАУ, 2011,— С. 336.
3. Электронная структура изделия (ЕСКД) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://habrahabr.ru/sandbox/43403. (14.02.2-18).

Е.Ю. Колчина, В.А. Печенин, М.А. Болотов

МЕТОДИКА АНАЛИЗА УПРУГОЙ ЛИНИИ РОТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CAE СИСТЕМ

(Самарский университет)

Развитие конструкций авиационных газотурбинных двигателей приводит к необходимости создания высокоскоростных роторных систем. Обеспечение работоспособности и надежности, которых связано с решением ряда проблем. Одной из них является уравновешивание, позволяющее снизить уровень вибраций в двигателе. Основная причина вибраций – несбалансированность упруго – деформированных роторов при работе на числах оборотов, близких к критическим. Несбалансированность приводит к возникновению центробежной силы, которая тем больше, чем больше число оборотов ротора. При вращении ротора с угловой скоростью, возникающая неуравновешенная сила вызывает у вала динамический прогиб и деформирует опоры. В результате этого ротор вращается вокруг оси вращения, которую за каждый оборот ротора будет описывать его упругая линия, имеющая динамический прогиб.

Работа посвящена проблемам оценки неуравновешенности роторов, которая проявляется вследствие их деформаций при определённых частотах вращения. Уравновешенность роторов может оцениваться по колебаниям опор, возникающим в них усилиям, а также по данным измерений прогиба упругой линии ротора. Известная форма прогиба упругой линии ротора может быть использована для сравнения с результатами испытаний на балансировочных станках и специализированных стендах. Семейство форм прогиба упругих линий ротора позволит разработать аналитическую модель, позволяющую оценивать величины неуравновешенностей посредством расчёта смещения центра масс.

В работе предложена методика анализа формы упругой линии ротора в процессе его работы. Методика включает в себя использование CAE – пакетов для создания расчётных моделей, позволяющих оценивать динамические пара-

метры роторов. Анализ возможностей известных CAD/CAE – пакетов выявил ограниченные возможности программных инструментов, позволяющих оценить и выполнять анализ формы упругой линии ротора. Результаты анализа формы упругой линии ротора могут быть использованы для последующего прогнозирования величины дисбаланса, а также сравнения с результатами стендовых испытаний. В связи с этим был разработан алгоритм, позволяющий рассчитывать центр масс в системе ANSYS и анализировать форму прогиба вала на основе экспорта stl – файлов в сторонние приложения. В разрабатываемой методике использовались программы, написанные на языке MATLAB.

Для проведения данного исследования была создана номинальная 3-D модель ротора турбины низкого давления в CAD – пакете NX. (рисунок 1). Созданная 3-D модель представляет собой упрощенную модель третьей ступени турбины низкого давления и состоит из трех деталей: вал, проставка и диск. Полученная модель ротора сохраняется в формате *x_t или *.igs для дальнейшей работы в CAE – пакетах.

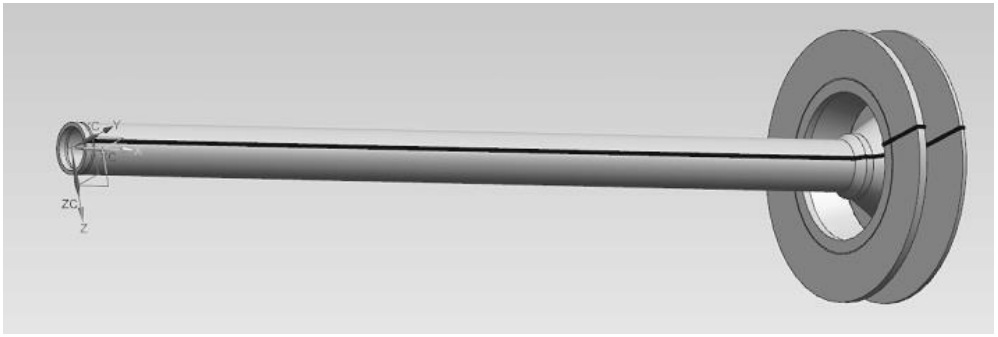


Рисунок 1 – Расчётная 3-D модель ротора турбины низкого давления

Построение конечно – элементной сетки расчётной 3-D модели выполнялось в программном пакете MSC APEX, а затем она импортировалась в систему ANSYS, в которой была проведена серия расчётов с изменяемыми параметрами. Ввиду отсутствия возможности оценить форму изгибной линии ротора и выполнить её анализ в программном пакете ANSYS, проводилось сохранение файла в формате *.stl с последующим импортом в систему MATLAB. Форма изгибной линии ротора будет использоваться для оценки величины дисбаланса посредством использования аналитических моделей.

Файл формата *.stl содержит следующие данные: 1) $\mathbf{V}_{g\times3}$ (матрица координат вершин сетки stl – модели); 2) $\mathbf{F}_{m\times3}$ (матрица сочетаний вершин по три, образующих фасеты поверхностей); 3) $\mathbf{N}_{m\times3}$ (матрица координат нормалей фасет). При описании прогиба оси использовалась лишь матрица координат $\mathbf{V}_{g\times3}$ (рисунок 2).

Для определения координат точек линии пересечения поверхности вала и любой заданной плоскости, проходящей через ось его вращения, проводился автоматизированный отбор точек внешней поверхности вала. Поскольку сборка содержит тела вращения, в системе MATLAB рассчитывались радиус – векторы точек (в плоскостях, перпендикулярных оси вращения) и проводился автомати-

зированный отбор точек с радиусами, лежащими около номинального радиуса вала. Затем отбирались точки, принадлежащие отдельным сечениям, перпендикулярным оси вращения. Координаты точек каждого сечения были переведены в полярную систему координат.

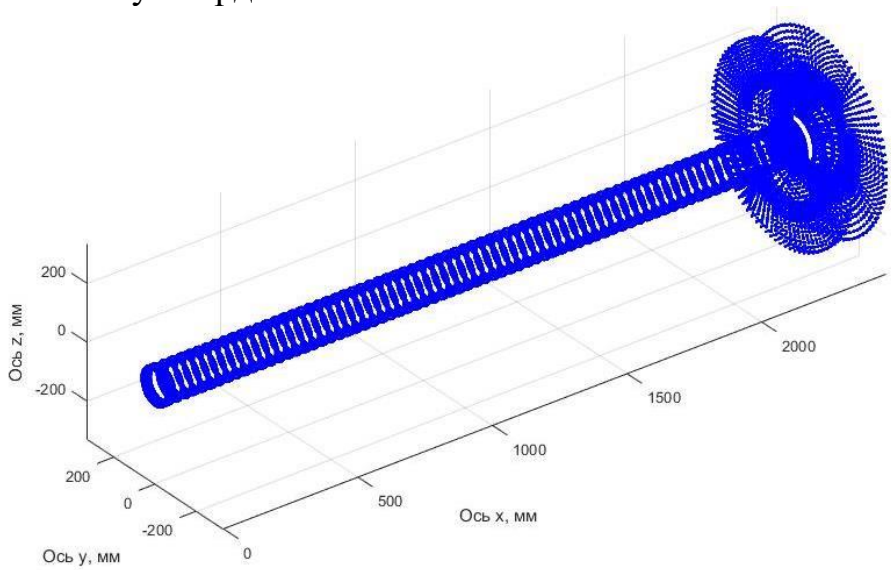


Рисунок 2 – Точки stl-модели ротора после расчета

Для поиска точек сечений, лежащих в интересующей плоскости, подбирался гармонический ряд, при помощи которого можно с достаточной точностью описать дискретный ряд координат точек. Гармонический ряд имеет вид:

$$R_n(x) = \sum_{k=1}^{+\infty} A_k \sin(k \cdot (2 \cdot \pi \cdot \varphi + \theta_k) + \left(1 + (-1)^k\right) \cdot \pi / 2), \quad (1)$$

где A_k – набор амплитуд членов гармонического ряда;

θ_k – фазы членов гармонического ряда;

φ – полярный угол.

Для получения параметров ряда использовалось дискретное преобразование Фурье $zf(f)$[2]. По данным из ряда разложения Фурье рассчитывалась спектральная плотность мощности $СПМ(f) = \frac{\Delta\varphi}{n} \cdot |zf(f)|^2$, задающая распределение мощности сигнала по частотам (n – количество точек). Соответственно выбирались члены гармонического ряда, начиная с максимальной СПМ (спектральной плотности мощности) и далее по убыванию.

Амплитуды A_k членов ряда вычислялись по формуле:

$$A_k = 2 \cdot |zf| / n. \quad (2)$$

Для определения частот членов ряда применялась формула:

$$k = L / \lambda, \quad (3)$$

где λ – длина волны, град;

L – длина массива по оси абсцисс, L=360°.

Фазы членов гармонического ряда θ_k рассчитывались методом сравнения с использованием вычисленных частот и обратного преобразование Фурье для определенной длины волны спектра.

Подставляя в формулу (1) угол плоскости, пересечение с которой образует линию прогиба вала, рассчитывался радиус – вектор точки линии в каждом сечении. Далее проводилось обратное преобразование из полярной в декартову систему координат найденной точки.

Координаты точек сечений вдоль оси вращения, строго говоря, не лежат в одной плоскости за счет деформаций вала. Поэтому в качестве третьей (вдоль оси вращения) координаты точки, образующей линию прогиба, принималась координата ближайшей от найденной точки stl – модели. На рисунке 3 представлена рассчитанная линия прогиба вала, секущая плоскость является плоскость *XOZ*, ось вращения – ось *OX*.

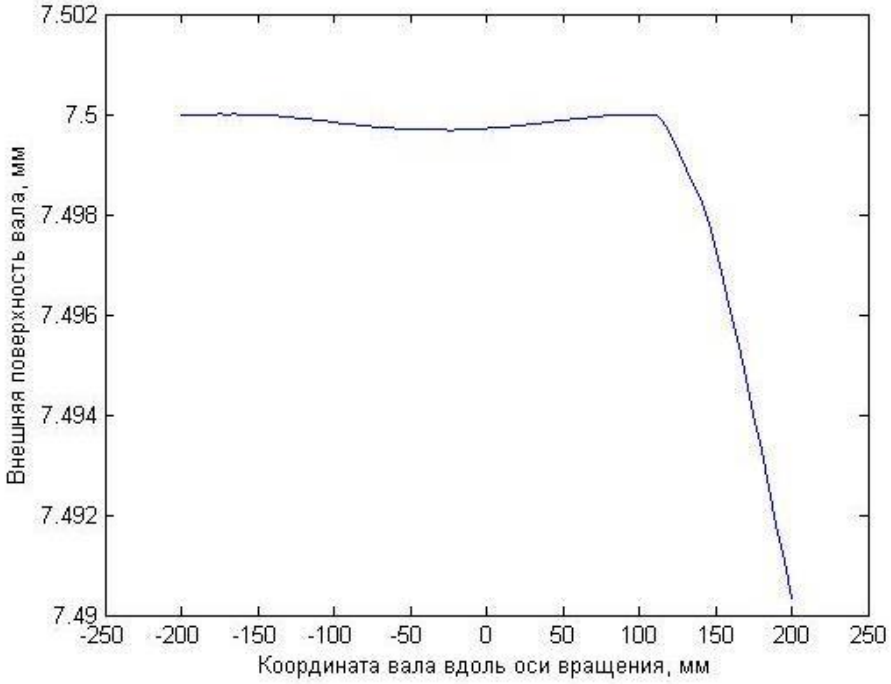


Рисунок 3 – Линия прогиба вала после вращения

Выводы. Предложена методика анализа прогиба упругой линии ротора в процессе его работы. В методике используются возможности известных CAD/CAE – пакетов, а также авторские алгоритмы, реализованных в среде MATLAB. Дальнейшее развитие работы состоит в разработке численно – аналитической модели, позволяющей оценивать величину дисбаланса ротора с учётом геометрических погрешностей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания на 2018 год. Шифр проекта 9.11978.2018/11.12. При построении расчетных моделей использовался программный продукт MSC APEX в рамках созданного центра компетенций по инженерным расчетам ЦКИР между MSC Software и Самарским университетом.

Литература

1 Левит, М. Е. Вибрация и уравновешивание роторов авиадвигателей [Текст] / М. Е. Левит, В. П. Ройзман. - М: Машиностроение, 1970 . - 172 с.

2 Залманзон Л.А., Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. – М: Наука, 1989, - 496с.

П.О. Корчагин, С.А. Пиявский

МНОГОЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

(Самарский государственный технический университет)

В [1, 2] рассмотрена задача многокритериального принятия решений, в которой альтернативы характеризуются частными критериями и могут зависеть от ряда неопределенных факторов. В этих статьях предложен метод «Уверенных суждений», позволяющий лицу, принимающему решение (ЛПР), легко и обоснованно решать такие задачи на основе естественных для него суждений[3]. Метод не использует искусственных приемов, направленных на формализацию задачи за счет отыскания якобы адекватного ей единственного способа учета неопределенности, а учитывает все множество таких способов. От ЛПР-а лишь требуется отнести каждый частный критерий к той или иной группе важности, задав тем самым конкретную (хотя и размытую с позиций количественного сопоставления значимости различных групп важности) «политику выбора».

Однако во многих масштабных задачах стратегического планирования и проектирования в аэрокосмической, социально-экономической и политической областях требуется принять наилучшее решение не при единственной политике выбора, а с учетом достаточно широкого их многообразия, отражающего разнообразие и неопределенность внешних ситуаций, множественность решаемых задач и возможное противодействие со стороны внешних игроков или природы. В этих случаях задача принятия решения попадает в рамки многоцелевого подхода, предложенного в [4] и затем нашедшего развитие и применение в [5] - [6].

Сущность многоцелевого подхода состоит в том, что он расширяет классическую постановку задачи оптимизации, предусматривая возможность формирования многоэлементного решения, включающего несколько вариантов решения из множества допустимых решений, с тем, чтобы наиболее эффективно учесть многообразие внешних факторов.

Обозначим через $X=\{x_i\}_{i=1,\dots,n}$ множество элементов, представляющих многообразие внешних факторов, через $Y=\{y_j\}_{j=1,\dots m}$ - множество вариантов (элементов), из которых конструируется искомое, возможно многоэлементное, оптимальное решение, через $f(x,y),\ x\in X,\ y\in Y$ - функцию, определяющую эффективность использования элемента решения $y\in Y$ при реализации внешних факторов $x\in X$. Будем называть X внешним множеством, Y - множеством элемен-

тов решений, $f(x,y)$ - локальными потерями. Будем полагать, что допустимым решением (многоэлементной стратегией) A является любое непустое подмножество множества элементов решений $A \subseteq Y$.

Пусть $\bar{f}(x) = \min\limits_{y \in Y} f(x,y),\ x \in X$ - оптимальное (минимальное) возможное значение локальных потерь в условиях реализации внешних факторов $x \in X$. Примем для определенности $f(x,y) > 0,\ x \in X,\ y \in Y$ и перейдем от функции локальных потерь к функции относительных потерь

1. $$\rho(x,y) = \frac{f(x,y) - \bar{f}(x)}{\bar{f}(x)},\ x \in X,\ y \in Y.$$

Она характеризует величину проигрыша из-за использования при внешних факторах $x \in X$ элемента решения $y \in Y$ вместо элемента решения, оптимального для данных внешних факторов.

Примем, что при фиксированной многоэлементной стратегии $A \in Y$ каждому элементу внешнего множества сопоставляется тот из элементов стратегии $A \in Y$, которому отвечает наименьшее по сравнению с остальными элементами стратегии значение относительного проигрыша. Его номер задается целочисленной так называемой распределяющей функцией $E(x)$. Тогда значение относительного проигрыша при реализации внешних факторов x может быть записано как $\rho(x, y_{E(x)}),\ x \in X,\ y_{E(x)} \in A$ или

$\rho_{ij} \equiv \rho(x_{i,} y_j)$, где $x_i = x,\ j = E(x_i)$.

Эффективность $F(X, A, E(x))$ использования многоэлементной стратегии $A \in Y$ и распределяющей функции $E(x)$ для «обслуживания» всего внешнего множества X будем характеризовать максимальным (гарантирующим) или средним проигрышем на всей совокупности элементов множества X.

В первом случае будем говорить о гарантирующей многоцелевой системе (ГМС):

$$F = \max_{i=1,\ldots,n} \rho(x_i, y_{E(x_i)}).$$

Во втором случае будем говорить об интегральной многоцелевой системе (ИМС):

$$F = \sum_{i=1}^{n} \rho(x_i, y_{E(x_i)}),$$

или, если известна функция «важности» различных элементов внешнего множества $n(x_i) \equiv n_i,\ i = 1,\ldots,n$,

(1a) $$F = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} n(x_i)\rho(x_i, y_{E(x_i)})}{\sum\limits_{i=1}^{n} n(x_i)}.$$

Оптимальной будем называть пару $(A, E(x))$, минимизирующую гарантирующий или средний проигрыш МС при заданном числе элементов стратегии p.

Предлагается следующий алгоритм, объединяющий метод уверенных суждений с многоцелевым подходом, что позволяет ЛПР достаточно глубоко и обоснованно принять решение в условиях множественности политик выбора, представляющих собой внешнее множество X.

1) Формируется внешнее множество X, отображающее множество политик выбора, представляющее интерес для ЛПР. Для этого формируется полный набор возможных сочетаний групп важности используемых частных критериев и ЛПРом, в случае надобности, удаляются из него политики выбора, заведомо не представляющие интереса.
2) Для каждой политики выбора x из внешнего множества X методом УС решается задача принятия решений и формируются жёсткий и мягкий рейтинги, каждый из которых может рассматриваться ЛПРом как комплексный рейтинг каждого варианта решений из множества допустимых. В дальнейшем, под термином рейтингом, будем понимать любой из этих рейтингов, интересующих ЛПРа.
3) Для каждого политики выбора x из X из рассчитанных значений рейтинга для вариантов решения y из Y выбирается наименьшее и тем самым определяется оптимальный для данной политики выбора вариант решения $\bar{y}(x) \in Y$ и оптимальное значение рейтинга $\bar{f}(x)$.
4) По формуле (1) для каждой политики выбора входящей во внешнее множество рассчитывается значения функции локальной эффективности $\rho(x, y)$.
5) Решается задача оптимизации многоцелевой системы с сформированной функцией локальной эффективности при различном числе элементов многоэлементной стратегии
6) ЛПР, опираясь на внешние по отношению к решаемой задачи соображения, выбирает оптимальное количество элементов многоэлементной стратегии; тем самым определяется и сама оптимальная стратегия.

Литература

1. В. В. Малышев, С. А. Пиявский Метод “Уверенных суждений” при выборе многокритериальных решений, Известия РАН. Теория и системы управления, 2015, № 5, с. 90–101

2. Пиявский С.А. Об оптимизации сетей. Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1968, № 1. - с. 68-80.

3. Пиявский, С.А. Метод «уверенных суждений ЛПР» при принятии решений в условиях неустранимой неопределенности [Текст], Самара, СГАСУ, 2014. – 24 с

4. Кротов В.Ф, Пиявский С.А. Достаточные условия оптимальности в задаче об оптимальных покрытиях. Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1968, №2. с. 10 - 17.

5. Пиявский С.А., Брусов В.С., Хвилон Е.А. Оптимизация параметров многоцелевых летательных аппаратов. М. «Машиностроение», 1974. - 106 с.

6. Пиявский С.А. Оптимизация обобщенных многоцелевых систем, Онтология проектирования, т.5 №4(18), 2015 – с.411-428

И.В. Кузьмин, О.П. Солдатова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ ПЕРСЕПТРОННОГО ТИПА

(Самарский университет)

Целью данной работы является сравнение эффективности двух нейронных сетей персептронного типа. В сравнении были использованы многослойный персептрон и многослойный персептрон с дополнительным нечеткий слоем С – средних.

Нечеткий слой С – средних определяет степень принадлежности входного сигнала к одному из заранее заданных кластеров с помощью нечеткого алгоритма С – средних. Использование данного слоя в дополнение к персептрону позволяет получить корректное распределение входных данных в кластеры, а также однозначно определять данные на их границах.

Данный алгоритм основан на минимизации целевой функции вида:

$$J_m = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{C} u_{ij}^{m}\left\|x_i - c_j\right\|^2, 1 \le m < \infty$$

Где m – любое вещественное число больше 1, u_{ij} – степень принадлежности x_i в кластере j, x_i – элемент входных данных, c_j – центроид кластера [1]. На каждой итерации алгоритма происходит оптимизация вышеописанной функции применяя к u_{ij} следующую схему вычисления:

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{C}\left(\frac{\left\|x_i - c_j\right\|}{\left\|x_i - c_k\right\|}\right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}^{m}\cdot x_i}{\sum_{i=1}^{N} u_{ij}^{m}}$$

Остановка оптимизации произойдет если выполнится условие:

$$max_{ij}\left\{\left|u_{ij}^{(k+1)} - u_{ij}^{(k)}\right|\right\} < \varepsilon, 0 < \varepsilon < 1$$

где ε – критерий остановки оптимизации и k – шаг итерации.

В качестве входных данных были использованы коэффициенты разложения PSF размерности 15x206, в качестве выходных данных были использованы коэффициенты поля F параметров глаза человека с прибора OCULIZER аналогичной размерности.

В качестве алгоритма обучения многослойного персептрона использован алгоритм обучения учителем. Для корректировки весов персептрона использован метод обратного распространения ошибки [2]. Для активации нейронов использована сигмоидальная функция. Исходные данные были поделены на обучающую и контрольную выборку в соотношении 4:1

В качестве сравнения эффективности были использованы показатели среднеквадратичного отклонения (СКО) для обучающей и контрольной выборки (таблицы 1 и 2), а также на рисунках 1 и 2 приведены графики зависимостей входных данных от выходных данных в сравнении с контрольными данными.

Таблица 1. СКО для обучающей выборки

Эпоха обучения	СКО для обучающей выборки многослойного персептрона	СКО для обучающей выборки многослойного персептрона с дополнительным нечетким слоем
100	0.02970	0.01164
200	0.02723	0.00815
300	0.02640	0.00709
400	0.02597	0.00637
500	0.02571	0.00603
600	0.02553	0.00584
700	0.02540	0.00571

Таблица 2. СКО для тестируемой выборки

Тестируемый массив	СКО для контрольной выборки многослойного персептрона	СКО для контрольной выборки многослойного персептрона с дополнительным нечетким слоем
	0.00021	0.00020
2	0.00014	0.00014
3	0.00003	0.00004
4	0.00007	0.00003
5	0.00008	0.00004
6	0.00004	0.00001
7	0.00008	0.00002
8	0.00018	0.00003

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что дополнительный нечеткий слой повышает точность классификации многослойного персептрона. Однако, стоит заметить, что данные преимущества нечеткого слоя могут отличаться в зависимости от входных данных нейронной сети. Также уменьшается скорость обучения нейронной сети в связи с дополнительными вычислениями для кластеризации данных.

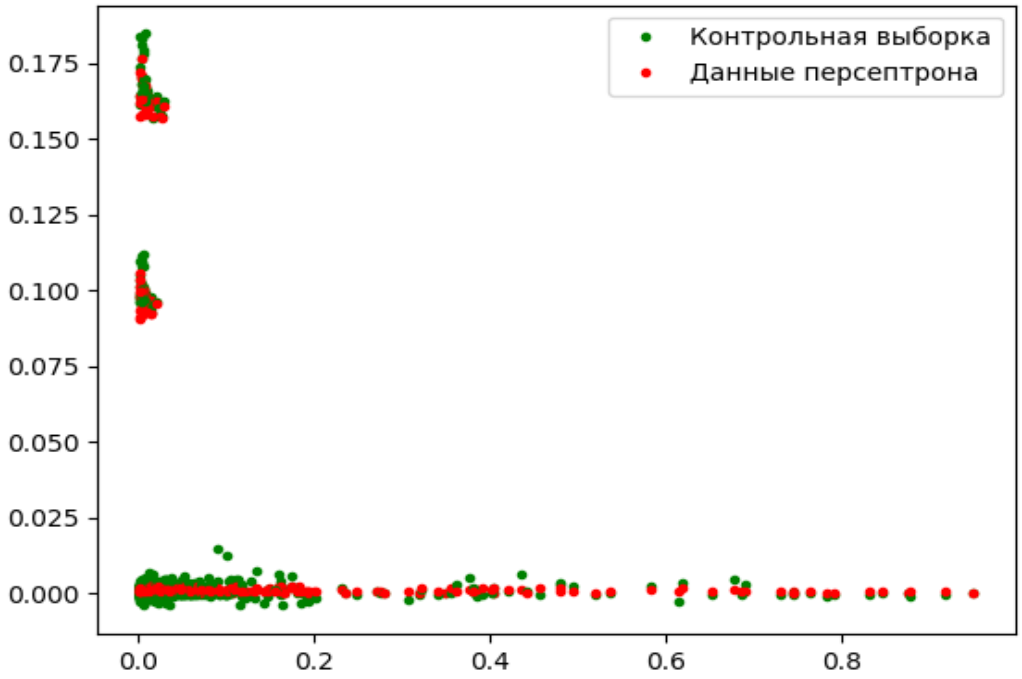


Рис. 1. Результаты классификации многослойного персептрона с дополнительным нечетким слоем и контрольная выборка

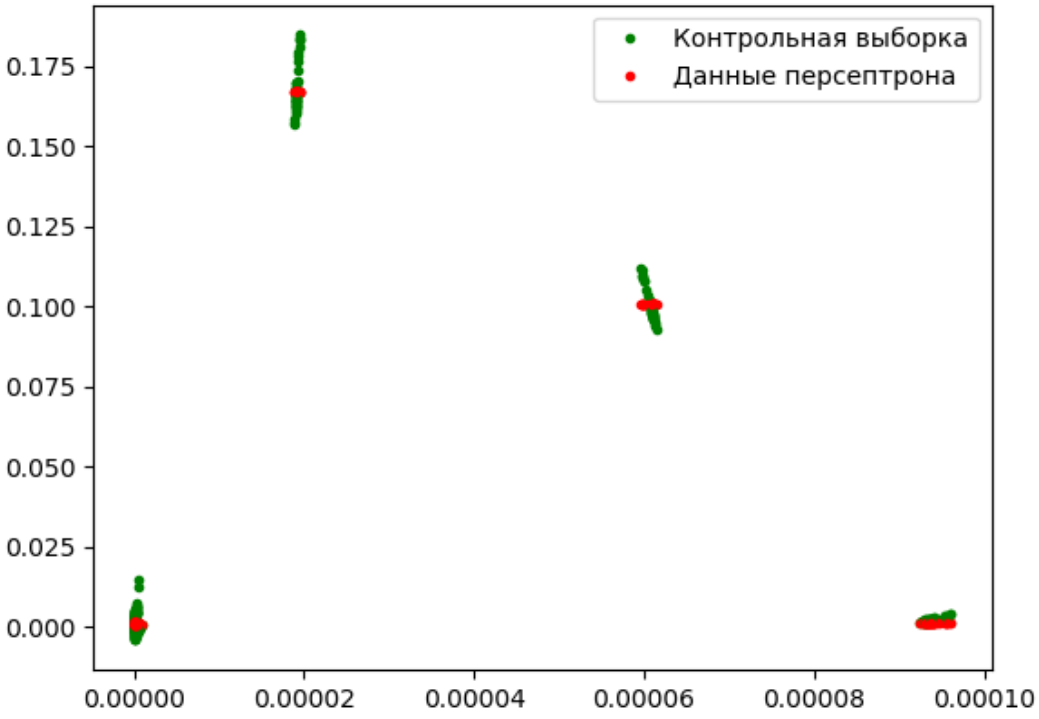


Рис. 2. Результаты классификации многослойного персептрона и контрольная выборка

Литература

1. Bezdek J. C., Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algoritms [Текст] / J. C. Bezdek// Plenum Press, – 1981.

2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С.Осовский – М.: Финансы и статистика, 2002 – 344 с.

А.В. Лагарникова, И.А. Сюсин

КОНЦЕПЦИЯ КОНСТРУКТОРА ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА УРОВНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

(Самарский университет)

Тестирование приложений – это важный этап в процессе разработки программных систем. На сегодняшний день существует большое количество методов тестирования, каждый из которых имеет ряд достоинств и недостатков, а также зависит от конкретных целей и не всегда может быть применим. Существуют два основных вида тестирования: ручное и автоматизированное. Как правило, ручное тестирование используется для проверки функциональности приложения с точки зрения пользователя, а автоматизированное - для проверки внутренней функциональности приложения [1, 2].

Условно тестирование мобильных приложений можно разбить на 3 уровня [3]:

1) Unit Tests Layer – уровень автоматизированных модульных тестов, написанных разработчиками.

2) Functional Tests Layer (Non-UI) – уровень тестирования бизнес-логики приложения с выполнением функциональных тестов.

3) GUI Tests Layer – уровень тестирования пользовательского интерфейса приложения с возможностью тестирования функционального уровня, выполняя операции, использующие бизнес-логику приложения.

В данной статье будет рассмотрен уровень GUI Tests Layer, а также возможность применения методов его автоматизации.

Автоматизированное тестирование не может в полной мере покрыть требования к пользовательскому интерфейсу [4]. Данная проблема является наиболее актуальной для тестирования мобильных приложений. В автоматизированном тестировании нет возможности исследовательского тестирования, которая есть в ручном тестировании. Целью исследовательского ручного тестирования является проверка сложных возможностей приложения, а именно поведение приложения при мультитач – взаимодействиях (тактильные особенности приложения), при всплывающих уведомлениях (баннеры, action-меню, системные уведомления), а также при открытии другого приложения поверх тестируемого, поведение приложения при заблокированном – разблокированном экране [5, 6]. Важно, что используются не заранее составленные тест-кейсы, как

в автоматизированном тестировании, а сценарии, сформировавшиеся в процессе исследовательского ручного тестирования. Ручное тестирование мобильного приложения позволяет выявить общие коэффициенты удобства использования, такие как согласованность, точность контента, внешний вид и функционирование при разных разрешениях или аспектах вращения устройства. Проблема ручного тестирования заключается в том, что тестировщик должен выполнять один и тот же тестовый сценарий многократно в процессе разработки приложения. При этом часто возникают ситуации, когда разработчик внес правки и некоторый функционал, ранее работающий корректно, перестал отрабатывать, либо разработчик внес правки, но сценарий так и не стал отрабатываться корректно. Автоматизация тестовых сценариев ручного тестирования позволит увеличить скорость разработки приложения, путем уведомления разработчика о возникших неполадках [7].

Для решения задачи автоматизации тестовых сценариев предлагается разработать конструктор построения автотестов мобильных приложений – программный инструмент, позволяющий считывать последовательности действий ручного тестировщика (в том числе и сложные аспекты приложения) при помощи логов (списков событий) приложения, записи этой последовательности в файл, который будет являться в дальнейшем тестовым сценарием для выполнения тестировщиком или разработчиком. С одной стороны, это позволит инженеру по тестированию облегчить процесс выполнения тестового сценария, так как ему достаточно будет только запустить систему, которая сама выполнит всю последовательность действий. В случае успешного прохождения система сообщит об этом разработчику. Если же в результате выполнения теста возникла ошибка, то система должна автоматически уведомить разработчика об возникшей ситуации. С другой стороны, это позволит программисту после внесения правок автоматически проверять корректность работы текущей версии приложения без участия тестировщика.

Задача разработки конструктора заключается в снижении трудоемкости написания тестов уровня GUI Tests Layer за счет автоматизации рутинных операций. Для этого необходимо внедрить автотесты, созданные с его помощью, в слой CI (Continuous Integration), который выполняет всю работу по сборке, развертыванию и тестированию приложения в тестовую среду проекта. В этом случае у каждого участника проекта (в основном у тестировщика и разработчика) будет возможность автоматически выполнить тестовый сценарий, ранее проделанный вручную тестировщиком, чтобы убедиться в том, что приложение работает корректно. Также данные автотесты будут полезны в дальнейшем при приемочном тестировании сборки, а также для составления отчета о выполненных работах тестировщика.

Концепция конструктора построения автоматизированных тестов для мобильных приложений на уровне пользовательского интерфейса позволит усовершенствовать процесс разработки мобильного приложения путем уменьшения трудозатрат ручных инженеров-тестировщиков, а внедрение конструктора

позволит увеличить скорость разработки приложения и ведения отчетности о выявленных проблемах.

Литература

1. Anthony I. Waaserman. Software engineering issues for mobile application development [TEXT] / Anthony I. Waaserman// FoSER '10 Proceedings of the FSE/SDP workshop on Future of software engineering research/.New York, NY, USA: ACM, 2010, pp. 397–400 (Дата обращения: 18.03.2018)

2. Ravi ram Chandra Nimbalkar. Mobile Application Testing and challenges it [TEXT] / Ravi ram Chandra Nimbalkar //International Journal of science and research, June 2015 (Дата обращения: 18.03.2018)

3. X. Wei, L. Gomez, I. Neamtiu, and F. Michalis. Malicious android applications in the enterprise: What do they do and how do we fix it [TEXT] / X. Wei, L. Gomez, I. Neamtiu, and F. Michalis // ICDE Workshop on Secure Data Management on Smartphones and Mobiles - SDMSM 2012 (Дата обращения: 18.03.2018)

4. Mobile Test Automation Tools [электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.testingexcellence.com/open-source-mobile-test-automation-tools/ (Дата обращения: 18.03.2018)

5. Mobile App Testing [электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.infoq.com/articles/mobile-app-testing-the-secret-to-the-perfect-app (Дата обращения: 11.03.2018)

6. The Testing Pyramid for Mobile [электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://saucelabs.com/resources/articles/whats-special-about-mobile-testing (Дата обращения: 11.03.2018)

7. Problems with Functional Test Automation [электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.utest.com/articles/5-problems-with-functional-test-automation-today (Дата обращения: 18.03.2018)

Д.В. Лещева[1], В.А. Семенова[2], С.В. Смирнов[2]

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

([1]Поволжский университет телекоммуникаций и информатики)
([2]Институт проблем управления сложными системами РАН)

Онтологический анализ данных (ОАД) представляет собой методический комплекс для выявления понятийной структуры исследуемой предметной области (ПрО) на основе эмпирических данных, представленных в виде соответствия «объекты-свойства» [1].

Для автоматизации ОАД в Институте проблем управления сложными системами РАН создается программная лаборатория OntoWorker (OW) [2] на широко распространенной платформе Excel, достоинство которой состоит не только в широчайших вычислительных возможностях, но и в уникальном качестве

соединения потенциала разработки пользовательских приложений и хранения данных. «Встроенный» в Excel объектно-ориентированный язык программирования - VBA (*Visual Basic for Applications*) – прост в освоении, а интегрированная среда разработки VBA-приложений по функциональности и удобству не уступает другим современным системам автоматизации программирования [3, 4].

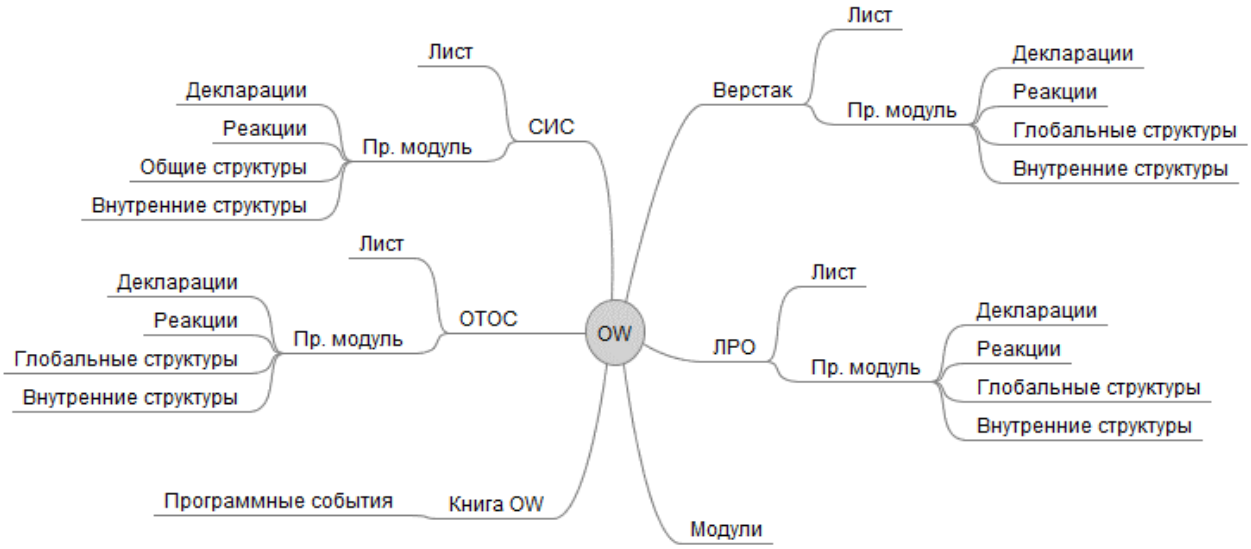
Алгоритмическое обеспечение и программный интерфейс OntoWorker'а обсуждался в [2, 5]. В данной работе представлен проект его пользовательского интерфейса, причем основное внимание уделено инструментам формирования пользователем-аналитиком системы свойств, измеряемых у объектов исследуемой предметной области [6]. Эта система - множество измеряемых свойств и отношений сосуществования на этом множестве - определяет все структуры, используемые в онтологическом анализе данных для репрезентации эмпирической информации: от исходной обобщенной таблицы «объекты-свойства» до однозначного формального контекста задачи вывода формальных понятий [1, 6].

Для ввода, редактирования и просмотра исходных данных, промежуточных и итоговых результатов их обработки OW оснащается современными средствами графического WIMP (*Windows, Icons, Menus, Pointers*)-интерфейса. Как обычно в Excel-приложениях в OntoWorker'е множество необходимых рабочих окон заменяется совокупностью стандартно управляемых листов книги-носителя приложения (в нашем случае – OW-книги; ее архитектура представлена на рисунке 1), которые связаны с различными этапами ОАД и размещают соответствующие информационные модели. На рабочих листах OW-книги интерфейс пользователя составляют специальные контекстное меню, формы и интерактивные диаграммы. Кроме того, пользователю доступно основное меню Excel, возможности которого в полном объеме реализуемы на незащищенных листах Верстак и ЛРО.

Контекстные меню вызываются процедурами обработки события «Щелчок правой кнопки мыши», но все позиции меню продублированы «горячими» клавишами. Табличная форма представления СИС и ОТОС [1, 6] определяет зоны соответствующих рабочих листов, где доступны надлежащие управляющие контекстные меню (см. рисунок 2).

Разработанный в соответствии с профессиональными рекомендациями [4] пользовательский интерфейс программной лаборатории для онтологического анализа данных функционально полон, но достаточно прост и интуитивно понятен пользователю-непрограммисту, особенно если он имеет опыт работы с Excel.

Для графического отображения основных результатов онтологического анализа данных – решетки формальных понятий и онтологии в форме таксономии классов объектов исследуемой ПрО, - дублирующего стандартное табличное представление результатов, вполне достаточно средств построения графических объектов и управления диаграммами в VBA.



- СИС – лист системы измеряемых свойств у объектов предметной области;
- ОТОС – лист обобщенной таблицы «объекты-свойства»;
- Верстак – рабочий лист для управления преобразованиями данных и представления результатов онтологического анализа;
- ЛРО – лист расширенного описания задачи для размещения текстов, рисунков и т.п.

Рисунок 1 – Интеллектуальная карта архитектуры OntoWorker’а

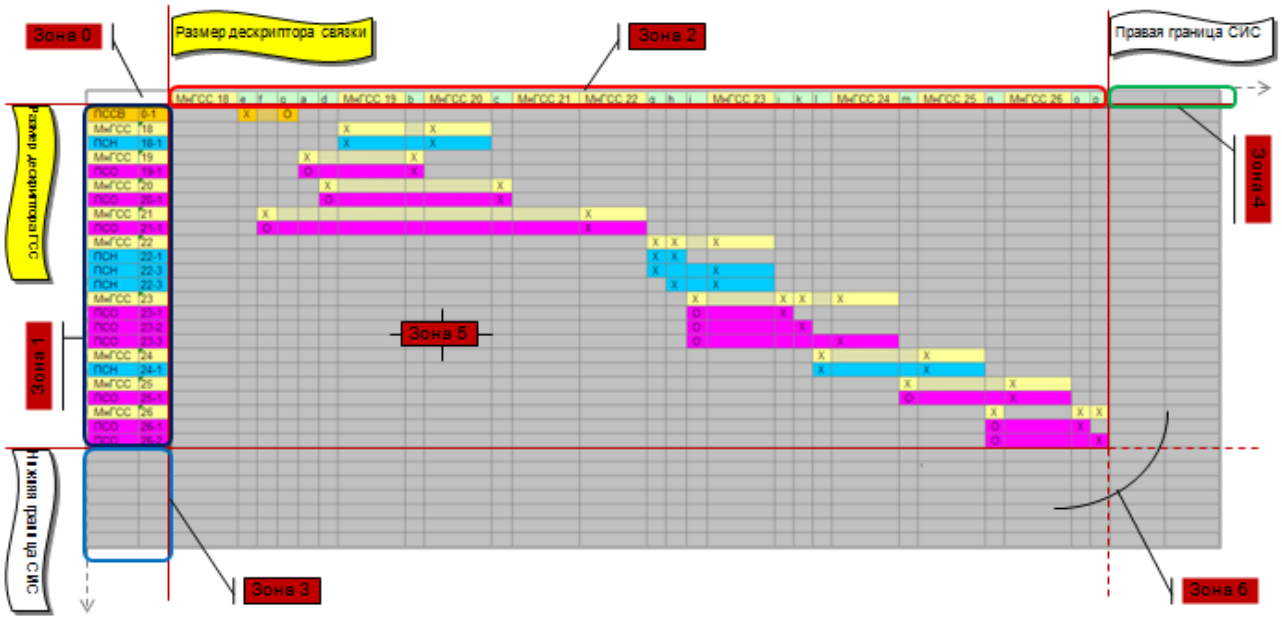


Рисунок 2 – Зонирование листа системы измеряемых свойств

Сохраняемая в OntoWorker’е возможность работать с главным меню Excel существенно расширяет возможности информационного моделирования в задачах онтологического анализа данных. Особенно это касается возможностей использования стандартных для Excel интерфейсов взаимодействия с другими приложениями при создании разнообразного контента листа ЛРО (комментирования, рисования, прикрепления различных документов, внедрения медиафайлов).

Литература

1. Самойлов, Д.Е. Анализ неполных данных в задачах построения формальных онтологий / Д.Е. Самойлов, В.А. Семенова, С.В. Смирнов // Онтология проектирования. - 2016. – Т. 6, №3(21). - С. 317-339. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-3-317-339.
2. Семенова В.А., OntoWorker: программная лаборатория для онтологического анализа данных / В.А. Семенова, В.С. Смирнов, С.В. Смирнов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XVII международной конф. (22-25 июня 2015 г., Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2015. - С. 382-393.
3. Демидова, Л.А. Программирование в среде Visual Basic for Applications: Практикум / Л.А. Демидова, А.Н. Пылькин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 175 с.
4. Уокенбах, Дж. Excel 2010: профессиональное программирование на VBA / Дж. Уокенбах. - М.: ООО «Вильямс», 2011. – 944 с.
5. Зубцов, Р.О., Алгоритмическое и программное обеспечение онтологического анализа данных / Р.О. Зубцов, В.А. Семенова, С.В. Смирнов // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2016): Материалы VI международ. науч.-тех. конф. (18-20 февраля 2016 г., Минск, Беларусь) / Редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУИР, 2016. – С. 83-88.
6. Самойлов, Д.Е. Модель ограничений существования свойств в онтологическом моделировании / Д.Е. Самойлов, В.А. Семенова, С.В. Смирнов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIX международной конф. (12-55 сентября 2017 г., Самара, Россия). – Самара: ООО «Офорт», 2017. - С. 468-473.

Е.О. Лефарова, А.В. Иващенко

КОНЦЕПЦИЯ БЮДЖЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА

(Самарский университет)

В условиях стремительного роста объемов информации руководителям государственных органов необходимо обладать компетенцией по анализу информационных потоков в целях принятия оперативных и эффективных управленческих решений.

Ситуационные центры призваны помочь руководителям из различных отраслей экономики или сфер государственного управления комплексно и оперативно решать возникающие управленческие задачи.

Бюджетное управление в рамках ситуационного центра включает в себя четыре стадии:

- планирование,

- выделение финансирования,
- исполнение
- контроль.

Бюджетирование невозможно без главной стадии – планирование. На данной стадии четко определяется состав плановых показателей, к которым относятся доходы, расходы, денежные поступления и выплаты на каждую сферу деятельности региона по отдельность.

Основываясь на стадии планирования происходит выделение средств, которые в дальнейшем профинансируют развитие сфер деятельности региона. В дальнейшем на этапе исполнения происходит оценка плана, которая показывает эффективность этапа планирования бюджетных средств.

В завершающей стадии применяется методика контроля исполнения финансовых планов, которая состоит из нескольких шагов: выявление и оценка отклонений, анализ причин отклонений, принятие управленческих решений. Контроль исполнения бюджета основывается на данных о значениях бюджетных показателей и осуществляется путем вычисления отклонений фактического значения бюджетного показателя от планового.

Для управления бюджетными средствами в рамках ситуационного центра применяется модель состояния региона, позволяющая системе выработать правильное управленческое решение социально-экономических проблем.

Описание модели. Состояние региона можно рассматривать в пространстве трёх основных координат: Сфера деятельности d_j , Район S_i, Индикатор W_k.

Состояние региона в целом зависит от состояния каждой из ячеек данной модели. Состояние ячейки определяется объемом средств, которые затрачены на ее развитие. Если расходная часть бюджета превышает сумму минимально необходимых затрат, то можно поставить задачу оптимизации распределения ресурсов по ячейкам куба, характеризующего состояние региона. Каждая из ячеек – это минимально допустимый объем бюджетных средств, выделяемых на финансирование j -й сферы деятельности с k-м индексом, и населением проживающем на k –й территории.

Система поддержки принятия решения, внедренная в систему ситуационного центра, работает следующим образом: руководитель вводит необходимые ему ключевые показатели, территорию и затрагиваемую сферу деятельности и получает несколько вариантов по распределению бюджетных средств по данному направлению. Предлагаемые варианты выдвигаются на основе имеющихся данных по освоению бюджета в какой-либо области и по теории ограничения Голдратта, подразумевающую вложение средств в тот объект, в который на данный момент нужно вложить меньше всего средств.

Тем самым, используя данную концепцию бюджетного управления в системе ситуационном центре будет решена главная задача руководителя региона по распределению и контролю бюджетных средств, которые не всегда распределяются эффективно в виду необъективной оценки ситуации в регионе.

Литература

1. Филиппович А.Ю. Интеграция систем ситуационного, имитационного и экспертного моделирования // ООО Эликс+. -2003. – 300 с.
2. Eliyahu M. Goldratt. Late Night Discussions on the Theory of Constraints // . – 1998 – 502с
3. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) // Project Management Institute. – 2008. – 464с.

А.В. Мазаев, И.В. Лёзина

РАСПОЗНАВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ СИМВОЛОВ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ BAM

(Самарский университет)

Задача распознавания символов, на сегодняшний день является распространенной. Определение номерных знаков, показаний с фотографий бытовых счётчиков, оцифровка бумажных документов – вот лишь малый спектр её применения. Одним из методов решения данной задачи является применение нейронной сети BAM.

Нейронная сеть BAM считается двунаправленным ассоциативным запоминающим устройством и обобщением нейронной сети Хопфилда[1][2] на случай двухслойной рекуррентной структуры, позволяющей запоминать множества двух взаимосвязанных векторов. Структура сети BAM представлена на рисунке 1[1].

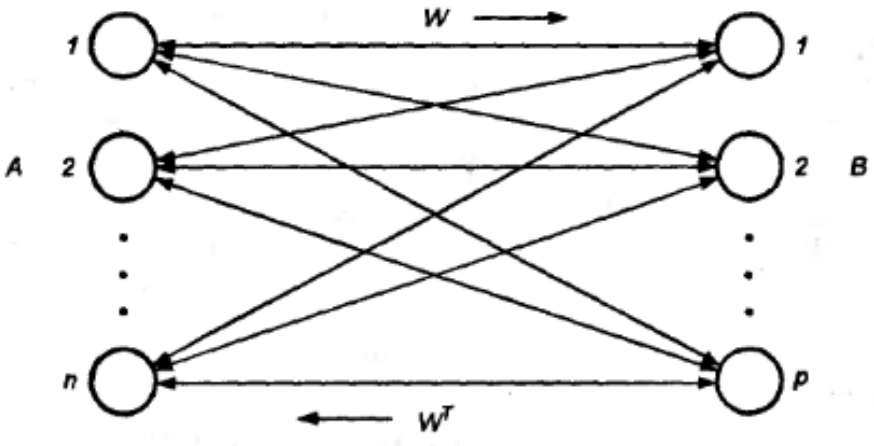


Рисунок 1 – Структура нейронной сети BAM

Функция активации нейронов имеет пороговый характер и может быть двоичной или биполярной. Также как и в случае нейронной сети Хопфилда обучение сети производится путем формирования матрицы весовых коэффициентов W, которая связывает обе части сети и является действительной и сим-

метричной. В соответствии с определением Б. Коско, матрица весов формируется на основе множества $\{(x_i, y_i)\}$, как матрица корреляции[1]:

$$W = \sum_{i=1}^{m} x_i^T y_i \qquad (1)$$

где

x_i – биполярное представление входного вектора A;

y_i – биполярное представление входного вектора B.

Процесс распознавания заключается в нахождении векторов x_f и y_f, свидетельствующих о достижении стабильного состояния сети.

На каждой промежуточной итерации процесса формирования векторов (x_k,y_k) можно сопоставить энергетическую функцию E_k, определяемую в виде выражения[1]:

$$E_k = -x_k W y_k^T \qquad (2)$$

где

$-x_k$ – биполярное представление входного вектора A;

y_k^T – биполярное представление входного вектора B;

W – матрица весовых коэффициентов.

Каждое очередное изменение состояния переходного процесса ведет к уменьшению значения энергетической функции, вплоть до достижения локального минимума. Этот минимум достигается за конечное количество итераций, и имеет значение минимума функции (2). При выполнении некоторых дополнительных условий парой становится одна из обучающих пар, участвующих в формировании матрицы W, которая наиболее подобна паре, определяющей начальное состояние.

Была разработана программа, реализующая работу нейронной сети BAM. Интерфейс программы представлен на рисунке 2.

Пользователь может обучать систему, а также распознавать символы, введенные в рабочие окна. Разработанная программа решает задачу распознавания печатных цифр от 0 до 9.

На рисунке 3 представлены примеры использования системы в режиме распознавания образов. После многократных тестирований программы с изображениями различной степени искажения, можно сказать, что процент удачных распознаваний составляет 85–90 %. Статистика велась по проценту верно распознанных образов.

Результаты работы нейронной сети BAM сходны с результатами работы нейронной сети Хопфилда [2] и нейронной сети Хемминга [3].

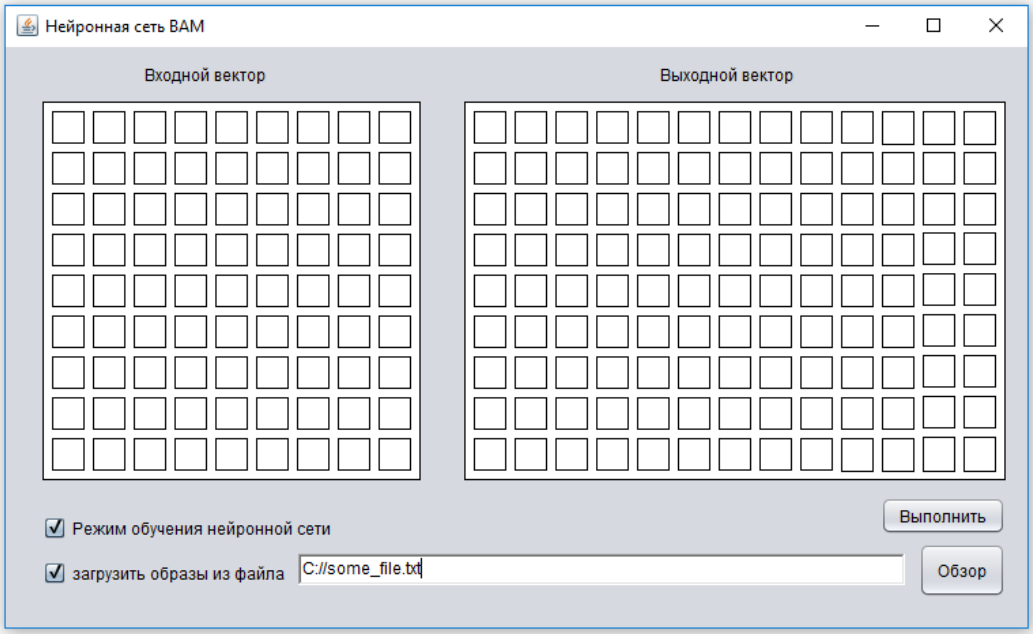


Рисунок 2 – Интерфейс программы

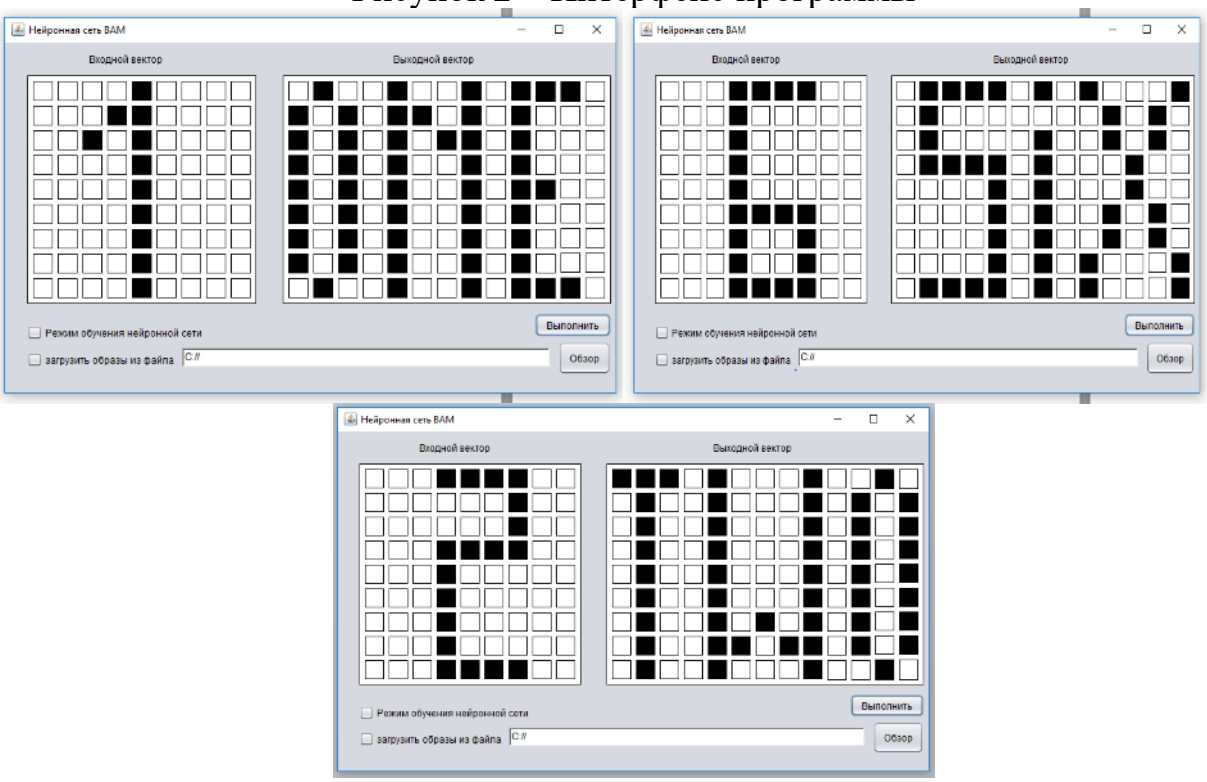


Рисунок 3 – Примеры использования программы
в режиме распознавания изображений

Литература

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.: ил.

2. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2014): труды международной научно-технической конференции. Лезина И.В., Мазаев А.В.

Автоматизированная система распознавания печатных символов нейронной сетью Хопфилда [Текст] /Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2014 – 534 с.

3. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015): труды международной научно-технической конференции. Том 1. Лезина И.В., Мазаев А.В. Распознавания печатных символов нейронной сетью Хемминга [Текст] /Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015 – 530 с.

А.Н. Максимов, Н.А. Максимов

РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОКЛАДКИ МАРШРУТА ПОЛЕТА ГРУППЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

(Московский авиационный институт)

За последние десятилетия накоплен большой опыт в разработке и применении беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для решения военных задач. Однако в настоящее время большое внимание стало уделяться исследованию возможности применения беспилотной авиации при чрезвычайных ситуациях, стихийных бедствиях, а также для обеспечения телекоммуникаций, метеорологических измерений, мониторинга трубопроводов, патрулирования границ, и других задач гражданского назначения [1].

Эффективность использования БЛА значительно повышается при организации групповых полетов. Однако наряду с этим, возникает сложная проблема, связанная с обеспечением управления полетом группы. В настоящее время оно осуществляется одним из двух способов [2]:

- автономное - по заложенной в памяти бортового компьютера программе полета;
- централизованное - с помощью одного или нескольких операторов, обеспечивающих оперативное планирование полета в реальном времени со стационарного или переносного пункта.

Однако и тот, и другой способ имеют свои недостатки. При автономном управлении не могут быть учтены возникающие в полете непрогнозируемые заранее изменения внешних условий, а также появление новых целей, исключена возможность при необходимости перепланирования действий. При быстром обновлении текущей полетной информации и большом ее объеме при централизованном способе управления, нагрузка на оператора возрастает многократно, и принятие им оперативного решения становится затруднительным. Таким образом, задача координации действий более одного БЛА является практически неразрешимой ни одним из этих двух способов.

В данной работе сделана попытка решить эту задачу комбинированным способом, при котором первоначальное планирование полета группы производится на земле до вылета, а оперативное перепланирование – бортовыми сред-

ствами БЛА. При этом считается, что все БЛА в полете поддерживают между собой связь и могут обмениваться информацией [3].

Исходные данные и постановка задачи

Одиночный полет

Заданы количество и координаты целей, которые надо разведать (отснять).

Заданы координаты начального положения БЛА, которые могут совпадать или не совпадать с координатами конечной точки маршрута БЛА.

Множество целей может быть представлено полносвязным графом, дуги которого имеют смысл времени полета БЛА от одной цели к другой.

В некоторых областях (известных априорно) имеются средства ПВО, которые могут уничтожить БЛА. Этот факт отражается в графе ребрами с очень большим весом (временем полета).

Надо создать алгоритм определения маршрута полета БЛА, при котором он облетает все цели за минимальное время, пролетая над каждой однократно.

Групповой полет

Заданы количество n и координаты целей и число m БЛА, причем m<n. Все или часть БЛА назначается для выполнения облета целей. Исходное расположение БЛА задано. Они могут вылетать из разных мест (1…3). Конечные пункты полета так же заданы.

В некоторых областях (известных априорно) имеются средства ПВО, которые могут уничтожить БЛА. Этот факт отражается в графе ребрами с очень большим весом (временем полета).

Необходимо разработать алгоритм решения задачи в замкнутом и разомкнутом вариантах, После гибели какого-либо БЛА, количество работоспособных БЛА уменьшается на единицу, а количество целей, которые надо отснять, на число уже отснятых к этому моменту.

Для завершения решения поставленной задачи предлагается повторно решать задачу для новых исходных данных: количество целей $n1=n-n_{отсн}$, где $n_{отсн}$ - количество уже отснятых целей. В качестве исходного положения БЛА брать их положение (координаты) на момент сбития, а конечные пункты полета остаются прежними. Процедура расчета проводится на всех БЛА.

В случае поражения следующего БЛА процедура пересчета маршрутов повторяется.

Критерий оптимизации – минимальное время разведки всех целей при использовании m, m-1, m-2….1 БЛА не должно превосходить некоторое наперед заданное время выполнения задачи $T_{зад}$. Дополнительно могут быть заданы ограничения по топливу для каждого БЛА (или по общей длине маршрута каждого БЛА).

Для решения задачи могут быть использованы результаты [4] в части реализации алгоритмов решения задачи коммивояжера с соответствующими дополнениями и ограничениями.

Алгоритм решения задачи многих коммивояжеров

Как было описано выше, гарантированный маршрут возможен только при полном переборе. Поэтому данный способ является весьма не эффективным по времени. Максимум что можно сделать это попытаться найти как можно более близкое к оптимальному решение. Для выполнения поставленной цели было предложено применить эвристический алгоритм [4], так как другие алгоритмы, например полного перебора или деревьев поиска, не выполняют поставленную задачу за приемлемое время. Разработанный эвристический метод представляет комбинацию метода статистических испытаний [5] и еще нескольких других эвристических алгоритмов. Поскольку предполагается большое количество испытаний, то среди них потребуется найти лучшее. Чтобы это сделать, необходимо ввести метрику. В данном случае лучше всего представить значение метрики для данного решения как произведение суммы длин всех путей $-J_1$ на длину максимального пути - J_2, где каждый множитель еще возводится в степень важности данного критерия, который задается пользователем.

$$J = J_1^{\alpha_1} * J_2^{\alpha_2}$$

Суть самого алгоритма будет заключаться в следующем: составляется случайное решение для многих коммивояжеров, и оно считается ответом на задачу. Потом его пытаются улучшить либо подбирают другое, которое будет лучше. Если в течение заранее определенного числа итераций значение метрики не становится лучше, то это означает, что было подобрано максимально успешное решение и его надо принять за искомое. В каждой итерации алгоритма сначала генерируются 3 случайных числа, в зависимости от которых будут применены различные алгоритмы к текущему лучшему решению. В зависимости от величины первого случайного числа, принимается решение о генерации нового ответа на задачу, либо на улучшение текущего. Если было предложено сгенерировать новое решение, то в зависимости от второго случайного числа выбирается, либо новое случайное, либо новое жадное решение. При случайном выборе все точки облета случайным образом делятся между БЛА, также выбирается порядок облета. При "жадном" решении распределение тоже случайное, но облет происходит "жадным" путем, то есть всегда к самому ближайшему. При генерации решения с лучшей метрикой происходит обновление решения. Если было предложено улучшить текущий путь, то в зависимости от значения третьей величины выбирается один из двух алгоритмов улучшения. Каждый из них основывается на том, чтобы в пути следования коммивояжера поменять порядок облета точек и посчитать значение метрики. При улучшении метрики лучшее решение обновляется. Отличаются эти два решения тем, что в одном из них вершины меняются местами через одну, а в другом друг за другом.

При большом количестве итераций (примерно 500) можно говорить о том, что было получено примерно лучшее решение. Но в контексте нашей задачи приходится учитывать еще и дальность полета БЛА. Чтобы решить данную проблему, было предложено после работы алгоритма проверять длины всех пу-

тей облета на наличие превышения предполагаемой дальности. Если данное решение не удовлетворяет дальностям самолетов, то предполагается запустить алгоритм заново и так до тех пор, пока не будет найдено подходящего решения. Возможно, такого решения не будет и тогда алгоритм зациклится и следует ограничить этот поиск разумным числом итераций поиска.

Данное решение не является оптимальным, так как, если не найдется пути, учитывающего дальности всех БЛА, то решение вообще не будет построено. Его можно было бы улучшить следующим образом; после каждой итерации, возможно, следует менять параметры метрики, чтобы построение путей отличалось от предыдущей итерации. Также возможно удалить из путей облета вершины, которые мешают БЛА облететь точки в пределах заданной дальности. Можно для каждой точки рассчитывать сумму расстояний до всех точек, и тогда вершины графа с максимальным значением суммы будут, скорее всего, отдалены больше всех от основного скопления точек. Такие вершины можно удалить из графа. Что касается самих эвристических алгоритмов, к ним можно добавить еще один. Перемещая точки облета из одних путей в другие можно получить решение с лучшей метрикой. Таким образом, в перспективе можно реализовать данные улучшения, что позволит повысить качество работы алгоритма.

Литература

1. Моисеев В.С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами: монография. – Казань: ГБУ «Республикан-ский центр мониторинга качества образования» (Серия «Со-временная прикладная математика и информатика»). – 768 с.

2. Mirzoyan L.A., Lashchyov A.Ya. New approach to longitudinal motion's flight control system design. Сборник докладов EUCASS - European Conference for Aerospace Sciences, 2005.

3. Шевцов В.А., Бородин В.В,, Крылов М.А.. Построение совмещенной сети сотовой связи и самоорганизующейся сети с динамической структурой. Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 85 www.mai.ru/science/trudy/

4. Казак А.А Моделирование сложных процессов железнодорожного и автомобильноготранспорта на основе использования задачи коммивояжера. Диссертация на соискание степени к.т.н. Научный руководитель проф., д.т.н. Лабах А.А. Ростов-на-Дону, 2009 г.

5. Максимов Н.А., Подлипьян П.Е. Многофазный алгоритм решения задачи планирования полета группы беспилотных летательных аппаратов Электронный журнал «Труды МАИ» Вып.№43, 2011, с. 61-67

Д.Е. Мишутин, Е.В. Симонова

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ГРУППИРОВКИ МКА НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

В настоящее время расширяется сфера применения данных, получаемых из космоса. Одной из перспективных тенденций в космической отрасли является создание многоспутниковых орбитальных группировок, состоящих из малых космических аппаратов (МКА), способных значительно расширить нишу потребительских сервисов по сравнению с реализуемыми в настоящее время [1]. Для обеспечения целевого функционирования создаваемых орбитальных группировок и повышения качества предоставляемых услуг необходимо использовать современные схемы взаимодействия с потребителями в сочетании с организацией эффективного планирования и управления ресурсами группировки МКА в режиме реального времени.

Постановка задачи

Пусть имеется некоторое число космических аппаратов (КА). Для каждого КА известно расписание видимости для районов наблюдений (РН) и пунктов приема информации (ППИ). Необходимо составить оптимальное, с точки зрения целевой функции, расписание съемки РН и дальнейшего сброса информации на ППИ. Целевая функция вычисляется по следующей формуле:

$$C = \frac{1}{m}\sum_j^m \left(a_1 \left(1 - \frac{\tau_j}{\tau_{max}}\right) + a_2 \left(1 - \frac{r_j}{r_{max}}\right)\right) \rightarrow max, \quad (1)$$

где m – количество районов наблюдения,

τ_j – оперативность получения снимка j-го района наблюдения на ППИ,

r_j – разрешение снимка j-го района наблюдения,

τ_{max} – предельное время хранения снимка,

r_{max} – предельно допустимое разрешение снимка,

$a_1 + a_2 = 1$, – весовые коэффициенты.

Полученное расписание должно удовлетворять следующим ограничениям:

1) наличие видимости между КА и районом наблюдения при съемке;
2) наличие видимости между КА и ППИ при передаче информации;
3) наличие свободного места в бортовом запоминающем устройстве КА;
4) согласованность времени съемки и передачи снимка;
5) отсутствие пересечений в расписании КА и ППИ (запрещается одновременно выполнять несколько операций).

Для решения поставленной задачи был разработан модуль планирования с использованием мультиагентного подхода. Мультиагентные системы пред-

ставляют собой системы, состоящие из множества взаимодействующих вычислительных элементов, известных как агенты. Агенты – это компьютерные системы с двумя важными свойствами. Во-первых, они, по крайней мере, в некоторой степени способны к автономным действиям, решив для себя, что им нужно сделать, они выполняют свои задачи. Во-вторых, они способны взаимодействовать с другими агентами – не просто в виде обмена данными, а путем использования аналогов вида социальной деятельности: сотрудничество, координация, переговоры, и т.п. [2].

Для каждой сущности в системе (КА, ППИ, РН) создается отдельный агент. Также создается агент сцены, который осуществляет управление планированием. Процесс планирования можно разделить на два этапа: плоское планирование и проактивное планирование.

Плоское планирование

На этапе плоского планирования все агенты РН помещаются в очередь. В каждой итерации агент сцены выбирает несколько РН для планирования. Планирование происходит по следующему алгоритму:

1. РН получает разрешение на начало планирования от агента сцены.
2. РН запрашивает у КА варианты съемок, состоящие из временных интервалов съемки и сброса.
3. Если у КА нет свободных интервалов видимости данного РН, то он отправляет сообщение о невозможности проведения съемки. Иначе пункт 4.
4. КА запрашивает у ППИ возможные интервалы сброса с учетом времени съемки.
5. Из предложенных вариантов КА выбирает ближайший интервал сброса и отправляет сообщение с вариантом съемки РН.
6. Из полученных вариантов съемки РН выбирает лучший, с точки зрения ЦФ и пытается его зафиксировать.
7. Если операции съемки и сброса применяются успешно, то для данного РН планирование считается завершенным на данном этапе.
8. Если одна из операций не может быть применена (например, интервал съемки или сброса уже занят другой операцией), то все изменения отменяются и РН остается не запланированным.

На рисунке 1 представлена полная схема переговоров агентов на этапе плоского планирования.

На данном этапе все принятые решения являются окончательными, т.е. один РН не может вытеснить другой. После того, как все РН пройдут через стадию плоского планирования, начинается этап проактивного планирования.

Проактивное планирование

На данном этапе агенты РН пытаются улучшить расписание, полученное на этапе плоского планирования. Как и при плоском планировании, агенты РН помещаются в очередь и ожидают разрешения от агента сцены. После получения разрешения РН запрашивает у всех КА варианты возможных перестановок. Ответ от КА содержит информацию о возможном времени съемки и сброса,

оценку для значения ЦФ и список РН, с которыми возникает конфликт при данной перестановке. РН выбирает лучший из предложенных вариантов и пытается разрешить конфликты. Для этого он предлагает другим РН изменить свое расписание (в том числе, остаться незапланированными). При этом РН получает штраф в размере суммы потерь ЦФ вытесняемых РН. В случае если ЦФ осталась положительной, то все перестановки применяются, в противном случае расписание возвращается к первоначальному состоянию.

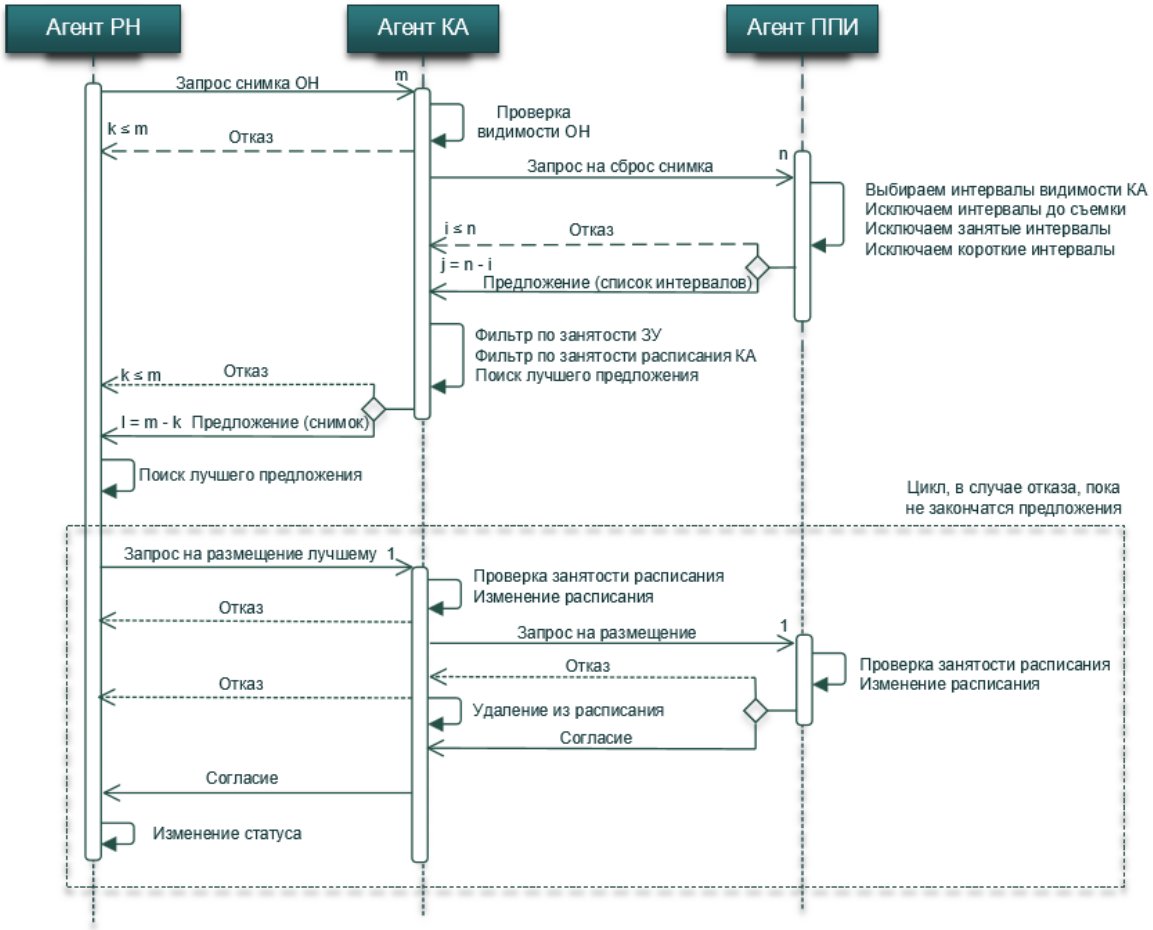


Рисунок 1 – Схема переговоров агентов на этапе плоского планирования

После того, как очередь опустеет, происходит проверка на наличие изменений в данном цикле планирования. При наличии изменений все РН снова помещаются в очередь и процесс повторяется. В противном случае планирование считается завершенным.

Заключение

Был разработан алгоритм планирования на основе мультиагентного подхода. Данный алгоритм не гарантирует нахождение оптимального решения, но позволяет найти решение, приближенное к оптимальному, за короткий промежуток времени, а также реагировать на изменения в системе без необходимости полного перепланирования.

Литература

1. Жиляев А.А., Мирошников Д.Ю., Мишутин Д.Е. Мультиагентное планирование целевого применения группировки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли // Сборник статей VI научно-технической конференции молодых учёных и специалистов Центра управления полётами, 07-09 апреля 2016 г. – Королев: ЦНИИмаш, 2016. – С. 313-320.

2. Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002, paperback, 366 pages, ISBN 0-471-49691-X.

М.М. Мухитдинов, Г.О.Кулдашев

ОПТОЭЛЕКТРОННОЕ ДВУХВОЛНОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ МАТЕРИАЛОВ

(НТО радиотехники, электроники и связи Республики Узбекистан)

Бурное развитие оптоэлектроники и её элементной базы, создание новых высокоэффективных полупроводниковых источников излучения в ближней ИК- области спектра создают предпосылки для разработки высокочувствительных и точных, надежных приборов контроля влажности различных материалов [1].

В спектральном диапазоне 1.9-2.1 мкм имеются линии поглощения паров воды, CO2 и других газов [2].

Оптоэлектронное устройство для контроля влажности основано на различии коэффициентов поглощения ИК- излучения сухих и влажных материалов. Нами разработано двухволновое оптоэлектронное устройство для контроля влажности материалов, в качестве источников излучения использованы светодиоды LED19-PR, имеющие типичный максимум длины волны излучения 1.95 мкм (I = 150 мА, f = 0.5 кГц, Q = 2).

На рис.1. приведена блок схема оптоэлектронного двухволнового устройства для контроля влажности материалов.

Здесь 3Г-задающий генератор, РИ- делитель импульсов, ЭК1, ЭК2 – первый и второй экстр ключи, ИД1, ИД1-излучающий диод на опорной длине волне, ИД2 излучающий диод на измерительной длине волны, КО- контролируемый объект, ФП- фотоприёмник, МШ- малошумящий усилитель, УН- усилитель напряжения, АК- аналоговый коммутатор.

На рис. 2 приведены временные диаграммы работы оптоэлектронного двухволнового устройства для контроля влажности материалов.

Устройство работает следующим образом: задающий генератор - 3Г вырабатывает последовательность прямоугольных импульсов, длительность импульсов которых составляет 2 мс, а длительность паузы составляет 3мс, частота повторения - 100Гц (рис.2.а).

Эти импульсы с помощью делителя импульсов - РИ разделяется на два канала (рис.2. г,д), разделенными импульсами управляют соответствующие электронные ключи ЭК1 и ЭК2. Сформированные прямоугольные импульсы с выхода ЭК1 подаются на вход опорного излучающего диода ИД1, который через него создает импульсный ток и соответственно приводить к излучению светового потока на опорной длине волне $\hat{O}_{0\lambda 2}$ прямоугольный формы, а прямоугольный импульс ЭК2 подается на вход измерительного излучающего диода ИД2, в следствие которого ИД2 излучает световой поток на измерительной длине волны прямоугольной формы.

Сформированными потоками $\Phi_{0\lambda 1}$ и $\Phi_{0\lambda 2}$ облучается контролируемый объект - КО, при этом прошедшие потоки излучения через контролируемый объект - КО согласно закону Бугера- Ламберта-Бера следующим образом

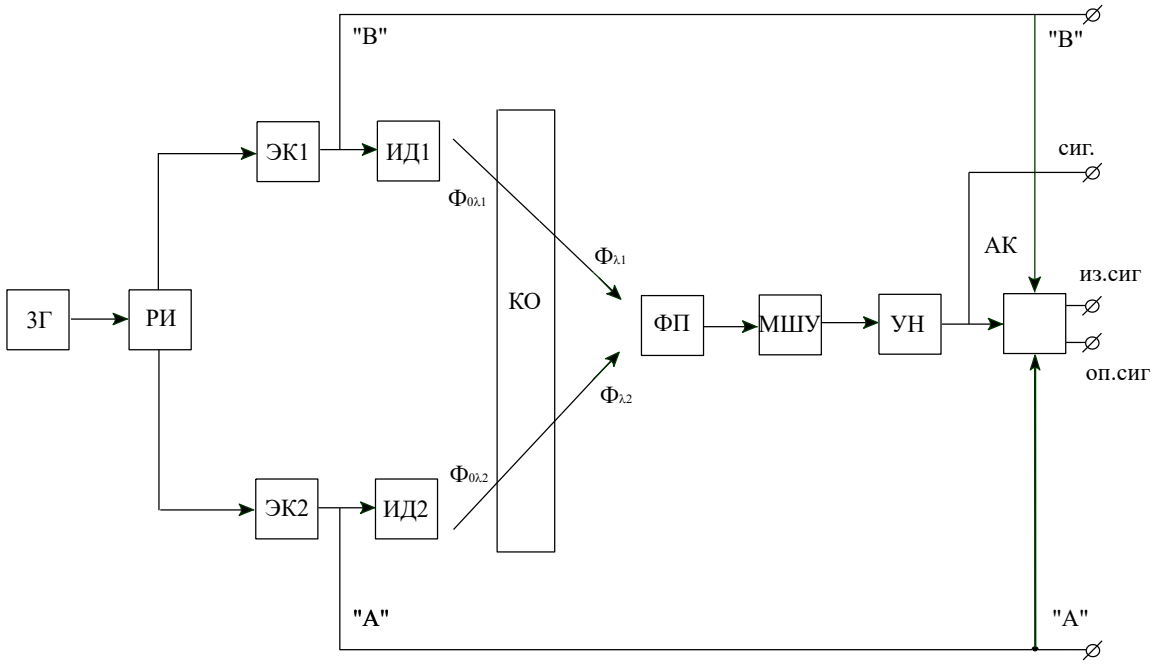


Рис. 1. Блок схема оптоэлектронного двухволнового устройства для контроля влажности материалов

$$\begin{cases} \Phi_{\lambda 1} = \Phi_{0\lambda_2} e^{-k_1 m_1} \\ \Phi_{0\lambda 1} e^{-k_1 m_1} \cdot e^{-k_2 m_2} \end{cases} \quad (1)$$

где: $\Phi_{0\lambda 1}$ - начальный поток на опорной длине волне; $\Phi_{0\lambda 2}$ - начальный поток на измерительной длине волне; $\Phi_{0\lambda 1}$ - прошедший поток через контролируемый объект на опорной длине волне; $\Phi_{0\lambda 2}$ - прошедший поток через контролируемый объект на измерительной длине волне; k_1 - коэффициент рассеяния контролируемого объекта; m_1 - масса контролируемого объекта; k_1 - коэффициент поглощения молекула воды; m_2 - масса влаги.

Эти потоки воздействует на фотоприемнике ФП, на выходе которого формируется соответствующие фотоэлектрические сигналы (рис.2.е). Из - за приема одним и тем же фотоприемником опорного и измерительного потока излучения выходной сигнал фотоприемника описывается выражением:

$$\begin{cases} U_1 = K_{ФП} \Phi_{0\lambda 1} = K_{ФП} \Phi_{0\lambda 1} e^{-k_1 m_1} \\ U_1 = K_{ФП} \Phi_{0\lambda 2} = K_{ФП} \Phi_{0\lambda 2} e^{-k_1 m_1} \cdot e^{-k_2 m_2} \end{cases} \quad (2)$$

где $K_{ФП}$ - коэффициент преобразования фотоприемника.

Сформированный фотоэлектрический сигнал с выхода фотоприемника подается на вход малошумящего усилителя МШУ, выходной сигнал которого усиливается усилителем напряжения УН и подается на вход аналогового коммутатора АК на котором с помощью синхросигналов «А» и «В» разделяет опорный и измерительный сигналы на отдельные каналы (рис.2.ж,з).

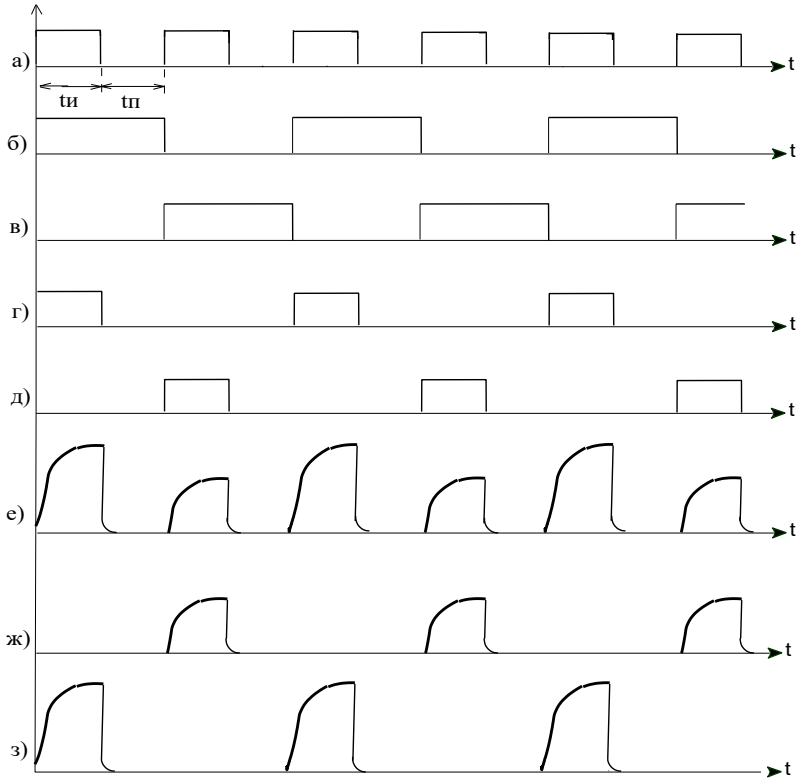


Рис. 2. Временные диаграммы оптоэлектронного двухволнового устройства для контроля влажности материалов

В дальнейшем разделенные сигналы соответствующих на опорных и измерительных потоков излучений с помощью АЦП преобразуются в цифровые сигналы. Соответствующие цифровые сигналы опорного и измерительного потоков излучения обрабатывается микропроцессорами, на выходе которого формируются цифровые сигналы, которые являются пропорциональным влажности контролируемого объекта.

Основываясь на вышесказанном была разработана опытная установка для двухволнового контроля влажности материалов. Блок-схема работы опытной установки приведена на рис. 3:

Описание общего алгоритма работы, который представлен на рисунке 3, следующий. Чувствительный первичный преобразователь, состоящий из двух оптронов, в непрерывном режиме снимает показания для опорной волны и волны, прошедшей через испытуемый материал. Эти данные поступают на устройство сопряжения, где при помощи АЦП оцифровываются итоговый пакет данных вместе со служебными данными. В качестве устройства сопряжения использованы 8-канальные модули аналогового ввода I-7017, совместимые с протоколом ADAM-4000.

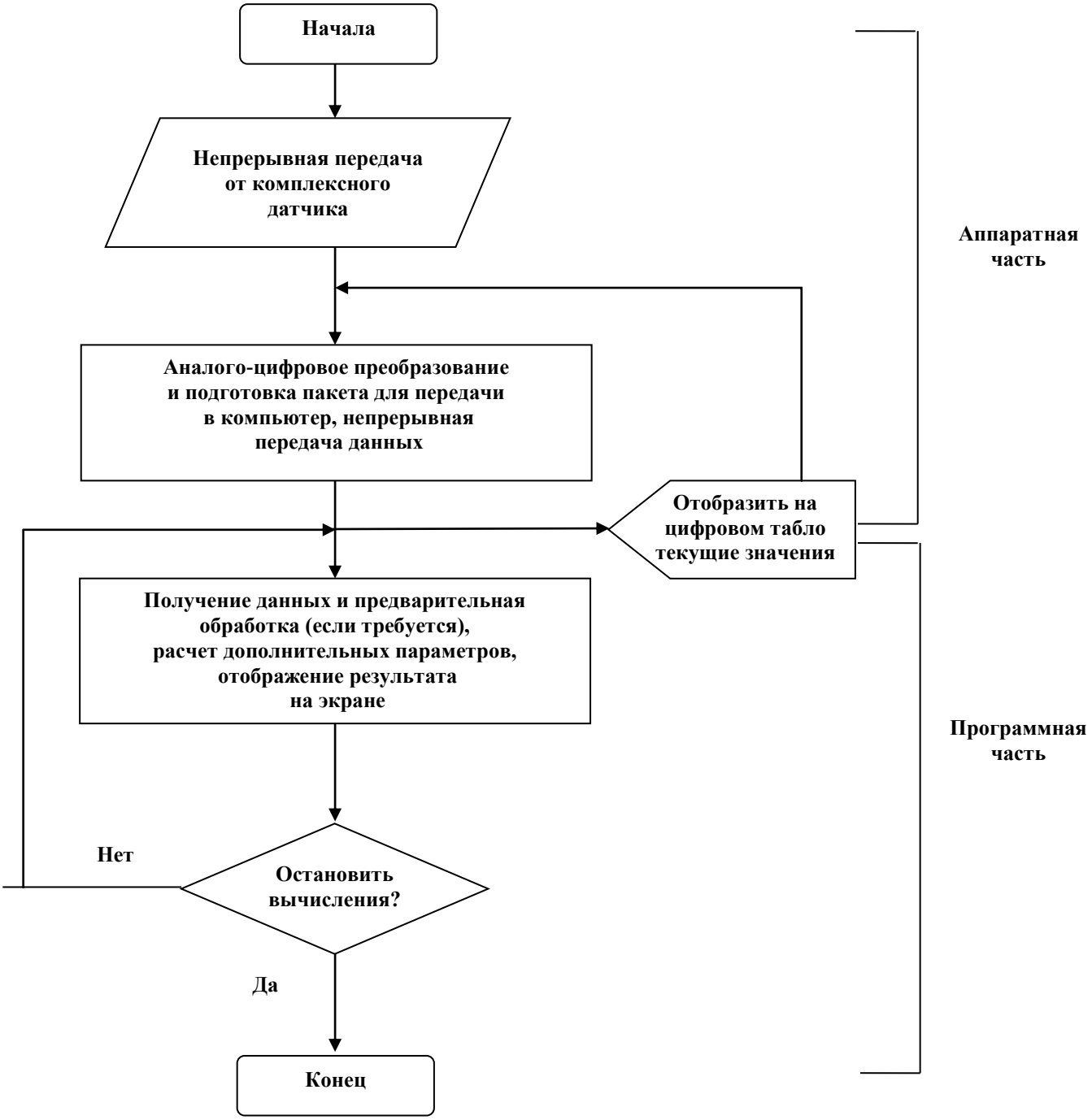


Рис. 3. Общий алгоритм работы программно-аппаратной части опытной установки для контроля влажности материалов

Параллельно с процессом передачи пакета данных на ПК может быть реализовано отображение значений на цифровом табло устройства. Поступивший в ПК пакет предварительно разделяется на два массива данных при помощи ПО. На основе этих массивов и справочных данных о необходимых коэффициентах в оперативной памяти также рассчитывается значение влажности, а также строится графическая кривая изменения значений.

На рис.4 приведена экранная форма программного обеспечения, разработанного в среде Trace Mode 6:

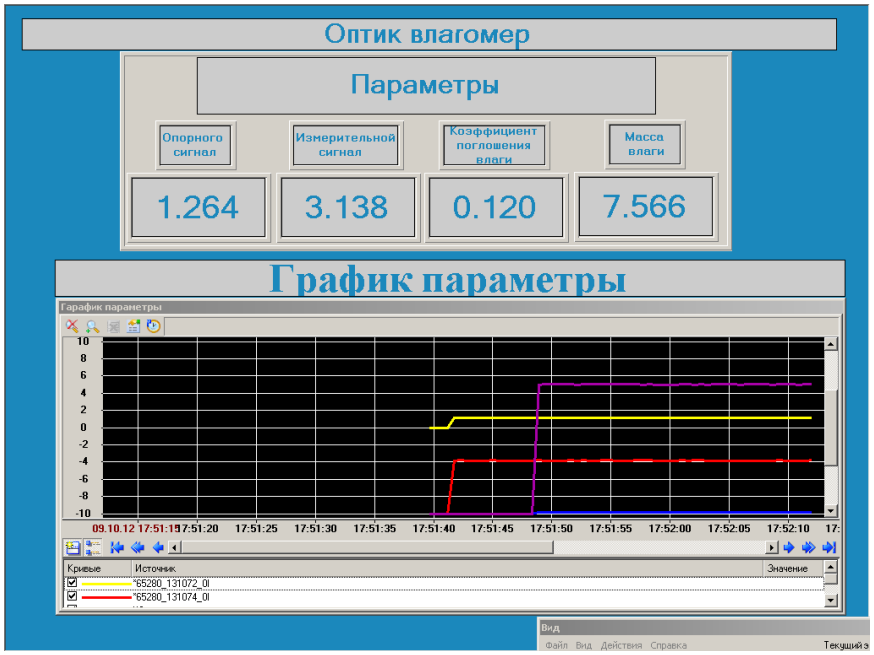


Рис. 4. Экранная форма программного обеспечения

Литература

1. Рахимов Н.Р., Жмудь В.А., Трушин В.А., Рева И.Л., Сатволдиев И.А. Оптоэлектронные методы измерения и контроля технологических параметров нефти и нефтепродуктов. // Автоматика и программная инженерия. 2015 , №2 (12). С. 85–105.

2. Данилова Т.Н., Журтанов Б.Е., Закгейм А.Л., Ильинская Н.Д., Именков А.Н., Сараев О.Н., Сиповская М.А., Шерстнев В.В., Яковлев Ю.П. Мощные светодиоды, излучающие в области длин волн 1.9-2.1мкм. // Физика и техника полупроводников. 1999, том 33, вып. 2. С. 239–242.

М.М. Мухитдинов, Г.О. Кулдашев

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ АТМОСФЕРНЫХ ГАЗОВ НА ОСНОВЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

(Ташкентский государственный технический университет)

Процессы измерений и последующего анализа полученных результатов являются наиболее важными составляющими любого исследовательского эксперимента. Поэтому измерительные приборы всегда будут занимать важное место в развитии человечества. Измерительная техника претерпела множество этапов развития – от простейших электроскопов и вольтметров до сложнейших осциллографов и спектральных анализаторов.

С развитием информационных технологий наметился новый уровень эволюции измерительной техники, когда у приборов и датчиков появилась возможность соединиться с персональным компьютером. Теперь задача исследования, например, давления, напряженности электромагнитного поля или любой другой физической величины, сводится к исследованию цифрового сигнала на компьютере. Вычислительные способности современного персонального компьютера (ПК) позволяют производить сложнейшие преобразования и манипуляции с данными. Поэтому это дает возможность не только измерять исследуемый сигнал, но и накапливать его значения, хранить бесконечно долго полученный массив данных, производить косвенные преобразования, строить графические зависимости и т.д. Все эти дополнительные функции реализуются при помощи специально разработанного программного обеспечения, которое получает анализируемый сигнал от подключенного устройства.

Таким образом, наметившаяся тенденция привела к введению такого понятия, как компьютеризированный прибор. Компьютеризированный прибор – это комплексное средство измерений, которое построено на базе персонального компьютера и состоящего из подключаемых к компьютеру плат сбора данных и программного обеспечения для сбора, обработки и представления измеряемых данных в удобном для пользователя виде.

Главным отличием любого компьютеризированного прибора от реального является то, что компьютеризированный прибор способен заменить большое количество аппаратных элементов реального прибора. Отсюда можно сделать вывод, что возможности компьютеризированных приборов зависят от возможностей программного обеспечения, поэтому функциональность может быть расширена или же легко адаптирована к конкретной исследовательской задаче. Данная технология позволяет проводить адаптацию приборов без замены аппаратной части, используя возможности математического аппарата, среды программирования, операционной системы и компьютерных технологий, что оказывается невозможным при использовании традиционных приборов. Таким образом, именно гибкость технологии компьютеризированных приборов приводит к существенному расширению функциональности создаваемой системы

при одновременном уменьшении ее стоимости. Совмещение в ПК возможностей быстрой цифровой обработки данных, полученных от датчиков, при помощи внешних преобразователей и программного обеспечения информации с качественным одновременным отображением результатов этой обработки, делает систему компьютеризированных средств измерений на базе ПК одним из основных инструментов для измерений.

Целью настоящей работы являлось создание устройства для измерения концентраций атмосферных газов на основе персонального компьютера.

Бурное развитие оптоэлектроники и её элементной базы, создание новых высокоэффективных полупроводниковых источников излучения в ближней ИК- области спектра создают предпосылки для разработки высокочувствительных и точных, надежных приборов контроля измерения концентраций атмосферных газов [1].

Впервые метод измерения концентраций атмосферных газов, использующий избирательное поглощение газами оптического излучения, предложил Счетлэнд [2].

Метод заключается в том, что информация о концентрации исследуемого газа извлекается из сравнения двух регистрируемых оптических излучений с разными длинами волн. Длина волны один из которых лежит в максимуме спектральной полосы поглощения анализируемого газа – измерительная длина волны, а другой – в не полосы поглощения анализируемого газа – опорная длина волны. При этом на измерительном потоке излучения избирательное поглощение анализируемом газом велик, а на опорном – отсутствует. Счетлэнд данный метод назвал методом дифференциального поглощения рассеянной энергии. В литературах применяют также термин «метод двухволнового дифференциального поглощения» или просто «двухволновой метод».

На основе двухволнового метода прошедшие через газовую камеру потоки излучения $\Phi_{\lambda 1}$ и $\Phi_{\lambda 2}$ согласно с законом Бугера – Ламберта – Бера описываются как:

$$\begin{aligned} \Phi_{\lambda 1} &= \Phi_{0\lambda 1} e^{-k_1 N_1 L} \cdot e^{-k_2 N_2 L} \\ \Phi_{\lambda 2} &= \Phi_{0\lambda 2} e^{-k_1 N_1 L} \end{aligned} \qquad (1)$$

где: N_1 – концентрация газовой смеси; N_2 – концентрация определяемого газа; K_1 – коэффициент рассеяния газовой смеси на длинах волн λ_2; K_2 – коэффициент поглощения определяемого газа на длинах волн λ_1; L – длина газовой камеры; $\Phi_{0\lambda 1}$ и $\Phi_{0\lambda 2}$ - начальные потоки.

Тогда отношений потоков $\Phi_{\lambda 1}$ и $\Phi_{\lambda 2}$ имеет вид

$$\frac{\Phi_{\lambda 1}}{\Phi_{\lambda 2}} = \frac{\Phi_{0\lambda 1} e^{-k_1 N_1 L} \cdot e^{-k_2 N_2 L}}{\Phi_{0\lambda 2} e^{-k_1 N_1 L}} \qquad (2)$$

Если начальные потоки $\Phi_{0\lambda 1} = \Phi_{0\lambda 2}$

имеем

$$\frac{\Phi_{\lambda 1}}{\Phi_{\lambda 2}} = e^{-k_2 N_2 L} \qquad (3)$$

Отсюда концентрация определяемого газа определяется как

$$N_2 = \frac{1}{Lk_2} \ln \frac{\Phi_{\lambda 1}}{\Phi_{\lambda 2}} \qquad (4)$$

На рис.1.приведена принципиальная схема передающей части устройства.

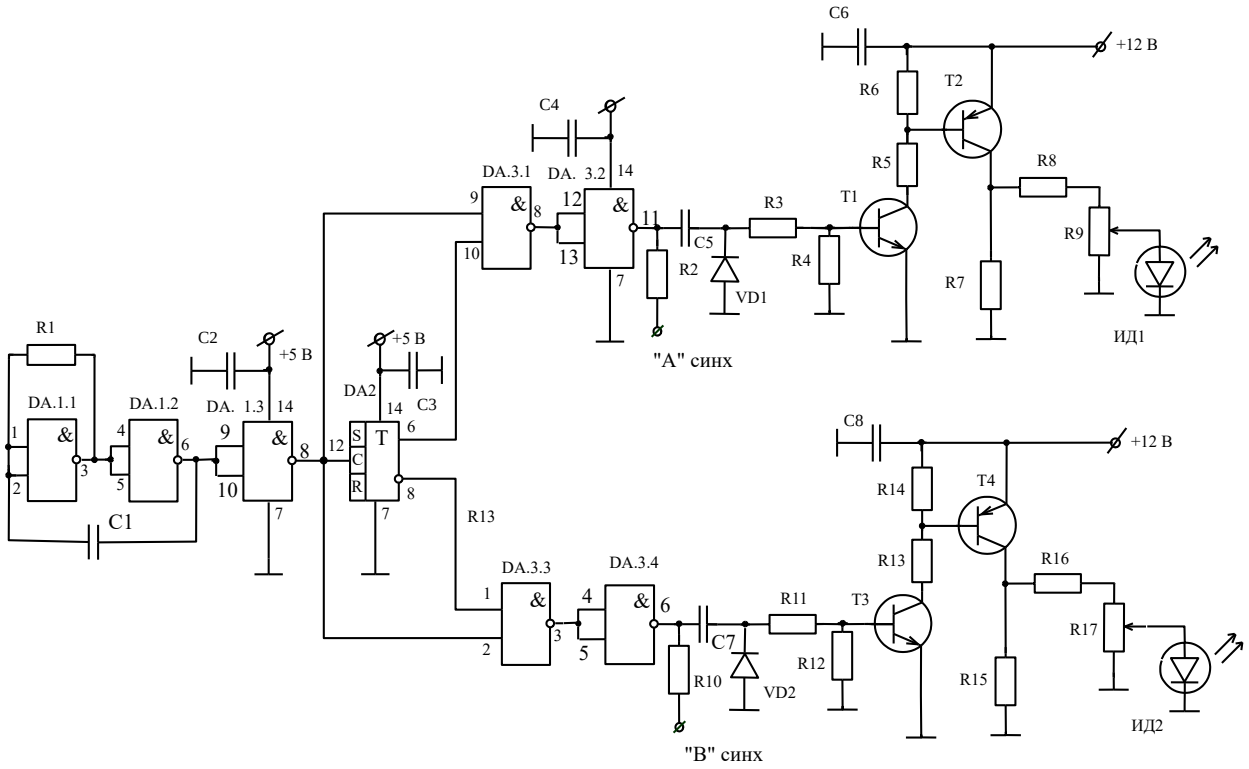


Рис. 1. Принципиальная схема передающей части устройства

Оно состоит из задающего генератора построенного на основе логической микросхемы ДА1-ДА3, распределитель импульсов собран на микросхеме ДА2-ДА3, первый электронный ключ собран на транзисторах Т1, Т2, второй электронный ключ собран на транзисторах Т3,Т4.

На рис.2.приведена принципиальная схема приемной части устройства.

В приемной части в качестве фотоприемника использован фоторезистор типа ФР1-4в.

Малошумящий усилитель собран на микросхеме А1 типа К504УУН1В, в котором шумовая напряжения проведенному к входу составляет Иш 3 мв.

Усилитель напряжения собран на основе операционного усилителя А2 в качестве которого применен стандартный операционный усилитель типа К140УД8Б. Аналоговый коммутатор построен на базе коммутатора напряженный типа К590КН4.

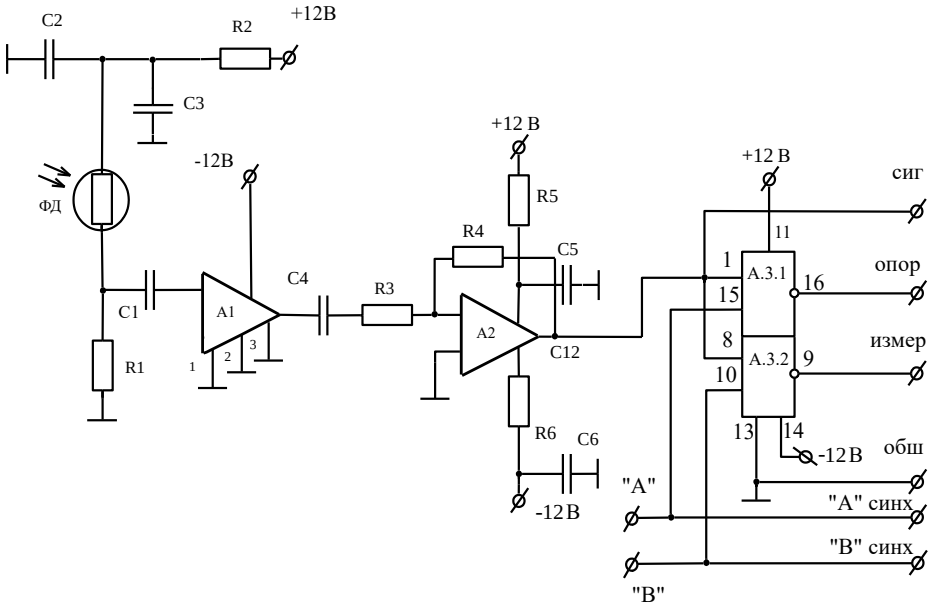


Рис.2. Принципиальная схема приемной части устройства

Общий алгоритм работы прибора следующий. В датчике между светодиодным излучателем и фотоприемником располагается исследуемый образец. Светодиоды просвечивают образец двумя длинами волн, а фотоэлемент, реагируя на свет, генерирует сигнал. Далее, сигнал преобразуется микроконтроллером в цифровую форму и преобразуется в пакет из двух значений, который передается через контроллер порта на ПК, где посредством специального программного обеспечения происходит обработка информации.

В качестве устройства сопряжения используется схема, построенная на основе микроконтроллера Atmega 48 и контроллера USB-порта FTDI.

Литература

1. М. Мухитдинов, Г. Цой. Приборы для измерения и регистрации электрических сигналов на основе персонального компьютера. Т.: - «Алокачи», 2012, с. 41-44.

2. Фукс-Рабинович Л.И., Епифанов М.В. «Оптикоэлектронные приборы» Л.: - «Машиностроение», 1979.,с.120-123.

А.Н. Назарова, И.А. Сюсин

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КЛАССИФИКАЦИИ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ О ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

(Самарский университет)

В современном мире широко используются новые технологии, цифровые устройства, повсеместная генерация цифровой информации, что делает доступной в реальном времени информацию из различных источников, таких

как GPS навигаторы, камеры видеонаблюдения, спутниковые данные, мобильные телефоны, электронная торговля, банковские карты, социальные сети, интернет запросы в поисковиках, электронные сообщения, карты местности пользователя и др. Если все подобные данные накапливать для дальнейшей обработки, то их суммарный объем будет измеряться десятками и сотнями петабайт (10^{15} байт). Совокупность объемных и неструктурированных данных из всех таких источников принято называть «большие данные» [1].

Большие данные – это термин, обозначающий множество наборов данных столь объемных и сложных, что делает невозможным применение имеющихся традиционных инструментов управления базами данных и приложений для их обработки. Изначально проблема состояла в том, что объем информации настолько вырос, что рассматриваемое количество уже фактически не помещалось в памяти компьютера, используемой для обработки, поэтому инженерам потребовалось модернизировать инструменты для анализа всех данных. Так появились новые технологии обработки, например, модель MapReduce (рис.1) компании Google и ее аналог с открытым исходным кодом – Hadoop от компании Yahoo. Они дали возможность управлять намного большим количеством данных, чем прежде. При этом важно, что их не нужно было выстраивать в аккуратные ряды или классические таблицы баз данных.

На данный момент основную проблему представляют сбор, очистка, хранение, поиск, доступ, передача, анализ и визуализация таких наборов как целостной сущности, а не локальных фрагментов. Определяющими характеристиками больших данных принято считать: объём, скорость прироста и необходимость высокоскоростной обработки и получения результатов, многообразие способов обработки различных типов, структурированных и полуструктурированных данных [2].

Огромные объёмы данных обрабатываются для того, чтобы человек мог получить конкретные и нужные ему результаты для их дальнейшего эффективного применения.

Наиболее часто применяемыми функциональными операциями над данными и методами их хранения и обработки являются:

- извлечение данных;
- краудсорсинг – сбор данных от большого числа источников;
- машинное обучение (с учителем и без учителя);
- нейронные сети;
- анализ сетей;
- оптимизация;
- классификация;
- кластерный анализ.

Подход больших данных призван существенно увеличить использование имеющейся информации и позволить представить ее в подходящем для практического применения виде: принятия решений человеком или автоматического управления системами.

Целью данной работы является исследование проблемы обработки

больших объёмов данных, содержащих географическое положение, и их кластеризация.

Вся работа с Big data была разбита на несколько этапов:

– сбор данных;

– структурирование и сортировка полученной информации;

– конечное использование и применение данных для определения геолокации.

В качестве входных и обрабатываемых данных была использована информация, полученная с таких устройств, как мобильные телефоны, GPS-навигаторы, планшеты и т.п.

Для сортировки полученных данных была использована наиболее популярная программная реализация модели параллельной обработки больших объемов данных путем разделения на независимые задачи, решаемые функциями Map и Reduce – Hadoop MapReduce [3]. Работа алгоритма MapReduce состоит из трех основных этапов: Map, Group и Reduce.

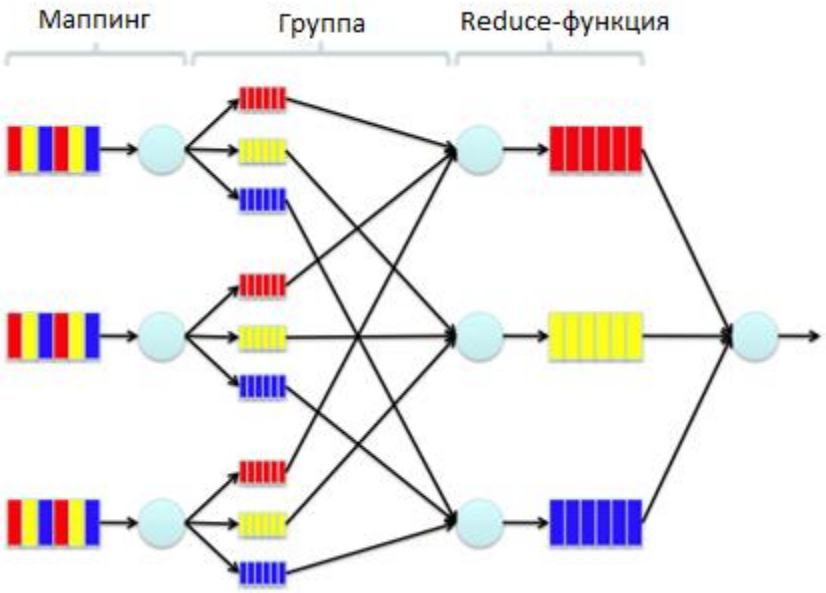


Рис. 1. Модель MapReduce

Полученные данные были кластеризированы и классифицированы по заранее заданным классам. В данной работе в качестве метода кластеризации был рассмотрен наиболее популярный на сегодняшний день метод k-means.

K-means применим к объектам в d-мерном векторном пространстве, представленных как набор D = {xi | i=1, …, N}, где xi ∈ Rd – i-й объект. Суть алгоритма состоит в объединении D так, чтобы каждая xi попала только в один k раздел. В результате образуется кластерный составной вектор m длиною N, где mi – номер кластера xi. Параметр k – входное значение для работы алгоритма и является конечным числом кластеров [4].

Методы этого вида находят широкое применение из-за простоты реализации на алгоритмических языках и большого быстродействия. Это

итеративный алгоритм, который делит данное множество объектов на k кластеров, элементы, которых являются максимально приближенными к их центрам, а сама кластеризация происходит за счет смещения этих же центров.

Процесс простейшей кластеризации методом k-средних состоит из следующих шагов:

1. Выбрать в пространстве объектов точки, которые будут центроидами (точками в центре кластера) соответствующих k кластеров. Выборка начальных центроидов может быть, как случайной, так и по определенному алгоритму.
2. В цикле, который продолжается до тех пор, пока центроиды кластеров не перестанут изменять свое положение, оцениваем каждый объект и смотрим, к какому центроиду какого кластера он является близлежащим.
3. Если найден близлежащий центроид, привязываем объект к кластеру этого центроида.
4. Когда все объекты перебраны, высчитываем новые координаты центроидов k кластеров.
5. Проверяем координаты новых центроидов. Если они соответственно равны предыдущим центроидам — выходим из цикла, кластеризация завершена, если нет, возвращаемся к пункту 2.

Результаты, полученные в данной работе путем сбора данных и их кластеризации, будут основой при дальнейшем хранении, извлечении, манипулировании, анализе и выводе данных с географической привязкой в режиме реального времени. С помощью этих данных можно узнать местоположение человека в конкретное время, либо увидеть проблемы загруженности дорог.

Литература

1. International Conference on Big Data for Official Statistics Organized by UNSD and NBS China 28-30 October 2014, Beijing China Concept Note (as of 13 August 2014)
2. Майер-Шенбергер Виктор Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим.
3. Крылов В.В., Крылов С.В. Большие данные и их приложения в электроэнергетике от бизнес-аналитики до виртуальных электростанций 2013. – 137 с.
4. Чубукова И.А. Data Mining - Интернет-университет информационных технологий, Бином. Лаборатория знаний ISBN 978-5-94774-819-2; 2008 г.

А.П. Нечаев

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ДЕТЕКТОРОВАНИЯ ОСОБЫХ ТОЧЕК ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СРАВНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(Самарский университет)

В настоящее время компьютерное зрение решает задачи в разнообразных сферах деятельности. Эффективность его применения зависит не только от мощности аппаратной части решения, но и от свойств применяемых алгоритмов.

Целью работы является сравнение современных детекторов особых точек ORB, BRISK, AKAZE, а также выделение из них метода, обеспечивающего наилучшие результаты при сравнении изображений.

Изображения сами по себе содержат в себе большое количество точек, но далеко не все из них подходят для решения задач компьютерного зрения и являются обычными.

Особая точка изображения – это точка с особой окрестностью, которая имеет некие признаки, существенно отличающие ее от основной массы точек [1].

Детектор особых точек – алгоритм, обеспечивающий инвариантное извлечения одних и тех же особых точек относительно преобразований изображения.

ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) использует в качестве основы комбинацию детектора FAST и дескриптора BRIEF с поворотом области вычисления в соответствии с ориентацией особой точки [2].

Инвариантность к масштабированию обеспечена применением алгоритма на пирамиде Гауса, а устойчивость к вращению введением параметра угловой ориентации особой точки.

BRISK (Binary Robust Invariant Scalable Keypoints) так же, как и ORB, создан на основе комбинации детектора FAST с оптимизированным дескриптором BRIEF, однако в их работу внесены изменения.

Для обеспечения инвариантности метода к масштабированию, так же используется пирамида. В которой производится поиск особых точек с наилучшей максимальной интенсивность в пирамиде при помощи детектора FAST [3].

AKAZE (Accelerated-KAZE) является усовершенствованной версией KAZE путем применения алгоритма FED для построения нелинейной многомасштабной пирамиды, который работает быстрее благодаря относительной простоте реализации. В качестве дескриптора AKAZE использует дескриптор M-LDB инвариантный к вращению и масштабированию.

В исследовании для попарного сравнения изображений по дескрипторам особых точек, представляющим из себя бинарные строки, было использовано расстояние Хемминга.

Расстояние Хемминга, являющееся количеством не равных значений в векторах.

$$d(p,q) = \sum_{k=1}^{n} I(p_k \neq q_k)$$

Исследование проведено для эталонного изображения (рисунок 1) и видеоролика, представляющего исходное изображение под разными углами.



Рисунок 1 – Эталонное изображение

Для эталонного изображения и всех кадров видеоролика были найдены наборы особых точек и получены советующие дескрипторы. Далее для каждой пары дескрипторов эталон-кадр найдены наборы соответствующих расстояний. Применяя к которым ограничение, определяющее порог для хороших связей, получаем наборы хороших связей.

В таблице 1 представлены нормированные усредненные значения числа связей, попавших в допустимый интервал для всех алгоритмов.

Таблица 1 – Результаты исследования алгоритмов

Алгоритм / Коэффициент	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
ORB	0,0028	0,0328	0,1366	0,3427	0,5856	0,7979	0,9083	0,9655	0,9899
BRISK	0,0037	0,0312	0,1189	0,2929	0,4936	0,7088	0,8749	0,9568	0,9892
AKAZE	0,0093	0,0469	0,0913	0,1850	0,3510	0,6085	0,8222	0,9406	0,9881

По результатам исследования (Рисунок 2) видно, что детектор AKAZE при сильном требовании к «качеству» связей показывает более лучшие результаты чем его конкуренты. Однако при незначительном снижении требований ORB обнаруживает большее число связей.

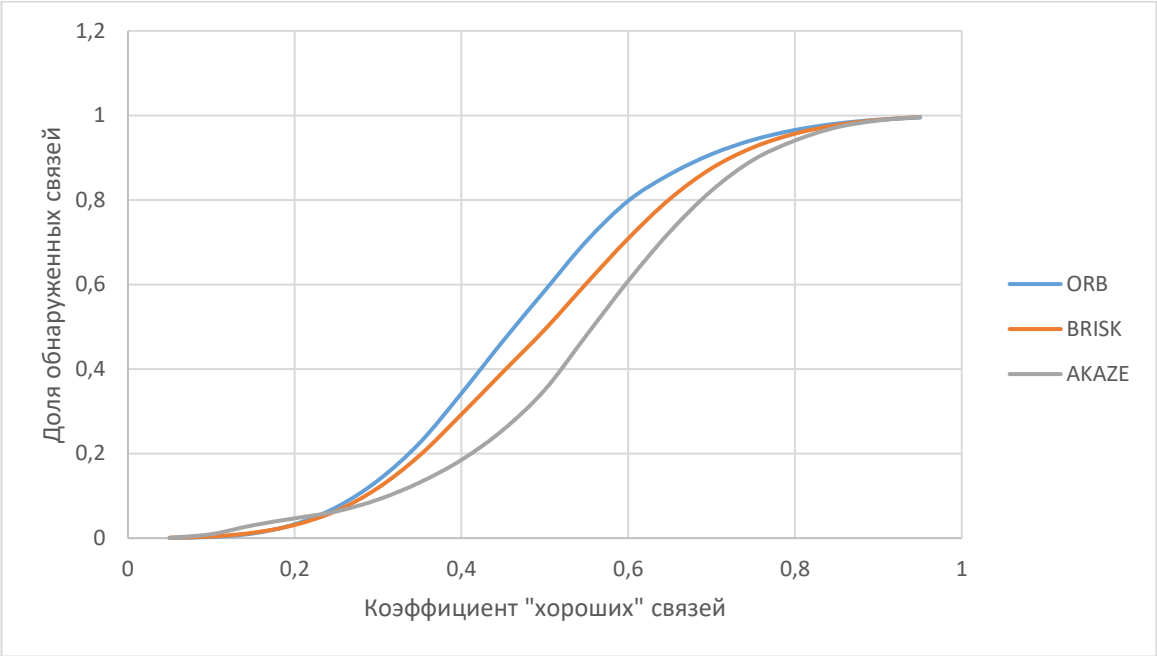


Рисунок 2 – График зависимости числа обнаруженных алгоритмами связей от коэффициента «хороших» связей

Литература

1. MM&DSP. Научно-образовательный курс «Локальные особенности на изображениях» [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://mm-dsp.com/files/Локальные%20особенности%20на%20изображениях.pdf, свободный. – (дата обращения: 25.12.2017)

2. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary Bradski: "ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF", Computer Vision (ICCV), IEEE International Conference on. IEEE, pp. 2564 – 2571, 2011.

3. Stefan Leutenegger, Margarita Chli, Roland Siegwart: “BRISK: Binary Robust Invariant Scalable Keypoints”. Computer Vision (ICCV), pp. 2548 – 2555, 2011.

Ф.Р. Нуржанов[1]

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ В КРИМИНАЛИСТИКЕ

([1]Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммеда Ал-Хоразми)

Всем хорошо известны сцены из фантастических фильмов: герой подходит к двери и дверь открывается, узнав его. Это одна из наглядных демонстраций удобства и надежности применения биометрических технологий для контроля доступа. Однако на практике не так все просто. Сегодня некоторые фирмы готовы предложить потребителям контроль доступа с применением биометрических технологий. Традиционные методы идентификации личности, в осно-

ве которых находятся различные идентификационные карты, ключи или уникальные данные, такие как, пароли не являются надежными в той степени, которая требуется на сегодняшний день.

Идентификация личности традиционно представляет собой одну из основных проблем человечества. Это в первую очередь связано с участившимися случаями локальных военных конфликтов, массовых катастроф на транспорте и стихийных бедствий, а также с ростом неорганизованной миграции населения (беженцы и др.).

В виду сложности структуры и изменчивости биологических объектов решение проблемы идентификации личности представляет значительные методические трудности, поэтому разработка новых методов идентификации личности и усовершенствование старых являются важным направлением научных исследований. При этом важно отметить, что в ряде случаев при раскрытии и расследовании преступлений необходимо проводить идентификацию личности. При этом в криминалистической науке рассматриваются как традиционные методы идентификации личности [1,2].

Идентификация основана на распознавании образов – установлении принадлежности какого-либо предмета (например, личности лица изображения), процесса явления, ситуации, сигнала к одному из заранее выделенных объектов – образов.

Процесс идентификация основан на сопоставлении признаков опознаваемого объекта с признаками других известных объектов. В связи с этим в контексте постоянного процесса развития общественных отношений и технологий, интересно изучение традиционных методов идентификации личности в криминалистической науке.

В процессе достижения поставленной цели в ходе исследования требовалось выполнить следующие задачи.

- изучить понятие и теоретические основы криминалистической идентификации личности;

- определить методы идентификации личности, применяемые при раскрытии и расследовании преступлений, в том числе;

- рассмотреть традиционные методы идентификации личности

В процессе решения проведён комплексный анализ, научных трудов учёных в области криминалистики. В месте с тем в работе определяются и анализируются наиболее актуальные вопросы применения различных методов идентификации личности в криминалистике, а также развитие и совершенствование системы данных методов [3].

Понятие и теоретические основы криминалистической идентификации личности:

Необходимо начать с того, что осуществление идентификации личности занимает важнейшее место в деятельности сотрудников правоохранительных органов. Задача по идентификации личности ставится перед сотрудниками правоохранительных органов с того момента, когда поступает информация о совершенном преступлении. В связи с этим лицо, рассматривающее и расследу-

ющее конкретное преступление необходимо определить, каким образом могут быть установлены те или иные лица – участники данного преступления. В этой связи лицом могут быть оставлены те или иные следы, которые помогут идентифицировать личность. В случае обнаружения тех или иных следов необходимо установить, какое отношение данные следы имеют к событию расследуемого преступления, принадлежат ли данные следы конкретному лицу. Значение криминалистической идентификации личности заключается в возможности эффективного и быстрого раскрытия преступления, розыска пропавшего. Необходимо сказать о том, что одной из наиболее важных задач в процессе расследования преступлений является установление лиц, которые причастны к анализируемому событию. К таким лицам относятся:

- Потерпевший;
- Подозреваемый;
- Свидетель (свидетели);

В этой связи необходимо рассмотреть такое понятие, как идентификация, под которым понимается установление тождества объекта или личности по совокупности каких-либо признаков. Криминалистическая идентификация личности направлена на установление конкретного индивида либо максимально ограниченных групп лиц в целях получения оперативных данных и судебных доказательств.

Определить методы идентификации личности, применяемые при раскрытии и расследовании преступлений.

Необходимо начать с того, что под методом понимается совокупность приемов и способов. В данном вопросе необходимо рассматривать не только отдельные методы идентификации личности, но также и их систему.

Представляется, что необходимо рассматривать систему методов идентификации личности с точки зрения наличия двух наиболее крупных образований – традиционных и нетрадиционных методов идентификации личности.

В части характеристики данных наиболее крупных элементов системы методов идентификации «традиционное» определяется в двух: а) Перешедшее от одного поколения к другому, будучи унаследованным от предшествующих поколений. б) Установившийся порядок в поведении, быту. Если говорить о понятии «нетрадиционное», то оно определяется как изменчивость такой характеристики используемых при раскрытии и расследовании преступлений, как не традиционность. В том случае, если нетрадиционный метод идентификации личности становится «общепризнанным», применяется на практике при расследовании преступлений, признак не традиционности утрачивается, такой метод приобретает статус традиционного метода. Таким образом, можно говорить о том, что содержание категории нетрадиционных методов идентификации личности не является стабильной и постоянной в отличие от содержания категории традиционных методов идентификации личности.

В связи с этим, классификация всего объема нетрадиционных методов идентификации личности становится проблематичной. Кроме того, в связи с постоянным и изменениями в обществе, в том числе в связи с стремительным

развитием технологий, а также развитием физических, химических, и иных научных направлений, происходит постоянное пополнение новейшими нетрадиционными методами, которые могут применяться при раскрытии и расследовании преступлений [3,4].

Традиционные методы идентификации личности.

Традиционные методы идентификации личности являются в некотором отношении стабильными – методы идентификации, которые относятся к числу традиционных, не могут быть перестать таковыми, однако сама система традиционных методов может быть дополнена какими-либо новыми методами идентификации личности.

Одним из основных традиционных методов идентификации личности является метод непосредственного сопоставления информации. Главным приём данного метода - это сверка сведений в документах, удостоверяющих личность и информации, полученной при судебно-медицинском исследовании трупа либо неизвестного лица. При этом исследовании могут использоваться документы из медицинских учреждений, в которых содержится информация о росте, массе тела, отсутствии конечностей, перенесенных заболеваниях, группе крови, перенесенных хирургических вмешательствах, стоматологических лечениях и т.д.

Актуальность этой задачи, а также ее предпочтительность по сравнению с другими средствами идентификации личности (например, идентификация по отпечаткам пальцев или по сетчатке глаза) заключается в том, что нет необходимости непосредственного контакта системы и человека. Лицо человека само по себе содержит уникальную информацию для проведения безошибочной идентификации. Данный метод идентификации личности в некоторых случаях является не в полной мере достоверным в следующих случаях:

1. Невозможность установления лиц, которые могли бы участвовать в опознании, то есть родственников, знакомых, которые смогли бы участвовать в опознании.
2. Наличие заинтересованности опознающих лиц. Таким случаями могут быть, например, возможность получения страховой выплаты, а также имущества, переходящего по наследству.
3. Наличие поздних трупных изменений, прижизненных и посмертных повреждений, таким образом, изменили внешний облик индивида, что его опознание становится невозможным.
4. Наличие признаком искусственного изменения внешности человека посредством проведения пластической операции.
5. В случае исследования только какой-либо части тела трупа либо какого-либо биологического материала.

Кроме того также важно отметить, что достаточно большое значение имеет человеческий фактор – в условиях высокого стресса, который сопровождает опознание, высока вероятность допущения ошибки опознающим лицом. В случае внешнего сходства цвета волос, длины тела, отсутствия приметных татуировок, шрамов и т.д. или если после последней встречи с опознаваемым лицом прошел длительный промежуток времени.

В этой связи исследователями уделяется особое внимание тому, что эффективное многостороннее решение задач идентификации личности невозможно без применения новейшего программного обеспечения, поэтому судебно-медицинские эксперты должны быть вооружены средствами и научно-методическими приёмами проведения медика криминалистических исследований на современном уровне [5,6].

В связи с этим необходимо сказать, что следственная идентификация путем проведения опознания требует большого объема работы следователя, соответствия всем требованиям теории идентификации личности.

Заключение

В процессе исследование изучено понятие и теоретические основы криминалистической идентификации личности, определены методы идентификации личности, применяемые при раскрытии и расследовании преступлений, в том числе: рассмотрены традиционные методы идентификации личности. Под анализом предполагается рассмотрение процесса идентификации личности в криминалистике с выделением отдельных элементов данного понятия. В связи с этим можно говорить о наличии в системе методов достаточно большого количества традиционных методов идентификации личности, которые являются эффективными в процессе расследования преступлений. Вместе с тем, традиционные методы не всегда учитывают развитие техники и новые научные достижения.

Литература

[1] Ахмедшин Р. Л. Изучение личности преступника в методике расследования преступлений // Р. Л. Ахмедшин. – Томск : Изд–во Томского ун–та, 2000. – 129 с.

[2] Белкин Р. С. Криминалистика и доказывание // Р. С. Белкин, А. И. Винберг. – М., 1969. – 400 с.

[3] Беляева Е. В. Изучение особенностей рельефа слизистой оболочки неба при гнилостной трансформации трупа // Судебно–медицинская экспертиза. – 1993. – № 1 – С. 24–26

[4] Большой энциклопедический словарь //под ред. А. М. Прохоров. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.; СПб., 2000. – 300 с

[5] Булгаков В. Г. Вопросы идентификации личности по видеоизображениям//Судебная экспертиза. – 2005. – №2. – С. 19–20

[6] Ведерников Н. Т. Избранные труды // Н. Т. Ведерников. – Томск : Изд–во Том. ун–та, 2014. – Т. 2. – 236 с.

И.А. Олянич

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ ПО КРУПНОФОРМАТНЫМ ДАННЫМ

(Самарский университет)

В наше время идет значительный рост популярности к анализу данных, так как технологии не стоят на месте и развиваются под нужды людей. Особой популярностью пользуются рекомендательные системы. Они помогают вести диалог с каждым пользователем и предлагать товары, фильмы, музыку и многое другое, что сможет заинтересовать конкретного человека. Если же у клиента поменялись предпочтения, то рекомендательные системы будут изменены в сторону новых пожеланий. Это очень мощный инструмент для крупных компаний, которые делают все возможное для улучшения бизнес-процессов и повышения конверсии.

Для построения рекомендательных систем необходимо собрать данные, чтобы иметь представление о человеке. Это возможно сделать двумя путями.

При явном сборе данных клиент сам передает интересующую информацию для дальнейшей обработки путем заполнения анкет, которые могут включать такие поля как, - имя, пол, возраст, место проживания, интересы и многое другое.

Неявный сбор данных применяется в тех случаях, когда клиент отказывается предоставить необходимую о себе информацию. В этом случае осуществляется слежка за человеком, в ходе которой все его действия запоминаются для их дальнейшей обработки. Сюда можно отнести данные о совершенных покупках, посещении страниц, оставлении комментариев и многое другое.

После того, как данные известны, можно приступать к построению рекомендательных систем. Существует два основных типа рекомендательных систем – это контентная фильтрация (англ. content-based filtering) и коллаборативная фильтрация (англ. collaborative filtering) [1]. Можно также выделить гибридные подходы, которые сочетают в себе и то, и другое, что является большим преимуществом при работе с новыми пользователями и товарами, услугами. Однако сложность повышается в разы.

В случае с коллаборативной фильтрацией можно выделить два базовых метода – это рекомендации, основанные на пользователях (англ. user-based collaborative filtering) и рекомендации, основанные на продуктах (англ. item-based collaborative filtering) [2].

User-based предполагает предложение товаров, которые покупали похожие пользователи. Производится усреднение рейтинга товара, проставленный другими пользователями, с учетом степени похожести пользователей [3]. Пример данного метода представлен на рисунке 1.

Item-based предполагает предложение товаров, которые схожи с теми, что были ранее приобретены пользователем. Производится усреднение рейтинга

уже оцененных товаров с учетом степени похожести на неоцененный товар. Пример данного метода представлен на рисунке 2.

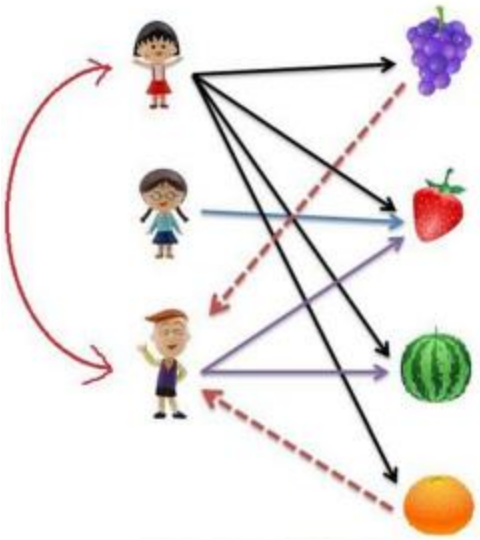


Рис. 1. User-based подход

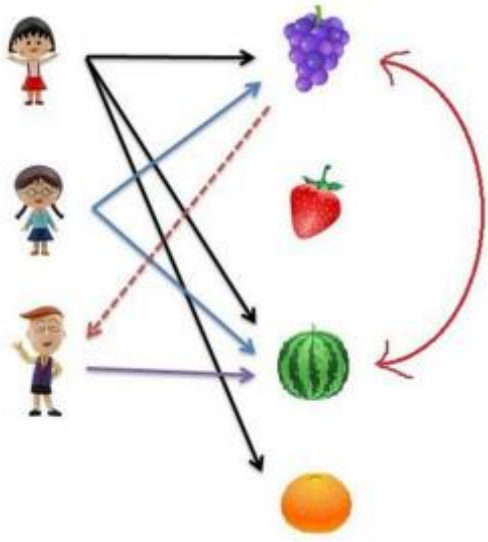


Рис. 2. Item-based подход

Стоит отметить, что подготовка данных для их последующего анализа тоже является одной из ключевых задач и порой занимает достаточно много времени.

В данной работе для построения рекомендательных систем, используется данные о транзакциях в различных магазинах по всему миру. Их ценность в том, что это покупки реальных людей. Тем самым, построение рекомендательных систем уже будет показывать реальную картину в каждой из стран. Исходные данные включают в себя следующую информацию:

1. InvoiceNo – номер чека, с его помощью можно проследить историю покупок конкретного человека в определенном магазине;
2. StockCode – уникальный код магазина;
3. Description – название товара;
4. Quantity – количество товара;
5. InvoiceDate – дата покупки;
6. UnitPrice – стоимость;
7. CustomerID – уникальный идентификатор клиента, к которому привязываются чеки. Стоит отметить, что если клиент не использует банковскую карту, либо карту лояльности, то значение является пустым, так как не предоставляется возможным идентификация такого клиента;
8. Country – страна.

Для обработки большего количества данных был выбран Spark совместно с R. Были реализована алгоритмы ALS и SVD и применены попытки их оптимизации, о которых кратко будет сказано в заключении. Если говорить об анализе имеющийся информации, то удалось выявить, что страны, находящиеся рядом друг с другом не всегда схожи по потребительской корзине. В частности,

будет ошибочно предполагать, что рекомендации для Франции будут такими же, как для Германии.

На рисунке 3 представлен пример топ 5 рекомендация для жителей Франции на основе всех магазинов.

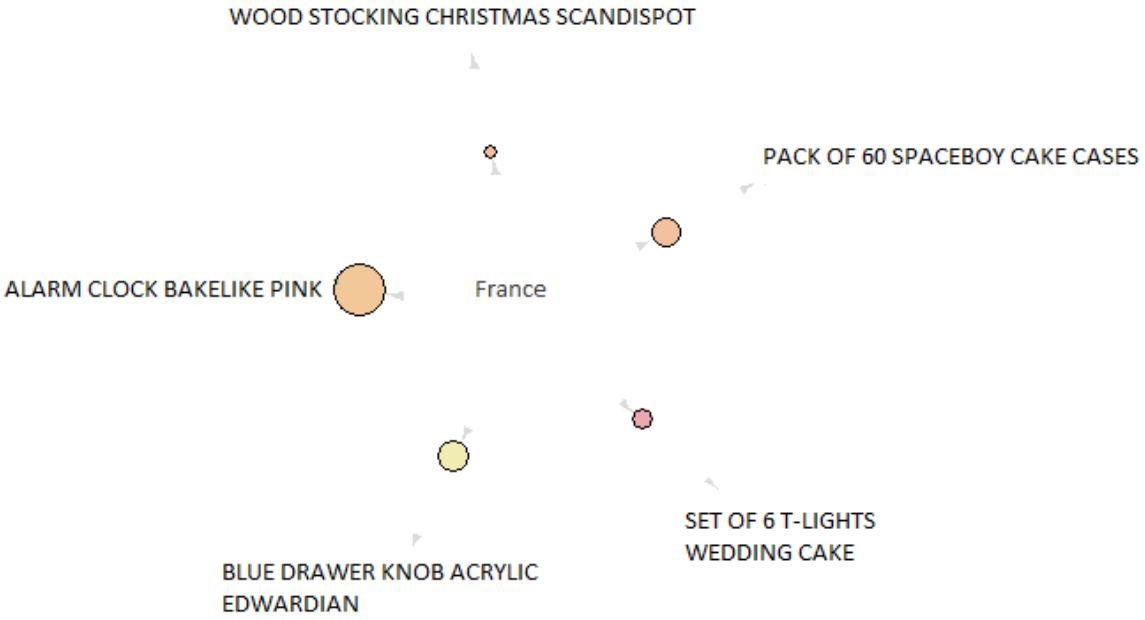


Рис. 3. Наиболее популярные рекомендации во Франции

Говоря о самих алгоритмах, ALS представляет собой метод градиентного спуска. В нем необходимо попеременно находить минимумы по разным координатам. Достаточно важным моментом является, что каждый шаг может был распараллелен, что в нашем случае является важным аспектом, говоря про оптимизацию.

SVD представляет собой сингулярное разложение матриц и достаточно плох в распараллеливании.

Проведя эксперимент на выше указанных данных, удалось получить следующие результаты, представленные на рисунке 4.

Как видно из диаграммы, отличие не критичное, но все же есть. Алгоритм SVD позволил достичь наилучших показателей, а вот алгоритм ALS по своему принципу работы не может показать такой же результат при любых своих модификациях.

В дальнейшем при помощи оптимизированного алгоритма будут построены наиболее точные рекомендации для каждой из стран. Планируется на основе полученных рекомендация выявить наиболее востребованные товары в магазине по его уникальному идентификатору и стране. Эта информация может помочь магазинам закупать ту часть продуктов, которая пользуется наибольшим спросом, минимизируя издержки. Стоит отметить, что в Китае начинают открываться мини-маркеты без продавцов, которые содержат в себе наиболее востребованные товары в конкретной местности.

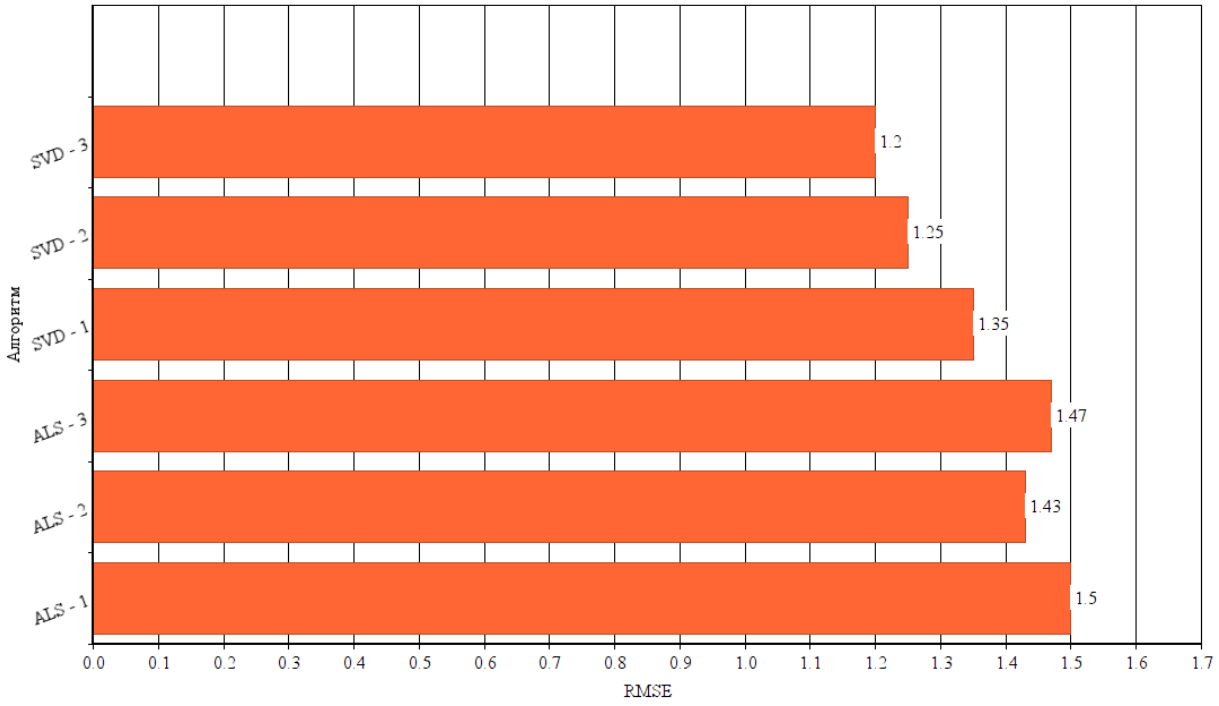


Рис. 4. Результат вычислительного эксперимента

Литература

1 Daniel Nee. Practical Data Science [Electronic resource]. - Access mode: http://danielnee.com/ (15.10.2017)

2 Шалаев С. Эволюция рекомендательных сервисов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://firrma.ru/data/articles/5006/ (20.10.2017)

3 Recommendation Engine Introduction [Electronic resource]. - Access mode: http://dataaspirant.com/2015/01/24/recommendation-engine-part-1/ (20.10.2017)

С.А. Онисич, О.П. Солдатова

ВЛИЯНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ НА СХОДИМОСТЬ И ПОГРЕШНОСТЬ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСПЕТРОНА

(Самарский университет)

Целью данной работы является изучение особенностей обучения многослойного персептрона при использовании различных алгоритмов: алгоритма обратного распространения ошибки и генетического алгоритма. В качестве задачи для проверки используется задача ирисов Фишера как классическая задача классификации. Для рассмотрения различных аспектов используемых алгоритмов входные данные разбиты на два множества: обучающее и тестирующее, по 120 и 30 векторов соответственно.

Персептрон – одна из первых попыток создать искусственную нейронную систему. Математическая модель персептрона была предложена Ф. Розенблат-

том в 1957 году, однако подверглась критике и была переработана в 1968 году Д. Румельхартом [1,2].

Метод обратного распространения ошибки – метод обучения многослойного персептрона, основанный на методе градиентного спуска [3]. Метод был разработан в 1974 году и является классическим методом обучения. Тем не менее, у него есть ряд недостатков, среди которых можно выделить возможность «застрять» в локальном минимуме, не попав в глобальный экстремум.

В отличие от метода обратного распространения ошибки, генетический алгоритм не является градиентным алгоритмом. Метод включает в себя три оператора: инициализацию, мутацию и кроссовер [4]. Инициализация «наполняет» геном первоначальным материалом, из которого затем будут получены остальные решения. Мутация определяет процесс мутации каждого генома. В используемой реализации после мутации в геноме от одного до двадцати весов будут либо изменены, либо назначены заново. Кроссовер определяет процесс создания ребенка от родителей генома. Каждый отдельный вес ребенка будет взят у одного из двух родителей с равной вероятностью. В процессе работы алгоритма последовательно применяются операторы кроссовера и мутации, после чего отбираются те нейронные сети, которые показали наименьшее отклонение от выходных значений обучающей последовательности.

Для исследования эффективности алгоритмов обучения входные данные разбиты на два множества. Для каждой выборки были обучены 20 сетей для каждого из алгоритмов обучения. В результате была рассчитана погрешность для каждого цикла обучения; на основе полученных данных построены графики изменения минимальной и максимальной абсолютных погрешностей, а также график изменения относительной погрешности (рисунки 1-6).

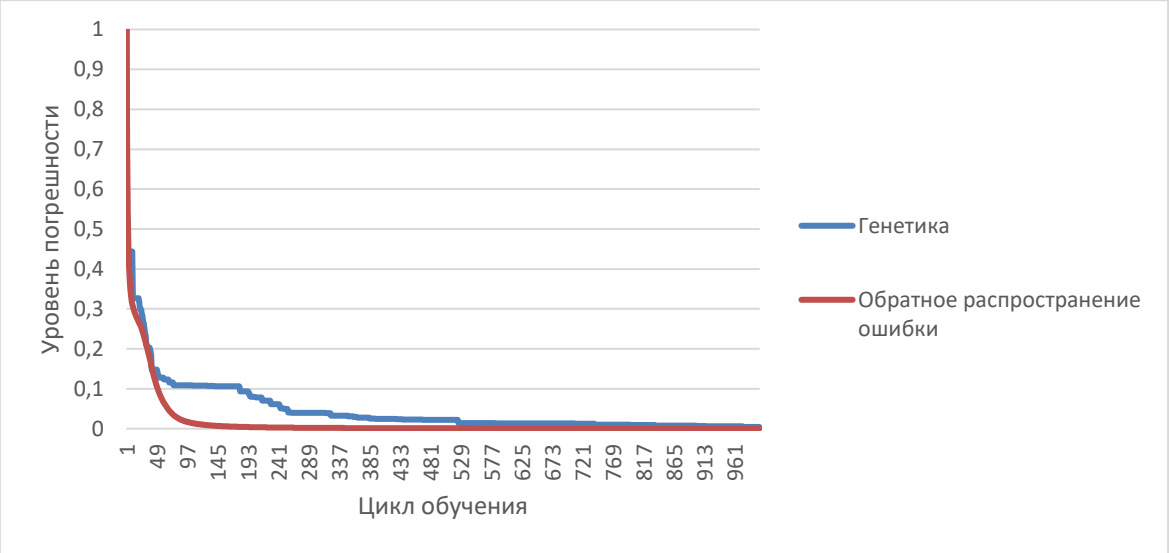


Рисунок 1 – График зависимости минимальной абсолютной погрешности в зависимости от цикла обучения (выборка из 30 значений)

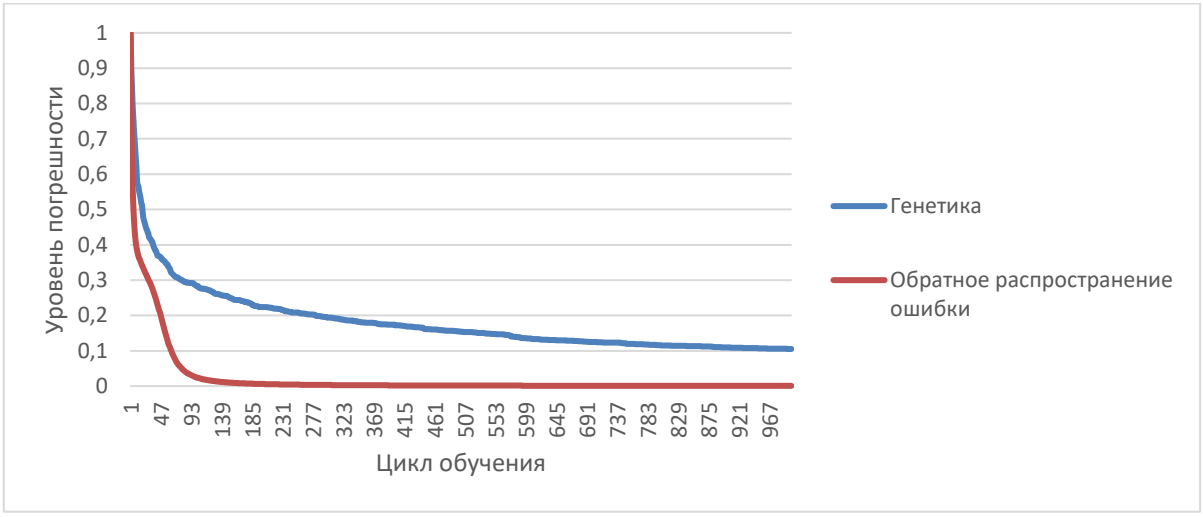


Рисунок 2 – График зависимости относительной погрешности в зависимости от цикла обучения (выборка из 30 значений)

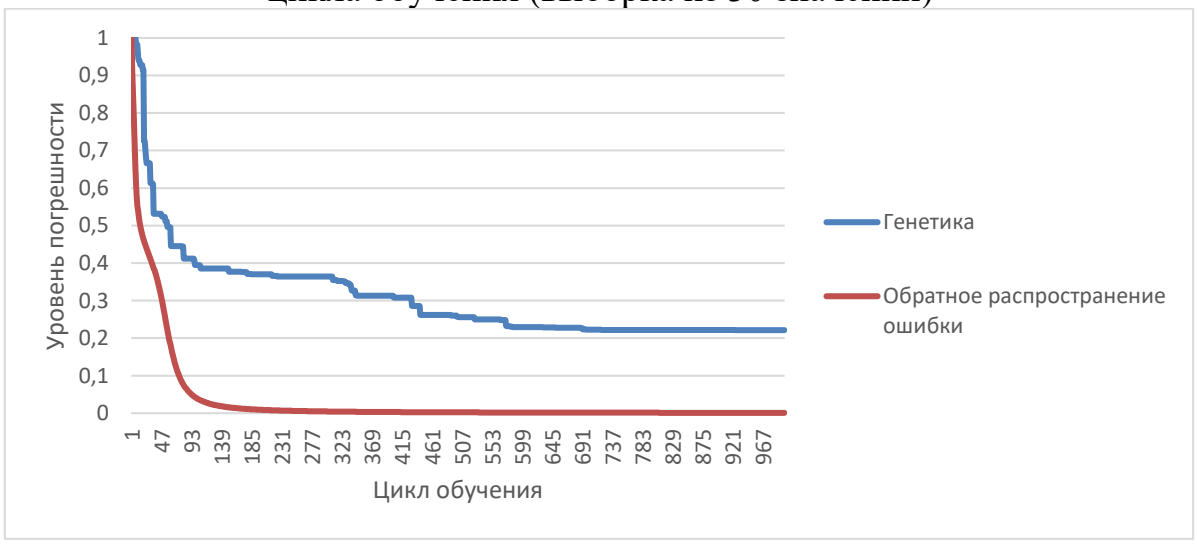


Рисунок 3 – График зависимости максимальной абсолютной погрешности в зависимости от цикла обучения (выборка из 30 значений)

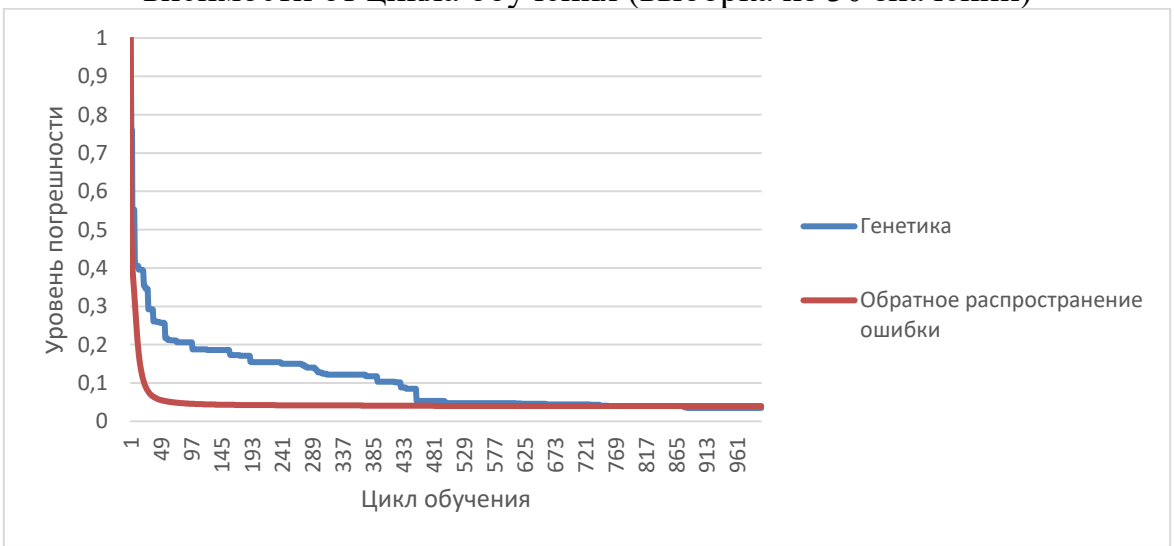


Рисунок 4 – График зависимости минимальной абсолютной погрешности в зависимости от цикла обучения (выборка из 120 значений)

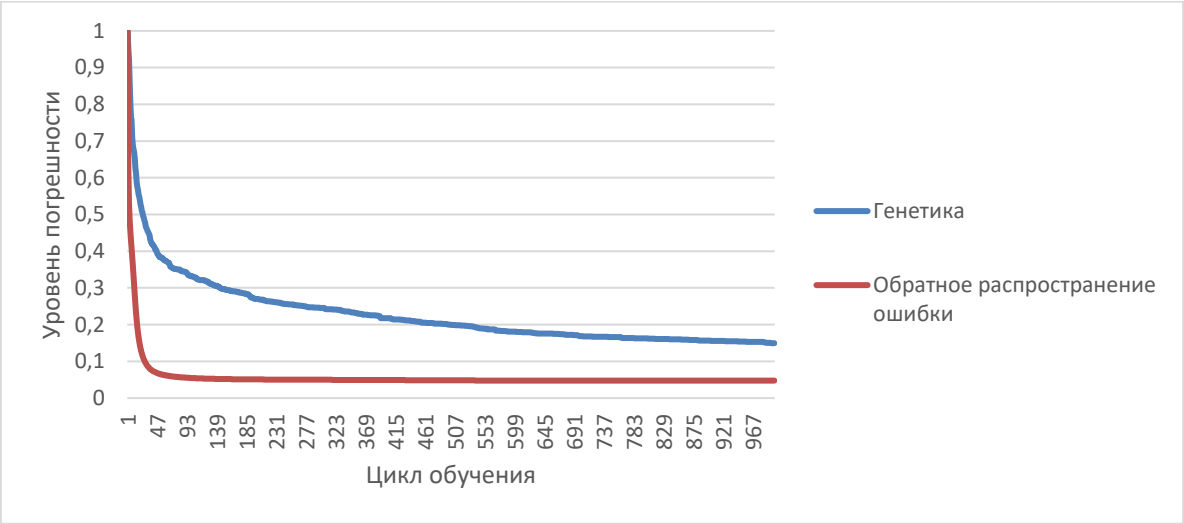


Рисунок 5– График зависимости относительной к максимальному значению в зависимости от цикла обучения (выборка из 120 значений)

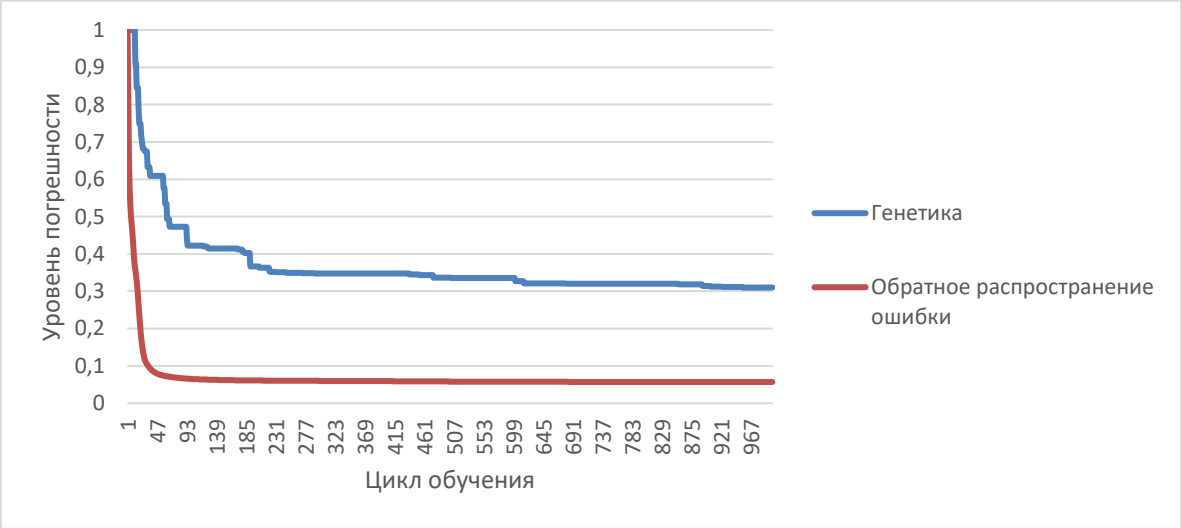


Рисунок 6 – График зависимости максимальной абсолютной погрешности в зависимости от цикла обучения (выборка из 120 значений)

Как видно из приложенных графиков, эффективность генетического алгоритма намного меньше эффективности алгоритма обратного распространения ошибки. Тем не менее, исследования в данном направлении являются многообещающими, так данные алгоритмы не требуют дифференцируемости функции активации нейронов.

Литература

1. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга / Ф. Розенблатт – М.: Мир, 1965. – 481.

2. Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructures of Cognition / Ed. by Rumelhart D. E. and McClelland J. L. – Cambridge, MA: MIT Press, 1986.

3. Laurene V. Fausett «Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms And Applications» / V. Laurene Fausett – Prentice-Hall,1994. – 461.

4. Газизов Т.Т. Оптимизация генетическими алгоритмами: Учебное методическое пособие [Текст] / Т.Т. Газизов, А.О. Мелкозеров – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2006. – 44 с.

С.Г. Пархоменко, Е.В. Симонова

ПОДСИСТЕМА ОЦЕНКИ РИСКОВ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

(Самарский университет)

Введение

Принятие мер с целью обеспечения безопасного и стабильного рабочего процесса является необходимым для каждой организации или предприятия, нацеленного на максимально эффективное осуществление своей деятельности. Одним из современных и действенных подходов к решению данного вопроса, предлагаемых рынком информационной и физической безопасности, является реализация комплексной системы безопасности.

Комплексная система безопасности предприятия – это совокупность программно-аппаратных средств, направленных на охрану и обеспечение безопасности всего предприятия. Консолидируя отдельные подсистемы безопасности (охранно-пожарная сигнализация, система контроля и управления доступом в помещения, видеонаблюдение и т.д.) в монолитную структуру, подобные системы позволяют анализировать и обрабатывать информацию, поступающую с каждой из подсистем, при этом учитывая данные других подсистем. Например, сотрудник службы охраны предприятия, глядя на изображение с системы видеонаблюдения, может удостовериться в личности человека, поднёсшего карту-ключ к электронному считывателю у двери и получившего доступ в помещение.

В ряде случаев с целью повышения уровня защищённости предприятия, снижения вероятности возникновения нештатных ситуаций, обеспечения стабильного рабочего процесса, и как следствие, снижения материальных затрат целесообразно получить общую картину физической безопасности предприятия, а также прогноз относительно аварийных и тревожных ситуаций, которые могут произойти в будущем. На основе прогноза становится возможным оперативное выявление и устранение узких мест в системе безопасности, что позволяет улучшить благосостояние предприятия.

Постановка задачи

Исходя из актуальности и важности вопроса обеспечения и поддержания стабильного исполнения бизнес-процессов на территории организации или предприятия, логичным решением становится реализация механизмов всесторонней оценки текущей ситуации в физической безопасности предприятия, выявления уязвимостей, а также прогнозирования нештатных ситуаций.

Данные механизмы целесообразно объединить и внедрить в комплексную систему безопасности предприятия в виде подсистемы оценки рисков, выполняющей следующие функции:

- мониторинг текущей ситуации в физической безопасности предприятия;
- отслеживание истории изменения состояния системы безопасности, возникновения аварийных и нештатных ситуаций, а также проведённых работ по их устранению;
- адаптация работы под любые изменения в системе безопасности;
- приоритизация выявленных уязвимостей и возможных узких мест в системе безопасности.

Предлагаемое решение

Структурная схема комплексной системы безопасности предприятия представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема комплексной системы безопасности предприятия

К основным узлам системы относятся:

- сервер системы – основной компонент системы, отвечающий за выполнение ключевых функций, необходимых для её работы (обновление конфигураций драйверов устройств, проверка лицензий и т.д.);
- серверы оборудования – один или несколько компьютеров (не ограничено программным способом), к которым выполняется подключение подсистем

безопасности. Число драйверов, обслуживаемых каждым сервером оборудования, ограничивается только производительностью этого сервера [1];

- сервер базы данных – узел, обеспечивающий хранение данных, используемых в процессе работы системы. Для управления данными используется СУБД;
- компьютеры с автоматизированными рабочими местами – неограниченное количество компьютеров с установленными АРМ различного назначения (бюро пропусков, учёт рабочего времени, АРМ оператора и т.д.).

Несколько территориально распределённых объектов, использующих комплексную систему безопасности, могут объединяться с помощью специально предназначенных подсистем [1].

Таким образом, создаётся интегрированная среда обмена сигналами между различными элементами. Все подсистемы работают в комплексе, выполняя одновременно функции контроля, сдерживания, обнаружения опасности, её оценки и реагирования на неё, обеспечивая защиту сразу по нескольким направлениям [2].

Исходя из общей структуры комплексной системы безопасности предприятия, целесообразно распределить работу подсистемы оценки рисков следующим образом: основной функционал подсистемы, представленный выше, выполняется на сервере системы, в то время как управление её работой, а также визуализация результатов оценки рисков осуществляется в одном из клиентских АРМ (логичнее всего АРМ оператора и администратора).

В качестве основного подхода к реализации подсистемы оценки рисков предлагается использование мультиагентных технологий с применением онтологии. В отличие от классического способа, когда проводится поиск некоторого чётко определенного (детерминированного) алгоритма, позволяющего найти наилучшее решение проблемы, с использованием мультиагентных технологий решение получается в результате взаимодействия множества самостоятельных целенаправленных программных модулей – агентов [3].

Одной из ключевых функций подсистемы оценки рисков, описанных выше, является её способность адаптироваться к любым изменениям в системе безопасности. Применение мультиагентного подхода в полной мере позволит удовлетворить данное требование, поскольку одним из свойств, присущих агенту, является его способность к реагированию на изменения в среде.

В качестве инструмента гибкой настройки поведения агентов, а также задания спецификации и конфигурации системы безопасности, принято решение применить онтологии. Онтологии представляют собой концептуальные модели знаний предметной области, которые строятся из наиболее общих понятий (концептов) и отношений между концептами, позволяющих в дальнейшем специфицировать, то есть построить формализованное описание любых объектов или процессов [4]. Как следствие, при появлении новых понятий в системе безопасности (событий, устройств, подсистем и т.д.), их можно будет достаточно легко добавить в онтологию системы безопасности предприятия.

Заключение

Подсистема оценки рисков комплексной системы безопасности предприятия обеспечит действенный инструмент для более эффективной работы как самой системы безопасности, так и предприятия в целом, а технологии, предложенные для её реализации, в полной мере реализуют необходимый функционал подсистемы. Стабильное и безопасное исполнение бизнес-процессов, в конечном итоге, положительно повлияет на бюджет предприятия и на достижение его целей.

Литература

1. Бастион-2. Руководство администратора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.trevog.net/upload/iblock/527/Бастион-2.%20Руководство%20администратора.pdf (дата обращения: 16.03.2018)

2. Комплексные системы безопасности – гарантия стабильной работы и непрерывности бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.kp.ru/guide/kompleksnye-sistemy-bezopasnosti.html (дата обращения: 16.12.2017)

3. Методологии проектирования мультиагентных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://moluch.ru/conf/tech/archive/228/11320 (дата обращения: 18.03.2018)

4. Онтологии в разработках интеллектуальных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.kg.ru/technology/ontology (дата обращения: 18.03.2018)

Д.А. Проценко, Е.В. Симонова

КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ПРОХОЖДЕНИЯ ТРЕНИРОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ГЛАВНОЙ ОПЕРАТИВНОЙ ГРУППЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ ИНТЕГРИРОВАННОГО РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС

(Самарский университет)

Введение

Особенностями проведения космических полётов являются постоянный мониторинг систем безопасности жизнедеятельности космонавтов, а также чёткое следование запланированным операциям. В процессе эксплуатации средств Международной космической станции (МКС) существует риск возникновения нештатной (НШС) либо аварийной ситуации (АС), которые требуют незамедлительного реагирования со стороны специалистов Главной оперативной группы управления (ГОГУ) полётом, а также сменного руководителя полётов (СРП).

Каждый из наземных специалистов должен обладать необходимой компетенцией в области принятия решений и выдачи рекомендаций экипажу МКС во время критических ситуаций. Данные компетенции необходимо поддерживать и восстанавливать в случае утраты путём прохождения тренировок на специальных тренажёрах. Имеющиеся в распоряжении космических учебных центров стационарные тренажёры являются узконаправленными и не способны предлагать вариативные сценарии развития НШС или АС. Комплексный моделирующий стенд не поддерживает тренировки по АС на Российском Сегменте (РС) МКС, наземный комплекс отработки имитирует телеметрию в ограниченном объёме, а для её приёма и обработки в Центре управления полётами (ЦУП) требуется согласование организационно-распорядительной документации [1].

Специализированное ПО может помочь в решении данных проблем стационарных систем путём реализации программной платформы, охватывающей более широкий спектр возможностей развития нештатных и аварийных ситуаций.

Постановка задачи

Необходимо создать программный комплекс, позволяющий проводить тренировки для специалистов ГОГУ по парированию возможных нештатных и аварийных ситуаций, а также оценивать их уровень подготовки. В частности, для оценивания качества прохождения той или иной тренировки, необходимо разработать соответствующие количественные критерии.

Методы решения

В настоящий момент ведётся разработка программного тренажёра для формирования и восстановления навыков ситуационной поддержки принятия решений сменным руководителем полётов и специалистами Главной оперативной группы управления полётом. Система имеет модульную структуру и представлена следующей функциональной схемой (рисунок 1).

В качестве базы знаний этой системы выступают онтологии – слой представления данных, сформированных с использованием некоего базиса, например, «мета-онтологии Аристотеля», в которой вся предметная область описывается несколькими ключевыми концептами:

- Предметная область состоит из Объектов, определяемых своими Свойствами.
- Свойства позволяют Объектам устанавливать Отношения, которые отражают различные виды связей между Объектами, а также позволяют конструировать сложные Объекты из простых.
- Объекты способны вступать в Процессы, которые изменяют состояния Объектов, их Свойства и могут запускать новые Процессы.
- Объекты, Свойства, Отношения и Процессы характеризуются Атрибутами различных типов, значения которых могут быть фиксированными, либо лежать в некотором диапазоне.

С помощью данного базиса можно составить физическую конфигурацию МКС, а также описать аварийные ситуации и алгоритмы их парирования в виде цепочек действий, исполняемых экипажем и наземными специалистами. Сово-

купность таких цепочек формирует сценарий тренировки для отработки конкретной ситуации на МКС [2].

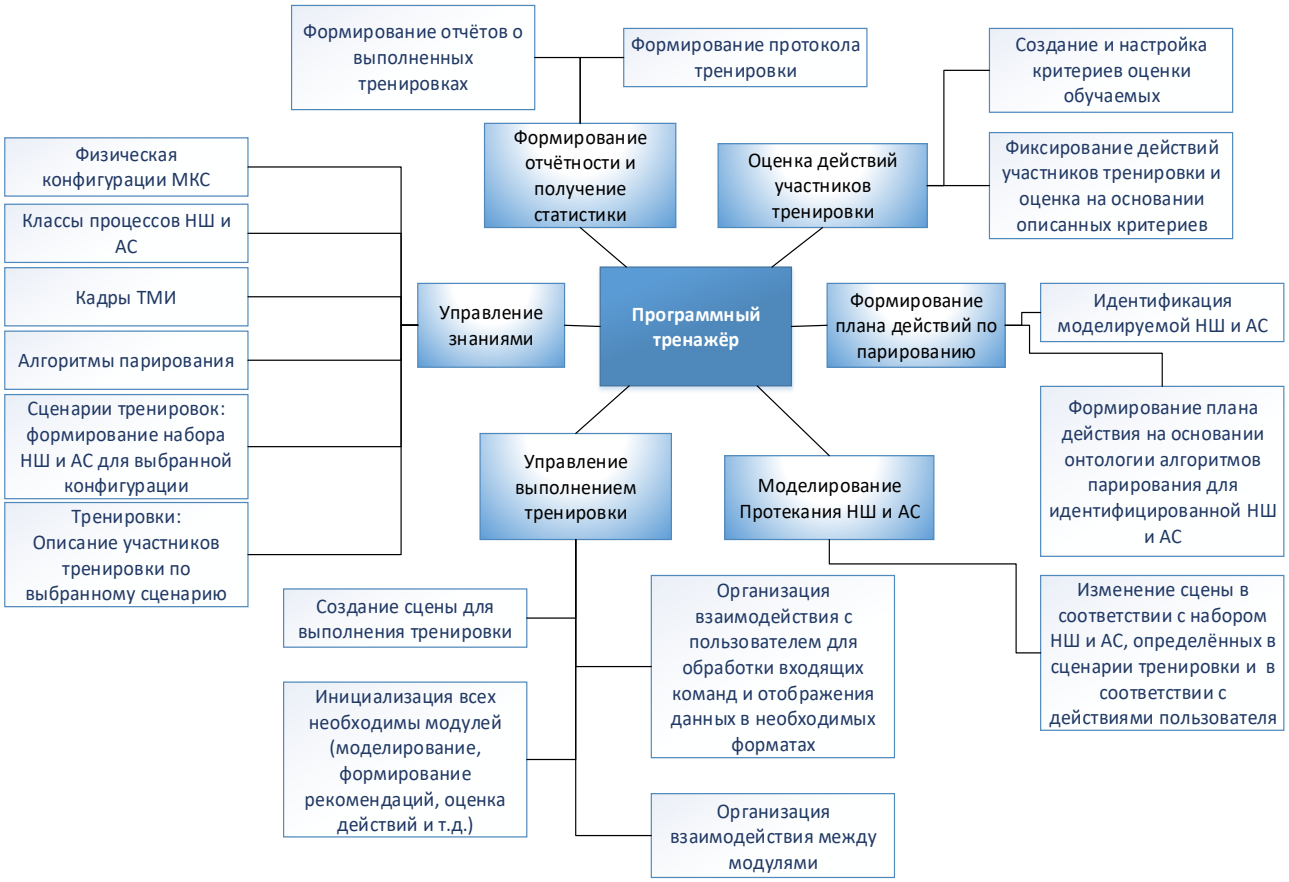


Рисунок 1 – Функциональная схема программного тренажёра

Критерии качества

Для получения количественных критериев качества прохождения той или иной тренировки предлагается на основе анализа фактических действий Обучаемого формировать оценку ошибочных действий, которые группируются по степени ошибки. Результатом анализа является онтология оценки действий, содержащая в себе структуру классов, которые описывают возможные ошибки (рисунок 2). Для каждой степени ошибки в онтологии назначается фиксированное количество штрафных баллов, которые суммируются на протяжении всей тренировки.

В процессе прохождения тренировки необходимо учитывать какие рекомендации для каждого из возможных состояний МКС предлагает Обучаемый, так как от них напрямую зависит успех парирования АС. При создании сценария для каждой выполняемой операции предлагается добавлять список заведомо ошибочных вариантов для отработки навыков понимания целесообразности той или иной операции. Штраф может назначаться как за выполнение действий не по регламенту, так и за невыполнение действий по регламенту.

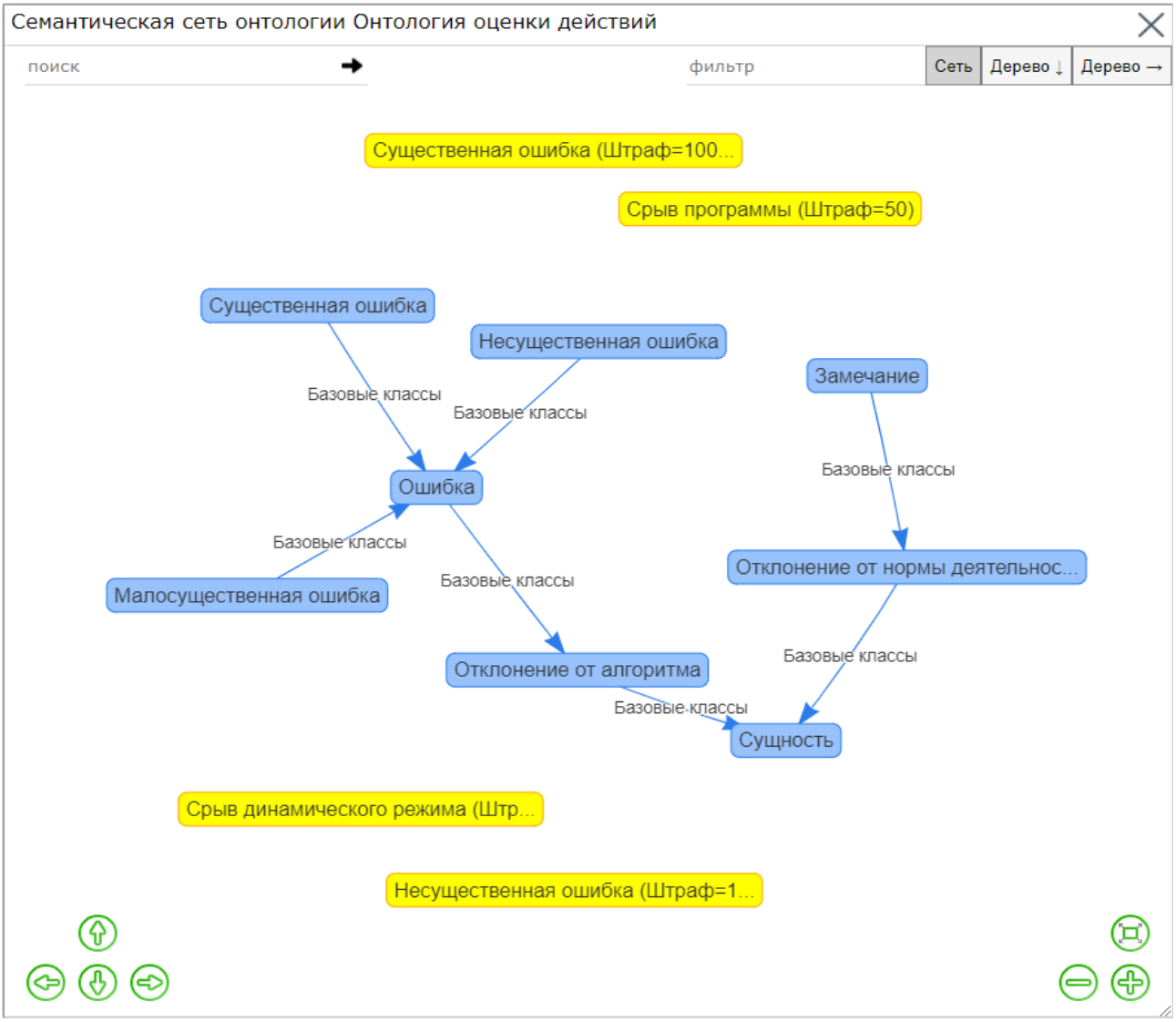


Рисунок 2 – Онтология оценки действий

Цепочки в алгоритме парирования подразумевают собой наличие между операциями связи типа «Конец-Начало», то есть последующая операция не может быть начата, пока не завершится предыдущая. Это также накладывает ограничения на рекомендации, доступные Обучаемому, и добавляет штраф в случае нарушения последовательности.

Помимо одиночных тренировок в системе предусмотрена организация групповых тренировок в режиме реального времени, который предполагает моделирование реальных переговоров всех участников сценария и выполнение операций сценария в установленные сроки. Нарушение данных сроков также формирует штраф для Обучаемого.

По окончании тренировки полученные штрафные баллы суммируются, на их основе вычисляется окончательная оценка Обучаемого, а затем формируется отчёт о прохождении тренировки, доступный Инструктору для анализа.

Заключение

Описан разрабатываемый программный комплекс тренажёра для формирования и восстановления навыков ситуационной поддержки специалистами

ГОГУ. Для оценки качества прохождения тренировок предлагается использовать гибко настраиваемую систему штрафных баллов, выявляющую слабые места в подготовке того или иного специалиста.

Литература

1. Юрыгина Ю.С., Коршиков Д.Н., Носкова А.И. Адаптивный тренажер для формирования и восстановления навыков ситуационной поддержки принятия решений сменным руководителем полетов и специалистами ГОГУ // Тезисы докладов XX научно-технической конференции молодых ученых и специалистов, ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва», 10 – 14 ноября 2014 года. – С. 629-631.
2. Матюшин М.М., Мишурова Н.В., Скобелев П.О., Ларюхин В.Б. Поддержка принятия решений при парировании аварийных ситуаций на борту международной космической станции с использованием интеллектуальных технологий / М.М. Матюшин // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2015.- №2. – С. 52-57.

П.К. Попков

НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ САЙТОМ

(Самарский университет)

Основная цель тестирования – определить динамику потребления ресурсов при различных нагрузках на систему с последующим выводом и выявлением вектора развития разрабатываемой нами системы NapsideCMS.

Для тестирования был выбран ряд популярных систем, как коммерческих так и свободно распространяемых. Ниже приведены их названия и используемые версии: Bitrix Малый бизнес — 17.0.9, WordPress 4.9.1, Drupal 7.56, Joomla! 3.6.5, Umi.cms 16, NapsideCMS 0.1.0 R1, InstantCMS 2.8.2, KodiCMS 12.20.37(master), NetCat Standart 5.8, HostCMS 6.7.6

Время загрузки страницы состоит из двух частей: времени генерации HTML-источника страницы и времени дальнейшей подгрузки содержимого страницы (img, css, js и прочего содержимого, указаного в HTML-источнике). Отдача же физических файлов (картинок, css-файлов и пр.) не использует ресурсы сервера (память, процессор) и не использует SQL-сервер, поэтому не рассматривается в данном исследовании.

Более того, браузеры кешируют многие файлы, поэтому при повторной загрузке сайта и выводе кешированной картинки сервер почти не задействуется. Однако формирование HTML-источника — это процесс, на который сервер тратит свои ресурсы. Построение страницы производит интерпретатор PHP-скриптов. Это делается активном использовании ресурсов сервера: процессора и оперативной памяти, обращений к SQL-серверу. Самое узкое место в быстродействии таких связок — это SQL запросы. Чтобы не было

проблем, кроме правильной структуры и индексирования БД, должны быть правильно сформированы запросы. Интерпретатор PHP не всегда может корректно освободить используемые данные, поэтому обязательным является самостоятельное закрытие соединения с БД (mysql_close). Также нужно рационально использовать память во время работы скрипта с БД, используя mysql_free, иначе результирующие данные запроса так и останутся в памяти до конца работы интерпретатора.

Для проведения экспериментов на хостинге были установлены веб сервер, база данных, дополнительное ПО, необходимое для корректной работы каждой CMS системы. В качестве тестового стенда использовались: Apache 2.2.34, PHP 5.4, MySQL 5.7.20, Zend Engine 2.6.0, Apache benchmark 2.4.

Каждая CMS была установлена в отдельную директорию, после чего в индексируемую страницу встраивался сторонний код, который позволял делать замеры и сохранять результат о времени выполнения скрипта и объеме затраченной памяти.

На выходе был получен файл лог-файл, в котором содержались необходимые данные о времени загрузки скрипта и потреблении оперативной памяти при его выполнении. Для создания запросов на сайт был использован ab (Apache benchmark), без создания параллельных запросов. Стоит отметить, что целью не было тестирование самого сервера apache, лишь получение средних результатов обработки запросов для каждой CMS:

ab -n 1000 http://dir_sX.altmedia.su/ > ~/bench/ab/dir_sX.altmedia.log.

Директории «dir_sX» соответствуют своей CMS и указаны в следующем порядке:s1 - Bitrix, s2 – Wordpress, s3 – Drupal, s4 - Joomla, s5 - Umi.CMS, s6 - Napside CMS, s7 – InstantCMS, s8 – KodiCMS, s9 – NetCat, s10 HostCMS. После сбора данных имеется подробная картина структуры каждой системы по отдельности. А именно, ее полный размер и наполнение базы данных каждой CMS. Эти цифры варьируются от 3мб до 200мб.

Для оценку скорости загрузки скрипта проведено несколько прогонов подряд и собираны все данные по критериям «Минимальное время», «Максимальное время», «Среднее время». На основе этих данных был проведен следующий тест: «Оценка Apache benchmarks», где были собраны полезные данные касающиеся взаимодействия каждой CMS с конечным пользователем.

Так как каждая CMS-система управления сайтом поддерживает работу с каталогами файлов или в качестве интернет магазина, то в данном случае был подготовлен CSV-файл с наполнением каталога, который содержит в себе чуть более 10 000 наименований. Некоторые CMS, такие как wordpress и kodiCMS не поддерживают «из коробки» импорт .csv файлов, поэтому файлы были импортированы напрямую в базу данных. Также стоит отметить, что некоторые CMS требуют определенное представление импортируемых файлов. MySQL – это сервер, принимающий запросы и после обработки отдающий результат. Очевидно, что для увеличения быстродействия требуется снизить количество SQL запросов.

Также проблемой многих CMS являются циклы. Рассмотрим запрос ***SELECT id FROM base WHERE per=1 WHILE { SELECT image FROM base_image WHERE base_id = id }***. Если имеется 200 записей, и 200 пользователей сделавших запрос то будет 201*200=40200 запросов к БД. MySQL является отдельным сервером и запросы поступают по протоколу TCP в бинарном виде. Таким образом PHP отправит 40200 запросов TCP на порт 3306, забивая сетевую карту сервера их обработкой. TCP-соединение в UNIX – это файловый дескриптор, являющийся объектом ядра. 40200 объектов ядра содержат минимум 4 байта каждый только для хранения id. То есть 4 * 40200 = 40 кб данных, которые стоят в очереди. Это расход памяти только на один запрос выборки id позиций с картинками. В итоге, если давать рекомендации, рассматривая наш простой запрос выборки позиций с картинками, лучше сначала запросить необходимые позиции ***SELECT id FROM base WHERE per=1***, сохранить результат и затем создать отдельный запрос картинок ***SELECT image FROM base_image WHILE base_id IN (1,2,3...100)*** — это 2 запроса к базе mySQL от каждого из пользователей и всего 2*200=400 запросов к БД, вместо 40200.

Также важным является использование в CMS внутрисистемного кеширования как результатов запросов, так и внутренних данных скриптов. Это можно достичь разными способами, и желательно использовать несколько одновременно. Начиная от статических функциональных переменных (как локальные хранилища), до файлового кеша, когда результаты большинства SQL-запросов сохраняются CMS во временные файлы, затем используются вместо дубликата запросов. Если циклы, неоптимизированные запросы к SQL и отсутствие алгоритмов кеширования не особо заметны при нескольких одновременных посетителях, то когда посетителей онлайн на сайте 100, 250 и больше, временная разница становится заметно ощутимой. Для этих целей и проводится нагрузочное тестирование. Есть несколько вариантов проведения нагрузочного тестирования. Наряду с профессиональным программным обеспечением такими как Apache Jmeter и Яндекс.Танк, существуют условно бесплатные онлайн решения для быстрого и легкого проведения нагрузочного тестирования сценарным методом сразу для всех CMS. Для этого был использован сервис loaddy.com. Тестирование проводилось по очереди, на каждую CMS по 10 минут, интервалы между проверками — 1 минута. Сначала была дана нагрузка в 100 человек. Результаты нагрузочного тестирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 –Результаты нагрузочного тестирования 100чел./10мин.

Test/CMS	Bitrix	Wordpress	Drupal	Joomla	Umi.CMS	NapsideCMS	InstamtCMS	KodiCMS	NetCat	HostCMS
Доступность	2.91 %	100 %	100 %	100 %	56,37 %	100 %	100 %	76,25 %	92.18 %	100 %
Скорость нагрузки	0.38 с.	0.25 с.	0.22 с.	0.39 с.	0.30 с.	0.19 с.	0.23 с.	0.32 с.	0.29 с.	0.21 с.
Время ответа	0.23 с.	0.13 с.	0.11 с.	0.14 с.	0.21 с.	0.10 с.	0.11 с.	0.19 с.	0.15 с.	0.10 с.
Получено данных	7.22 мб.	5.21 мб.	4.13 мб.	5.18 мб.	4.12 мб.	5.39 мб.	6.65 мб.	5.72 мб.	4.29 мб.	5.30 мб.

Устойчивость сайта при внезапных нагрузках — важный момент. Конечно, постоянная посещаемость в 500 одновременных он-лайн посетителей встречается, мягко говоря, не повсеместно. Это 3.000 посетителей в час или 72.000 уникальных посетителей в сутки, а при действии каждого посетителя раз в 5 секунд — более 8.000.000 хитов. Владельцы сайтов с такой постоянной посещаемостью выбирают выделенные сервера, а не VPS. Однако и владелец небольшого интернет-магазина может давать рекламу, привлекать посетителей, и при кажущейся надежности сайта, в пики рекламной кампании обнаружить значительное снижение доступности сайта и несколько процентов от ожидаемых продаж. Поэтому для нагрузочного тестирования в качестве платформы был использован недорогой виртуальный сервер, рыночная стоимость которого находится в пределах 1000 рублей в месяц. Возможно, на выделенном физическом сервере с индивидуальной настройкой каждой системы под ресурсы, результаты у выбывших CMS были бы немного другими.

Литература

1. Криспин Л., Грегори Д. Гибкое тестирование: практическое руководство для тестировщиков ПО и гибких команд М.: «Вильямс», 2010. — 464 с.
2. Нирав Метха. CMS с открытым исходным кодом. Пособие для начаинающих., 2009. — 340 р.
3. Брамптон М.. PHP5 CMS Framework Development. Июнь 2008. — 328 р.
4. Денис Колисниченко. Движок для вашего сайта. CMS Joomla!, Slaed, PHP-Nuke. — Петербург: БХВ, 2008. — 352 с.
5. Савельева Н. Системы управления контентом (рус.) // Открытые системы. — 2004. — № 4.

О.В. Порубай, А.А. Горовик

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВИОЛЫ-ДЖОНСА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА НА ФОТО И ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

(Ферганский филиал ТУИТ им.Мухаммада ал-Хоразмий)

В связи с быстрым ростом и развитием информационных технологий, большинство направлений техники и науки используют системы, в которых информация носит характер поля (изображения, видеоизображения). Начиная обрабатывать такую информацию возникает множество сложных проблем. Определив ряд этих проблем, можно выделить одну из самых сложных – обработка и распознавание образа на изображении (видеоизображении) [1].

Процессы узнавания и распознавания образов всегда был интересны и значительны, особенно в связи с возрастающими потребностями защиты: охранные системы, верификация пластиковых и кредитных карт, экспертиза в области криминалистики, биометрические системы идентификации, телеконференции и прочее. Смотря на то, что человек хорошо распознает лица людей, многие разработчики программного обеспечения пытаются «научить компьютер» проводить эту процедуру, разрабатывая все большее количество различного рода систем распознавания лица человека.

Описание алгоритма метода Виолы-Джонса. Для решения задачи распознавания лиц используются различные методы. Одним из них является метод Виолы-Джонса, который был взят за основу при написании программы распознавания лица человека на фото и видеоизображениях в реальном времени.

Метод был предложен Полом Виолой и Майклом Джонсом в 2001 году [2,3]. Благодаря своей высокой точности и теоретической основе, данный метод стал приобретать большую популярность среди программистов. Однако, сложные вычисления, используемые в данном методе, по-прежнему нуждались в мощной аппаратной платформе. Данный метод в общем виде использует принцип сканирующего окна. То есть рамка, которая значительно меньше, чем отображаемое в камере изображение, двигается с некоторым заданным шагом по изображению, и с помощью каскада слабых классификаторов ищет черты лица и помечает их.

Обобщенную схему распознавания в алгоритме Виолы-Джонса можно увидеть на рисунке 1.

Метод основывается на следующих основных принципах:

- изображения используются в интегральном представлении –это позволяет быстро вычислять нужные объекты и детали;
- для поиска нужного объекта используются признаки Хаара;
- для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения, используется бустинг (от англ. boost – улучшение, усиление);

- все признаки поступают на вход классификатора, он в свою очередь даёт результат «верно» либо «ложь»;
- используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Требуется подробный разбор принципов, на которых основан алгоритм Виолы-Джонса. Данный метод в общем виде ищет лица и черты лица по общему принципу сканирующего окна.

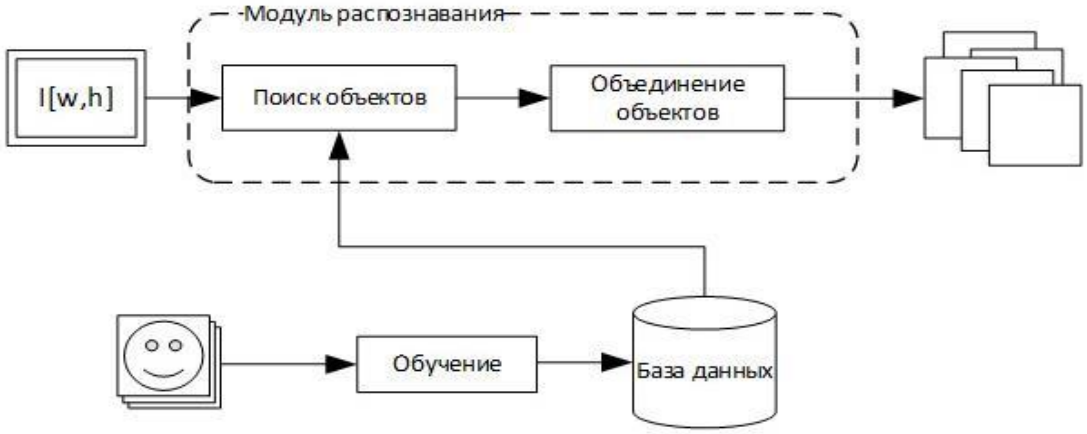


Рис. 1. Обобщенная схема алгоритма Виолы-Джонса

Принцип сканирующего окна. В общем виде, задача обнаружения лица и черт лица человека на цифровом изображении выглядит именно так:

- имеется изображение, на котором есть искомые объекты. Оно представлено двумерной матрицей пикселей размером w*h, в которой каждый пиксель имеет значение:

— от 0 до 255, если это черно-белое изображение;

— от 0 до 2553, если это цветное изображение (компоненты R, G, B).

- в результате своей работы, алгоритм должен определить лица и их черты и пометить их – поиск осуществляется в активной области изображения прямоугольными признаками, с помощью которых и описывается найденное лицо и его черты.

Иными словами, применительно к рисункам и фотографиям используется подход на основе сканирующего окна: сканируется изображение окном поиска, его еще называют «окно сканирования», а затем применяется классификатор к каждому положению. Система обучения и выбора наиболее значимых признаков полностью автоматизирована и не требует вмешательства человека, поэтому данный подход работает быстро.

Анализ перечисленных особенностей и достоинств метода Виолы-Джонса и привел к разработке программы для распознавания лица человека на фото и видеоизображениях, позволяющей находить нужный образ. Разработанная программа позволяет распознавать лица людей в реальном времени.

Структура и алгоритмы работы программы

Программный продукт предназначается для распознавания лиц с фото и видеоизображений, отснятых с камеры видеонаблюдения для автоматического

определения лица на фото или видеоматериале с целью дальнейшего анализа. Применяется в сфере компьютерного зрения и анализа характерных черт лица человека. Разработан на основе алгоритма нахождения и сопоставления простых геометрических фигур чертам лица человека.

Программа запускается при клике на файл DetectorLica.exe. При запуске программы появляется главное окно программы, в котором представлены сведения о времени нахождения лица на изображении и используемая модель распознавания. Данная программа использует открытую библиотеку компьютерного зрения OpenCV для работы и анализа видео.

Для начала распознавания необходимо запустить программу распознавания нажав кнопку «Запустить» откроется следующее окно (Рис. 2).

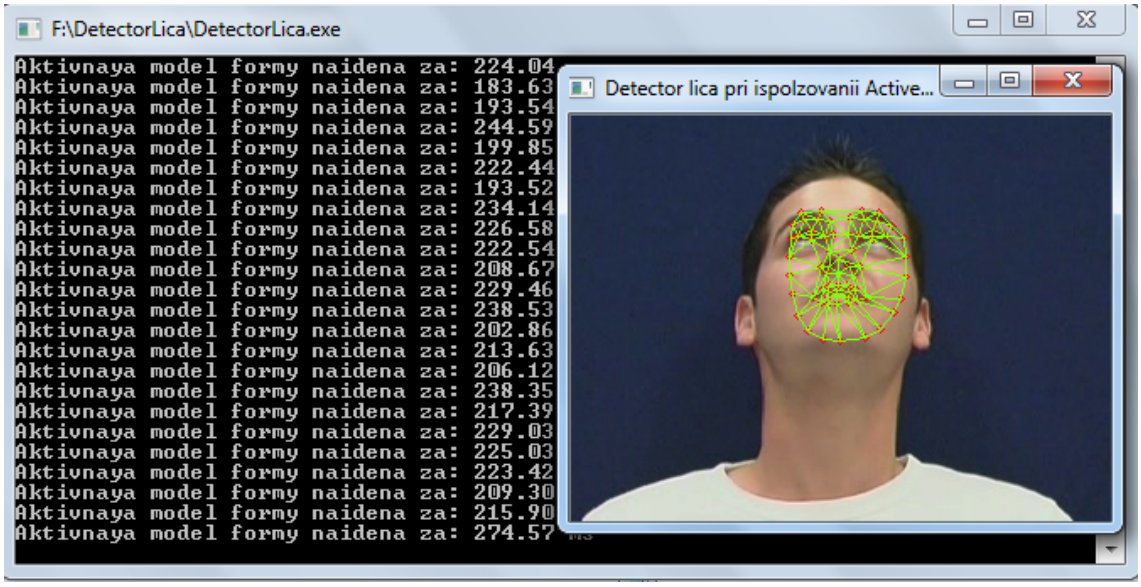


Рис. 2. Распознавание лица на видео

Программа может анализировать данные о лицах, находящихся в кадрах видеоизображения. Обрабатывает каждый кадр отдельно и выводит статистику распознанного на кадре лица и время его распознавания. Если лицо на видео найдено, то программа строит вокруг него зеленую рамку – сетку, определяющую контуры и признаки лица.

Проект программы состоит из следующих файлов и библиотек исходного кода:

1. Основной файл кода - DETECTORLICA.CPP
2. Заголовочный файл библиотеки функций соответствия маски ASM – ASMFITTING.H
3. Библиотека распознавания ASMLIBRARY.DLL
4. Файл распознавания по методу Виола Джонса - VJFACEDETECT.CPP

Программа использует открытую библиотеку распознавания OPENCV 2.4.9, которая помогает решать сложную задачу распознавания лиц. Данная

библиотека легко интегрируется со средой разработки программы MS VisualStudio, в которой написана основная программа распознавания лиц.

Принцип работы программы состоит в следующем:

- программа загружает с входного потока ввода данных изображение или потоковое видео, разделяет на кадры;
- из кадра убирается цветовая составляющая;
- происходит сканирование изображения на предмет черт Хаара по окнам сканирования;
- создается активная модель формы (ASM) для каждого изображения;
- выводится результат в окно.

Возможности предлагаемого программного продукта состоит в том, что программа автоматизирует распознавание лица на фото и видеоматериале освобождая тем самым оператора от многочасового просмотра видеоматериала с целью его анализа в системах видеонаблюдения.

Для примера можно описать работу системы контроля доступа. На входе расположена камера наблюдения, которая контролирует дальнейший доступ входа. При попытке войти, делается снимок лица человека, далее происходит распознавание этого лица. Если лицо соответствует портрету, хранящемуся в базе данных, то считывается дополнительная информация: имя, возраст, должность и т.п. На основе считанных данных система либо дает доступ, либо закрывает его.

Алгоритм работы программы можно представить в следующем виде:

1. Запуск;
2. Генерация шаблона лица;
3. Анализ кадров видеоизображения;
4. Вывод результатов анализа;
5. Вывод рамки вокруг распознанного лица.

Вывод. Предварительные исследования показали, что данный программный продукт имеет практическую значимость и может быть применим, как в промышленности, так и в любой сфере деятельности человека, где необходима система машинного зрения для распознавания лица человека.

Литература

1. Le Cun Y., Bengio Y. Convolutional networks for images, speech and time series // The handbook of brain theory and neural networks. – 1998. – V.7. - №1. – P.255-258.

2. Viola P. and Jones M.J., «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001

3. Viola P. and Jones M.J., «Robust real-time face detection», International Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, 2004., pp.137–154

4. Местецкий Л.М., «Математические методы распознавания образов», МГУ, ВМиК, Москва, 2002–2004., с. 42 – 44

5. Jan ˇSochman, Ji˘r´ıMatas, «AdaBoost», Center for Machine Perception, Czech Technical University, Prague, 2010

М.Р. Рахмонова, Д.Т. Мухамедиева

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЫБОРА МАРШРУТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

(Ташкентский университет информационных технологий)

Задача о выборе маршрута относится к классу NP-трудных задач. Все эффективные (сокращающие полный перебор) методы решения задачи выборе маршрута — методы эвристические («жадные алгоритмы»). В большинстве эвристических методов находится не самый эффективный маршрут, а приближённое решение. Зачастую востребованы так называемые any-time алгоритмы, то есть постепенно улучшающие некоторое текущее приближенное решение.

Задача выборе маршрута может быть сформулирована как целочисленная введением булевых переменных $x_{ij} = 1$, если маршрут включает переезд из города i непосредственно в город j и $x_{ij} = 0$ в противном случае. Тогда можно задать математическую модель задачи, то есть записать целевую функцию и систему ограничений

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} c_{ij} \to \min \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j = \overline{1,n} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = \overline{1,n} \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \qquad i,j = \overline{1,n} \quad (4)$$

Условия (2)–(4) в совокупности обеспечивают, что каждая переменная x_{ij} равна или нулю, или единице. При этом ограничения (2), (3) выражают условия, что коммивояжер побывает в каждом городе один раз в него прибыв (ограничение (2)), и один раз из него выехав (ограничение (3)).

Однако этих ограничений не достаточно для постановки задачи коммивояжера, так как они не исключают решения, где вместо простого цикла, проходящего через n вершин, отыскиваются 2 и более отдельных цикла (подцикла), проходящего через меньшее число вершин. Поэтому задача, описанная уравнениями (2)–(4) должна быть дополнена ограничениями, обеспечивающими связность искомого цикла.

Для того, чтобы исключить при постановке задачи все возможные подциклы в систему ограничений задачи включают следующее ограничение:

$U_i - U_j + n \cdot X_{ij} \leq n-1$, где $U_i \equiv \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, U_j = \sum_{i=1}^{n} x_{ij}, i = \overline{2,n}, j = \overline{2,n}$ и $i \neq j$.

Методы решения задачи о выборе маршрута различны.

К эвристическим методам решения задачи выборе маршрута следует отнести «жадный» алгоритм, на каждом шаге выбирающий ребро наименьшей стоимости из множества рёбер, не нарушающих корректности решения. Эти методы имеют большую погрешность. Хорошо исследована область генетических алгоритмов, показавших свою эффективность для данной задачи, но они довольно громоздки. Метод перебора прост, но только лишь при небольшом количестве итераций.

Решить задачу выборе маршрута можно с помощью алгоритма Крускала. Также нам могут помочь алгоритмы Борувки и Прима, так называемые «жадные алгоритмы» Эти методы ускоряют разработку алгоритма по сравнению с методом полного перебора, однако не всегда дают оптимальное решение. Дадим немного понятия о них.

Итак, имеется n городов, которые нужно обойти. Для этого достаточно проложить $(n-1)$ путей между городами. Как соединить города так, чтобы суммарная стоимость путешествия была минимальна?

В общем случае, задачу можно сформулировать так. Пусть дан связный, неориентированный граф с весами на ребрах $G(V,E)$, в котором V-множество вершин (городов), а E-множество их возможных попарных соединений (дороги). Пусть для каждого ребра (u,v) однозначно определено некоторое вещественное число $w(u,v)$-его вес (длина или стоимость пути). $w(u,v)$ называется *весовой функцией*. Задача состоит в нахождении такого связного ациклического подграфа $T \subset G$, содержащего все вершины, что суммарный вес его ребер будет минимален.

В алгоритме Борувки на первом шаге A состоит из всех вершин G и пустого множества ребер. В начале очередной фазы алгоритма Борувки, для каждой компоненты связности промежуточного остовного леса выбирается *лидер* или *корень* – вершина, сопоставляемая каждой компоненте. Сделать это можно в простейшем случае с помощью обхода A в глубину: вершина, с которой начинается обход очередной компоненты, и будет ее лидером.

После того, как лидеры выбраны, для каждой компоненты связности находится безопасное для нее ребро, по существу методом грубой силы. Как только все такие ребра отобраны, они добавляются к A. Процесс продолжается до тех пор, пока в A присутствует больше одной компоненты связности.

Алгоритм Крускала объединяет вершины графа в несколько связных компонент, каждая из которых является деревом. На каждом шаге из всех ребер, соединяющих вершины из различных компонент связности, выбирается ребро с наименьшим весом. Необходимо проверить, что оно является безопасным. Безопасность ребра гарантируется ранее показанной теоремой о безопасных ребрах. Так как ребро является самым легким из всех ребер, выходящих из данной компоненты, оно будет безопасным.

Остается понять, как реализовать выбор безопасного ребра на каждом шаге. Для этого в алгоритме Крускала все ребра графа G перебираются по возрастанию веса. Для очередного ребра проверяется, не лежат ли концы ребра в разных компонентах связности, и если это так, ребро добавляется, и компоненты объединяются.

Удобно использовать для хранения компонент структуры данных для непересекающихся множеств, как, например, списки или, что лучше, лес непересекающихся множеств со сжатием путей и объединением по рангу (один из самых быстрых известных методов). Элементами множеств являются вершины графа, каждое множество содержит вершины одной связной компоненты.

Указанные алгоритмы легко выполняются при малом количестве вершин в графе. При увеличении их количества задача поиска кратчайшего пути усложняется. Здесь на помощь приходит генетический алгоритм.

Генетический алгоритм — это алгоритм, который позволяет найти удовлетворительное решение к аналитически неразрешимым проблемам через последовательный подбор и комбинирование искомых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию. Является разновидностью эволюционных вычислений. Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «кроссовера», который производит операцию, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе.

Задача кодируется таким образом, чтобы её решение могло быть представлено в виде вектора («хромосома»). Случайным образом создаётся некоторое количество начальных векторов («начальная популяция»). Они оцениваются с использованием «функции приспособленности», в результате чего каждому вектору присваивается определённое значение («приспособленность»), которое определяет вероятность выживания организма, представленного данным вектором. После этого с использованием полученных значений приспособленности выбираются вектора (селекция), допущенные к «скрещиванию». К этим векторам применяются «генетические операторы» (в большинстве случаев «скрещивание» - crossover и «мутация» - mutation), создавая таким образом следующее «поколение». Хромосомы следующего поколения также оцениваются, затем производится селекция, применяются генетические операторы и т.д. Так моделируется «эволюционный процесс», продолжающийся несколько жизненных циклов (поколений), пока не будет выполнен критерий останова алгоритма. Таким критерием может быть: нахождение глобального, либо субоптимального решения; исчерпание числа поколений, отпущенных на эволюцию; исчерпание времени, отпущенного на эволюцию. Генетические алгоритмы служат, главным образом, для поиска решений в очень больших, сложных пространствах поиска.

Таким образом, можно выделить следующие этапы генетического алгоритма:

- создание начальной популяции;
- вычисление функций полезности для особей популяции (оценивание);

- выбор индивидов из текущей популяции (селекция);
- скрещивание и/или мутация;
- вычисление функций полезности для всех особей;
- формирование нового поколения;
- если условия совпали, то решение найдено (конец цикла), если нет, то цикл повторяется.

При разработке генетических процедур основное влияние уделялось разработке с учетом знаний о предметной области методов кодирования решений, модификации генетических операторов и организации эволюционного процесса.

Универсальность генетического алгоритма заключается в том, что от конкретной задачи зависят только такие параметры, как функция приспособленности и кодирование решений. Остальные шаги для всех задач производятся одинаково.

Генетические алгоритмы оперируют совокупностью особей (популяцией), которые представляют собой строки, кодирующие одно из решений задачи. Этим генетический алгоритм отличается от большинства других алгоритмов оптимизации, которые оперируют лишь с одним решением, улучшая его.

Литература

1. Олифер В., Олифер Н. Искусство оптимизации трафика. "Журнал сетевых решений LAN". 2001. №12.
2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. Санкт-Петербург, Изд-во БХВ-Петербург, 2007

А.С. Семёнова

МОДУЛЬ ОЦЕНКИ РЕЦЕНЗЕНТОМ РАБОТ ШКОЛЬНИКОВ

(Самарский государственный техничекий университет)

В настоящее время становится актуальным проблема поддержки одаренной и творческой молодежи. В Самарской области был создан Координационный совет по работе с одаренной молодежью в сфере науки и техники при Администрации Губернатора Самарской области[1]. В рамках работы Координационного совета была сформирована единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области - система «ВЗЛЕТ».

В рамках этой системы, школьники разных классов из разных уголков Самарской области выполняют индивидуальные проекты научной направленности. Эти проекты школьник выполняет совместно с учителем из школы. Для

консультирования и руководства индивидуальными проектам к ученику и школьнику прикреплен научный консультант – сотрудник ведущих высших учебных заведений, университетов и институтов. Таким образом индивидуальный проект выполняется в микро коллективе, в который входит ученик – учитель – консультант. Более трех сот школьников ежегодно принимают участие и отправляют свои работы на конкурс. Оценка работы и подсчет баллов занимают достаточно большое количество времени.

Целью программы является повышение эффективности выявления и развития творчески одаренной молодежи за счет повышения ее мотивации к занятиям творческой деятельностью и научно-исследовательской деятельности, создание всех необходимых условий для максимально полного развития и реализации творческих способностей одаренной молодежи.

Целью моей работы было создание модуля оценки рецензентом работ школьника.

Оценка дается при рассмотрении проектов на региональном конкурсе «ВЗЛЕТ» с использованием системы критериев разработанной специалистами. Критерии помогают раскрыть и оценить работу со всех сторон. Ежегодно на конкурс отправляют работы более трёхсот школьников. Для упрощения проверки и подсчета баллов нами был создан модуль для упрощения оценки рецензента работы школьника.

Для реализации модуля написан программный продукт с использованием языков: Java Script, HTML, PHP. В данном программной продукте был реализован метод анализа иерархий(МАИ)[2]. С помощью МАИ была реализована шкала оценки работ по баллам. Работа модуля происходит в несколько этапов:

1) На первом этапе рецензент выбирает работу школьника.

2)Далее происходит оценивание работы учащегося с помощью теста (Рисунок 1).

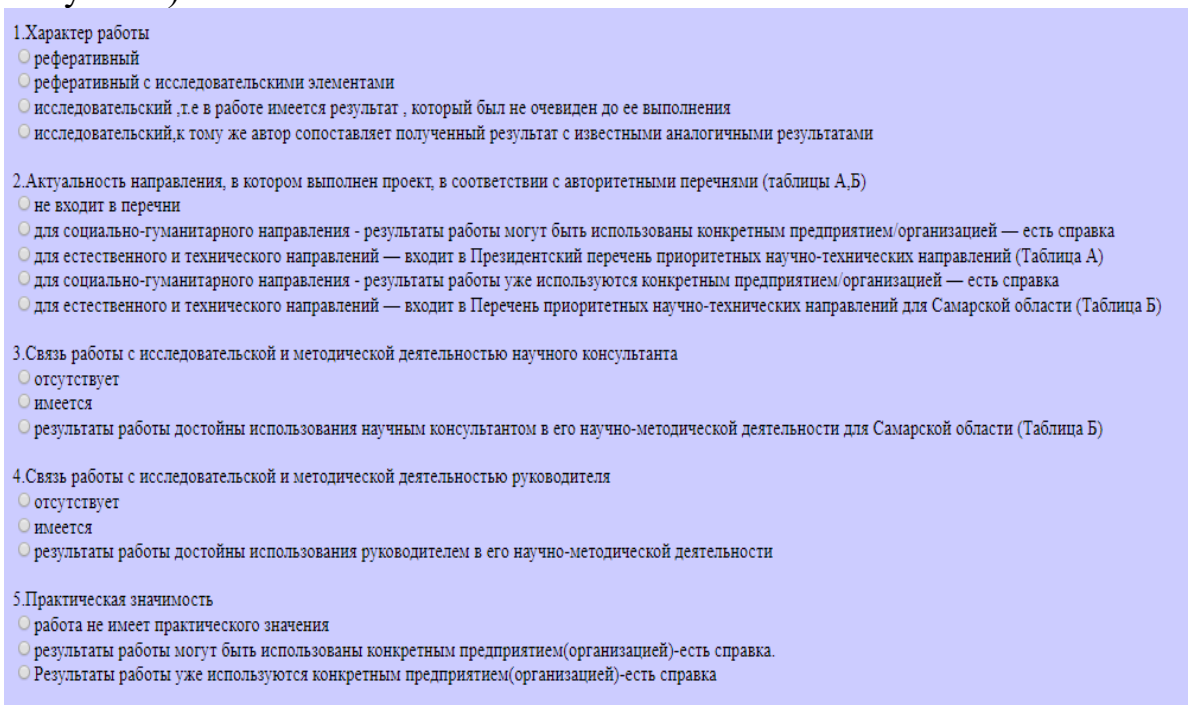


Рисунок 1 – Прохождение теста

Всего в тесте 11 вопросов , в каждом вопросе до двух до пяти вариантов ответа.С помощью метода МАИ [3] определяется колличество баллов за каждый вопрос.

3)На заключительном этапе все баллы суммируются и формируется рейтинг работ учащихся. (Рисунок 2).

РЕЙТИНГ РАБОТ УЧАЩИХСЯ			
№1	Семёнова Анастасия Сергеевна	Тема : История ма..	Баллы:64,7
№2	Гафарова Линара Ансаровна	Тема: Модуль оце..	Баллы:63,5
№3	Киселёв Александр Сергеевич	Тема: Анализ исхо..	Баллы:57,8
№4	Мартынова Анастасия Ивановна	Тема:Изучение ра..	Баллы:51,2
№5	Сёмочкина Лада Сергеева	Тема:Методы сист..	Баллы:49,4
№6	Орлова Мария Игоревна	Тема:Активизация..	Баллы:48,5
№7	Мелешком Александр Юрьевич	Тема:Обзор метод..	Баллы:42,4
№8	Ведёхин Денис Анатоьевич	Тема:Повышение...	Баллы:38,9
№9	Шумаков Глеб Сергеевич	Тема:Методы клас..	Баллы:38,3
№10	Писаренко Светлана Викторовна	Тема:Использован..	Баллы:33,1

Рисунок 2 – Рейтинг работ учащихся

Ранее нами был реализован модуль на основе метода перебора, но по результатам модуля реализованного МАИ мы можем сказать, что МАИ является наиболее эффективным. Во-первых, он позволяет дать более точную оценку за каждый вопрос опираясь на разную важность критериев. Во-вторых, метод значительно сокращает число шагов, проделанных в работе.

Литература

1. Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области. // Режим доступа: http://creative-youth.ru/ Дата обращения: 18.10.17

2. Уварова В.И. Шуметов В.Г. Использование метода анализа иерархий. Учебник - Изд-во Орел: Орел ГТУ, 2007.

3. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.

А.И. Сергеев[1], Д.О. Фирстов[2]

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В САПР НА ПРЕДМЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫБОРА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

([1]ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», [2]Альметьевский филиал ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»)

Обмен данными между системами автоматизированного проектирования (САПР) является ключевой задачей для обеспечения концепции CALS-технологии. Надежный обмен данными в процессе проектирования, с использованием информационных технологий на всех этапах жизненного цикла значительно сокращает время выхода продукции на рынок и общую стоимость разработки.

Выделяют две области передачи данных в САПР - это горизонтальная и вертикальная передача данных.

Горизонтальная передача данных происходит между двумя CAD-системами, где ставится задача изменения геометрической модели. В процессе передачи геометрической информации между CAD-системами выявляется ряд проблем, связанных с особенностями моделирования в той или иной системе. В процессе преобразования модели из одного формата в другой исчезают эскизы, геометрические связи между элементами объекта, а, следовательно, 3D-модель представляется без истории проектирования (дерева построения) и без возможности редактирования ранее созданных элементов [1].

Вертикальная передача данных происходит между CAD-системой и CAM/CAE-системами, где входной информацией является геометрическая модель. В этом случае не стоит задача редактирования ранее созданного объекта. Но в настоящее время модель детали может содержать в себе не только геометрическую, но и технологическую информацию об изделии, передача которой упрощала бы процесс подготовки производства.

Общими требованиями для обоих случаев передачи данных является достоверность созданной 3D-модели.

Существуют два основных подхода для передачи информации между различными САПР. Одним из них является перевод данных из одной системы в другую с помощью встроенных трансляторов (функция экспорта/импорта), а другой с использованием нейтрального, стандартного формата передачи данных.

В большинстве современных САПР реализована возможность экспорта/импорта с помощью трансляторов. В их базовом функционале реализовано до 30 трансляторов перевода в различные форматы файлов.

Если эти 3D-модели должны быть доступны для инженеров, у которых не имеется требуемой САПР, то есть возможность использовать нейтральные форматы.

Для обмена 3D-моделями разработано множество нейтральных форматов (STEP, IGES, X_T, 3DXML, JT и 3D PDF). Каждый из них обладает своими свойствами, такими как точность, размер файла и другие (таблица 1) [2]. Однако, как было отмечено выше, использование нейтрального формата передачи данных в САПР приводит к потере информации о построении.

Таблица 1. Оценка возможностей нейтральных форматов

Область применения	STEP	3D XML	JT	3D PDF
Просмотр	*	**	***	***
Обмен данными	***	*	**	*
Цифровой макет	*	**	***	*
Документирование и архивирование	**	*	**	***
Переносимый PLM-документ	*	*	*	***

Лидерство (32 %) в обмене данными принадлежит нейтральному формату STEP. С учетом 21 % использования формата CATIA V5, на долю обоих приходилось более чем 50 % объема обмена данными. Доли других CAD-платформ в качестве основного формата обмена данными распределялись так: 15 % - SolidWorks; 6 % - NX, Autodesk Inventor, 3D PDF; 3 % - JT, Rhino, DWG; 0 % - Pro/ENGINEER и IGES [3, 4].

Преимущество использования нейтрального формата обмена информации STEP, обусловлено его открытостью, стандартизованностью и возможностью применения в собственных инженерных решениях.

Разработка универсального стандарта STEP (Standard for the Exchange of Product model data) ведется с 1983 г. Данный формат получил статус международного и регламентирован совокупностью стандартов ISO 10303. Целью является определение формы для однозначного представления машинно-ориентированных данных об изделии и обмен этими данными в течении всей жизни изделия [5]. Стандарт состоит из многих частей, которые до настоящего времени полностью не разработаны.

Основой описания объектов и классов в этом формате является язык EXPRESS. Для однозначного понимания информации содержащейся в формате STEP вводятся прикладные протоколы. Прикладным протоколом в STEP называют информационную модель определенного приложения, которая описывает с высокой степенью полноты множество сущностей, имеющихся в приложении, вместе с их атрибутами и выражена средствами языка EXPRESS.

Текстовый файл формата содержит структурированное описание топологии поверхностей геометрической модели, а также некоторые другие атрибуты, в частности, технологические параметры. Структура текстового файла формата STEP стандартизована. Тестовый файл формата начинается со строки ISO-10303-21 и заканчивается строкой END-ISO-10303-21. Между этими записями

заключено тело формата. Первая, заголовочная, часть файла открывается записью «HEADER» и заканчивается «ENDSEC» здесь находится информация о самом файле. Далее следует секция «DATA». Структура секции такова, что строки обозначаются символом # и порядковым номером. После идентификационного номера строки следует ключевое слово и его атрибуты (рисунок 1).

```
ISO-10303-21;
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('STEP AP214'),
  '1');
FILE_NAME('Деталь',
  '',
  ('UNSPECIFIED'),
  ('UNSPECIFIED'),
  'ASCON STEP Converter 1.3',
  'ASCON Math Kernel',
  '');
FILE_SCHEMA(('AUTOMOTIVE_DESIGN { 1 0 10303 214 3 1 1}'));
ENDSEC;

DATA;
#1=SHAPE_REPRESENTATION('NONE',(#2),#6);
#2=AXIS2_PLACEMENT_3D ('',#3,#4,#5);
#3=CARTESIAN_POINT('',(0.,0.,0.));
#4=DIRECTION ('',(0.,0.,1.));
#5=DIRECTION ('',(1.,0.,0.));
#6=(GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT(3)GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT((#8))
GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT((#7,#9,#10))REPRESENTATION_CONTEXT('NONE','NONE'));
#7=(LENGTH_UNIT()NAMED_UNIT(*)SI_UNIT(.MILLI.,.METRE.));
#8=UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT(LENGTH_MEASURE(1.E-005),#7,'NONE','NONE');
#9=(NAMED_UNIT(*)PLANE_ANGLE_UNIT()SI_UNIT($,.RADIAN.));
#10=(NAMED_UNIT(*)SI_UNIT($,.STERADIAN.)SOLID_ANGLE_UNIT());
#11=SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION(#12,#1);
#12=PRODUCT_DEFINITION_SHAPE('NONE','NONE',#13);
#13=PRODUCT_DEFINITION('','UNSPECIFIED',#14,#17);
#14=PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE('ANY','UNSPECIFIED',#15,.NOT_KNOWN.);
#15=PRODUCT('','Деталь','NONE',(#20));
#16=PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY('detail','',(#15));
#17=DESIGN_CONTEXT('detailed design',#18,'design');
#18=APPLICATION_CONTEXT('configuration controlled 3d designs of mechanical parts and assemblies');
#19=APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION('international standard','automotive_design',
2011,#18);
#20=MECHANICAL_CONTEXT('NONE',#18,'mechanical');
#21=CC_DESIGN_DATE_AND_TIME_ASSIGNMENT(#22,#26,(#13));
#22=DATE_AND_TIME(#23,#24);
#23=CALENDAR_DATE(0,1,1);
#24=LOCAL_TIME(0,0,0.,#25);
#25=COORDINATED_UNIVERSAL_TIME_OFFSET(0,0,.AHEAD.);
#26=DATE_TIME_ROLE('creation_date');
#27=CC_DESIGN_APPROVAL(#28,(#13));
```

Рисунок 1 - Файл в формате STEP

Файлы в формате STEP, полученные в разных САПР, отличаются друг от друга, но логика связей, ключевые слова и их атрибуты остаются неизменными [6]. Реализация алгоритма по чтению текстового формата STEP по идентификаторам строки, позволяет определить типы поверхностей, с помощью которых образована деталь. На основе данных, взятых из формата STEP, возможно в автоматическом режиме определить конструкторские элементы детали, что позволяет реализовать автоматический выбор режущего инструмента.

Сформулируем научную гипотезу: имея в наличии 3D-модель изделия в формате STEP, содержащую помимо геометрической и технологическую информацию, мы можем, используя методы искусственного интеллекта, автоматически подобрать режущий инструмент, что позволит значительно сократить время разработки технологического процесса.

Доказательство или опровержение данной гипотезы будет являться предметом научного исследования.

Литература

1. Об эффективности обмена информацией между САПР // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. Райкин Л.И. [и др.]. 2014. № 2 (3). — Режим доступа: URL: http://7universum.com/en/tech/archive/item/1034 (дата обращения: 15.02.2018).

2. Dr. Arnulf Frohlich Сравнение 3D-форматов. Исследование компании PROSTEP / Frohlich Dr. Arnulf // CAD/CAM/CAE Observer. - №4, 2011. – С. 53-62.

3. Малюх, В. Proficiency — параметрические инструменты для трансляции данных. Isicad, № 73 (8), 2010 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=13930 (дата обращения: 15.02.2018).

4. Малюх, В. Форматы данных: кто виноват и как с этим бороться? Isicad, № 79 (2), 2011 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14227 (дата обращения: 15.02.2018).

5. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы: ГОСТ Р ИСО 10301-1-99. – Введ. 1999-09-22. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. - 16 с.

6. Крайнов, В.В. Анализ формата передачи данных STEP. / В.В. Крайнов, М.В. Пономарёв, И.Н. Фролова // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. - №5, 2013. – С. 129-134.

М.А. Ситникова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВСТРАИВАНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева)

Что такое дополненная реальность? Каким образом используется дополненная реальность в онлайн приложениях? Возможно ли встраивание дополненной реальности в веб-приложения? При помощи какого инструмента это можно реализовать? Именно этот круг вопросов рассматривается в настоящей работе.

Сам термин «дополненная реальность» был предложен исследователем корпорации Boeing Томом Коделом в 1990 году. Существует несколько опреде-

лений дополненной реальности. Исследователь Рональд Азума в 1997 году определил её как систему, которая:

- совмещает виртуальное и реальное;
- взаимодействует в реальном времени;
- работает в 3D.

Данная работа очень актуальна в настоящее время, т.к. сервисы дополненной реальности используются в таких областях, как медицина, военная техника, компьютерные игры, кинематография и телевидение.

Каким же образом используются сервисы дополненной реальности? Ответом на этот вопрос могут послужить такие примеры как:

- сотрудничество Microsoft с автопроизводителем Volvo (технология HoloLens помогает клиентам выбирать подходящую конфигурацию автомобиля);
- проект Holoroom сети магазинов товаров для дома Lowe (технология позволяет оценить будущий дизайн кухни или ванной комнаты);
- всеми известная виртуальная примерочная компании IKEA (технология позволяет «примерить» мебель не выходя из дома).

Фрагмент виртуальной примерочной компании IKEA изображен на рисунке 1.



Рис. 1. Фрагмент виртуальной примерочной IKEA

Для построения сервиса дополненной реальности используют различные технологии, облегчающие его создание. Например, Vuforia, ARToolKit, Kudan, Catchoom, Aurasma, InfinityAR. Все эти инструменты реализуют дополненную реальность на основе обнаруженного маркера Aruco.

Однако, перед нами стоит следующая задача: встраивание дополненной реальности в веб-приложение без использования специальных маркеров.

Рассмотрим два различных способа решения данной задачи и реализуем один из них. В обоих способах подразумевается, что в качестве маркера будет использован белый лист размера А4 – подручный материал, который есть у каждого.

Первый способ заключается в написании программы на высокоуровневом языке программирования – Python. Данное приложение должно распознавать как белый лист, так и маркер Aruco. Далее при помощи веб-фрейморка выполняется привязка написанной программы к веб-странице. Это значит, что приложения дополненной реальности будут работать без установки и на устрой-

стве любого формата. Одним из таких является Django – чрезвычайно популярный и полнофункциональный серверный веб-фреймворк. Затем производится наложение картинки на исходное изображение, получая таким образом дополненную реальность. Обнаружение белого листа при этом происходит следующим образом:

- загружается изображение, цвет меняют на оттенки серого и уменьшают резкость;
- выполняется преобразование BGR в HSV, определяется диапазон синего цвета в HSV;
- производится распознавание контуров, выполняется преобразование Хафа;
- оставляем линии, формирующие прямоугольник (принимаем его стороны равными 210 и 297 соответственно).

Обнаружение маркера Aruco происходит при помощи библиотеки OpenCV, а именно с использованием getPredefinedDictionary(cv2.aruco.DICT_4X4_50), где DICT_4X4_50 – необходимый маркер.

Второй способ основывается на создании веб-приложения при помощи инструментария JSARToolKit. За основу был взят ARToolKit v5.3.1, скомпилированный с C++ на JavaScript через EMscriptem — инструмента от Mozilla, который позволяет компилировать код на C/C++ и запускать его в браузерах. Он способен выводить чистый JavaScript. JSARToolKit используют в связке с three.js – библиотекой для отображения дополненной реальности с 3D графикой. В первую очередь, JSARToolKit нужен для того, чтобы запускать ARToolKit в браузере. Далее необходимо реализовать алгоритм обнаружения белого листа на языке Python, наложить на обнаруженный объект маркер Aruco, а затем выполнить привязку данного алгоритма с веб-приложением на основе JSARToolKit.

Таким образом, было рассмотрено использование дополненной реальности в онлайн приложениях. Были разобраны два способа встраивания дополненной реальности в веб-приложение, рассмотрены инструменты для осуществления каждого, а так же реализован один из них.

А.И. Соловьев

ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ

(Самарский университет)

В настоящее время с бурным ростом информации и интернета значительное развитие получила автоматическая обработка текстов. Имеются существенные различия в обработке естественного языка компьютером и человеком - скорость вычислений компьютера значительно выше, и в то же время компьютер значительно хуже понимает естественный язык. Для того, чтобы компьютер лучше понимал естественный язык, необходимо сделать семантический

анализ текста. [8]

Существует множество идей для автоматизации обработки текстов на естественных языках (ЕЯ). Появляются новые сферы применения этой области, реализованы прикладные программные решения задач автоматической обработки текстов ЕЯ.

Наиболее распространенные прикладные задачи обработки ЕЯ:

Машинный перевод. Еще в середине XX века, были разработаны простые программы, в основе которых лежал пословный перевод. В наши дни существует большое количество систем автоматического перевода с разным качеством, применяющих сложные технологии.

Информационный поиск. Наиболее часто используемый функционал поисковых систем. При индексировании текстов, требуется предварительная лингвистическая обработка и создание индексных структур. Современные поисковики в интернете используют векторную модель, при котором запрос состоит из набора слов, а результат представляет выборку документов по индексированию текстов с использованием этих слов. С задачами информационного поиска связаны: реферирование, индексирование, аннотирование, рубрикация и классификация текстовых документов.

Реферирование. Для автоматического реферирования в настоящее время применяется отбор наиболее важных (значимых) предложений текста на основе лингвистических и структурных особенностей текста и используется статистика слов и словосочетаний.

Аннотирование. Для составления аннотации используют перечень ключевых тем с применением лингвистических и статистических критериев.

Классификация. При классификации каждый документ относят к заранее определенному классу с известными параметрами.

Кластеризация. При кластеризации документы разбиваются на кластеры (близкие по тематике документы).

Рубрицирование. Отнесение документа к определенной тематической рубрике.

Формирование ответов на вопросы. Решается путем поиска текстов, потенциально содержащих ответ на задаваемый вопрос.

Анализ тональности текстов и выделение мнений. Широкое применение получил в коммерческих целях и в вопросах анализа общественного мнения.

Поддержка диалога на естественном языке. Как правило, применяется в специализированных базах данных.

Редактирование текстов. Выявление орфографических и синтаксических ошибок в тексте.

Обучение естественному языку. Разработаны программы обучения морфологии, лексики, словари и т.д.

Автоматическая генерация текстов. Спецификой этого направления является автоматический перевод на несколько языков исходя из специфики документа.

Распознавание и синтез речи. Возникающие неизбежно при этом ошибки

автоматически исправляются на основе морфологических моделей и словарей.

Для решения перечисленных задач часто применяют методы машинного обучения.

При обработке текстов естественного языка выполняется:

1. Сегментация- в тексте выделяются предложения и токенов;

2. Морфологический анализ – токены (словоформы) переводятся к леммам или основам слов;

3. Синтаксический анализ - выявляются синтаксические связи и грамматические структуры предложений.

4. Семантический анализ;

WORD2VEC

В настоящее время выделяют следующие виды машинного обучения: деревья решений, наивный байесовский классификатор, логистическая регрессия, метод условных случайных полей, скрытые модели Маркова и нейронные сети. При извлечении информации часто используют методы обучения с учителем (строится модель на обучающей выборке и затем применяется для новых текстов) [2]

В связи с развитием социальных сетей, веб-порталов обработка текстовых данных играет большую роль для разных коммерческих и социологических целей. Повсеместно активно развиваются модели и алгоритмы NLP (Natural Language Processing).

Для NLP основной задачей является исследование моделей представления текстов удобной для автоматической компьютерной обработки. В связи с вышеизложенным, происходит постоянное совершенствование моделей, которые приближены к умственной деятельности человека.

В 2013 году благодаря работам Томаса Миколова возникла идея векторного представления слов с помощью нейронных сетей. Т.Миколов разработал инструмент Word2vec для создания моделей нейронных сетей (предсказательных моделей) [5]

В Word2Vec с помощью алгоритма Skip-Gram(SG), на основании текущего слова предсказываются близлежащие (слова, встречающиеся в похожем контексте) слова.

Word2vec — набор алгоритмов для расчета векторных представлений слов, реализущий две основные архитектуры — «непрерывный мешок со словами» (Skip-gram и Continuous Bag of Words-CBOW).

Обучение Word2vec происходит на большом массиве данных (корпусе). Каждое слово представлено в виде специального вектора (координаты слова). Делается предположение, что слова, близкие по смыслу расположены рядом. CBOW предназначена для предугадывания слов исходя из окружающих его слов.

На основе Word2vec можно построить дистрибутивно-семантическую модель(модель семантических связей между словами). [11]

Различают два основных подходов к моделированию семантики:

1. «Сверху вниз» - подход, построенный на знаниях, очень трудоемкий, требу-

ющий огромных затрат человеческих ресурсов;

2. «Снизу-вверх» - при таком подходе значение извлекается из особенностей употребления слов в тексте;

Для машинного обучения характерен второй подход. При использовании технологии Word2vec задается размерность векторов, заполненная случайными величинами. Во время обучения эти значения будут изменяться. Вектора близких слов будут максимально близки по значению.

Этапы алгоритма векторизации:

1. Синтаксический анализ предложений;
2. Предварительная обработка текста (например, удаление стоп-слов);
3. Процедура связывания слов в предложении (gram-skip);
4. Обработка нейронной сетью;

Данный подход хорошо работает для кластеризации формальных документов (патенты, статьи, новости), но для художественных произведений не подходит. [4]

Принцип работы заключается в поиске связей между контекстами слов. Близкие по контексту слова могут быть семантически близкими. При обучении нейронной сети каждое слово заменяется номером семантической группы – таким образом происходит предсказание контекста данного слова. Для каждого слова векторы фиксированной длины, объединяются, используя кластеризацию.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ И TF-IDF

При компьютерном анализе теста при наличии неоднозначных смысловых конструкций затруднителен анализ смысла текста. При кластеризации слов происходит устранение морфологической неоднозначности и машинный анализ текста по семантическим характеристикам, с учетом всевозможных выражений, которые ранее были доступны лишь человеку. Word2vec создает кластеры сходных по смыслу слов. Используя алгоритмы кластеризации создаются центры кластеров. Количество кластеров определяется эмпирическим путем. [8]

В процессе кластеризации текст переводится в векторное представление и в последующем к ним применяются методы кластеризации, основанные на расстоянии между словами.

Для снижения влияния длины текста на его признаки (признаку соответствует одна n-грамма), используется нормализация количества вхождений на единицу размера текста. При этом каждый признак принимает вид TF (term frequency), который считается как отношение количества вхождений соответствующей n-граммы к общему количеству слов текста. В TF-IDF предполагается, что значимость n-граммы прямо пропорциональна частоте ее появления в документе и обратно пропорциональна в наборе документов, в которых она встречается. Наибольший вес получает n-грамма, чаще всего встречающаяся в данном документе. Признаки документов представляют собой произведение частоты n-граммы и обратной частоты документа (inverse document frequency-IDF). [10]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены вопросы практического применения компьютерной обработки естественного языка. Выявлены широкие возможности применения различных технологий обработки текстов. Рассмотрена технология Word2vec для решения поставленных задач. Преимуществом применения Word2vec является снижение вычислительных затрат при обучении. К недостаткам относится невозможность изменения векторной величины при возникновении такой необходимости для компьютерной обработки.

Данная технология позволяет применять ее для решения очень широкого круга новых задач, например, разведочного информационного поиска, тематического моделирования.

Литература

1. Беляков Д.Е., Кантор В.В. Исследование эффекта добавления негативного сэмплирования при обучении факторизационных машин в задачах построения рекомендательных систем. Информационные процессы. 2017. Т. 17. № 2. С. 159-163.

2. Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э., Клышинский Э.С., Лукашевич Н.В., Сапин А.С Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие.—М.: Изд-во НИУВШЭ,2017.—269с.

3. Буденков С.С. Семантические векторные модели текстов для анализа тональности. Научно-технический вестник Поволжья. 2017. № 2. С. 75-78.

4. Иванов Н.Н. Синтаксический разбор предложения для векторизации текста. Вопросы науки и образования. 2017. № 11 (12). С. 45-46.

5. Кириллов А.Н., Крижановский А.А. Модель геометрической фигуры синсета. Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2016. № 8. С. 45-54.

6. Левченко С.В. Разработка метода кластеризации слов по смысловым характеристикам с использованием алгоритмов WORD2VEC. Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2017. № 20. С. 44-46.

7. Машкин Д.О., Котельников Е.В. Извлечение аспектных терминов на основе условных случайных полей и векторных представлений слов. Труды Института системного программирования РАН. 2016. Т. 28. № 6. С. 223-240.

8. Мишенин А.Н., Нефедова Е.А. Анализ тональности текстов с использованием технологии WORD2VEC.. Естественные и математические науки в современном мире. 2016. № 7 (42). С. 89-97.

9. Науменко А.М., Шелудько С.Д., Юлдашев Р.Ю., Хлебников Н.О., Радыгин В.Ю. Разработка вопросно-ответной системы с нейросетевым обучением на базе современных свободных технологий. Иннов: электронный научный журнал. 2017. № 2 (31). С. 7.

10. Пархоменко П.А., Григорьев А.А., Астраханцев Н.А. Обзор и экспериментальное сравнение методов кластеризации текстов. Труды Института системного программирования РАН. 2017. Т. 29. № -2. С. 161-200.

11. Пескишева Т.А. Анализ применения дистрибутивно-семантических

моделей для пополнения словаря оценочной лексики. Научно-исследовательские публикации. 2017. № 3. С. 6-13.

12. Сбоев А.Г., Воронина И.Е., Гудовских Д.В., Селиванов А.А. Продвинутые нейросетевые модели для решения задачи определения тональности. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2016. № 4. С. 178-183.

13. Смелик Н.Д., Фильченков А.А. Мультимодальная тематическая модель текстом и изображений на основе использования их векторного представления. Машинное обучение и анализ данных. 2016. Т. 2. № 4. С. 421-441.

14. Черноусов Е.О., Чикунов Н.С. Исследование и разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений для службы удаленной технической поддержки на основе методов WORDEMBEDDING. Инновационная наука. 2017. № 12. С. 66-70.

15. Щербаков Д.А. Синтез и ранжирование ответов в поисковых системах типа вопрос-ответ, основанных на онтологической реккурентной структуре связанных данных. Инновационная наука. 2015. № 12-2. С. 153-160.

Е.В. Старкова, С.А. Прохоров

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

(Самарский университет)

На сегодняшний день в условиях стремительного роста текстовой информации в электронном виде и в связи с потребностью в ней ориентироваться, все более актуальной становится проблема построения универсального классификатора текстов, предоставляющего возможность распределения исходного набора статей по нескольким заранее установленным тематикам в соответствии с их смысловым содержанием [1]. Использование такого классификатора позволит сократить трудозатраты на поиск необходимой информации, представленной электронными текстами, а также ограничить поиск относительно небольшим подмножеством документов.

Различные решения данной задачи находят свое практическое применение в таких областях, как составление тематических каталогов, фильтрация спама, классификация сайтов по тематическим каталогам, обработка документооборота и т.д. В настоящее время примерами классификатов текстов являются такие системы как NNCS (Neural Network Classification & Search), TextAnalyistPro, TextCat, CBTReader, а также проект ДИАЛИНГ, который был разработан специалистами факультета лингвистики РГГУ. Однако все они имеют ряд недостатков: во-первых, это коммерческие проекты, стоимость которых достаточно высока, а во-вторых, эти проекты рассчитаны на профессионального пользователя, следовательно, только обучение использованию предлагаемых пакетов займет слишком много времени.

Наиболее распространенными методами решения данной задачи являются методы машинного обучения и методы, основанные на знаниях. Перспективным направлением на сегодняшний день также считается использование метода опорных векторов и метода деревьев решений в качестве основы подобного рода классификатора [2]. Основным преимуществом данных методов является возможность выявления зависимостей, не поддающихся обнаружению при использовании других подходов обработки информации. Методы опорных векторов и деревьев решений в анализе текстовой информации обладают достаточным быстродействием и не зависят от языка предметной области, но при этом, в отличие от многих алгоритмов обработки текстов дают хорошие результаты.

Целью данной работы является исследование возможностей метода деревьев решений и метода опорных векторов в решении задачи классификации текстов в соответствии с их смысловым содержанием, проектирование и реализация классификатора текстов на естественном языке, а также сравнение результатов, полученных при реализации данных методов.

В качестве входных данных для каждого метода классификации было выбрано 7 тематик, содержащих 150 текстовых фрагментов.

Подход к решению задачи классификации текстов без предварительной обработки данных дает плохие результаты, так как задача обладает рядом особенностей:

1. разреженность пространства;
2. высокая размерность пространства;
3. нестатистический характер данных;
4. большой объем данных.

В данной работе была выполнена предобработка входных векторов-документов в виде векторизации данных *TF-IDF*, что позволило учесть описанные выше особенности пространства и сделать признаки более информативными.

TF — отношение числа вхождения некоторого слова к общему количеству слов документа. Таким образом, оценивается важность терма t в пределах отдельного документа d.

IDF — инверсия частоты, с которой некоторый терм встречается в документах коллекции. *IDF* учитывает тот факт, что если терм встречается во многих документах множества, то он не может являться существенным критерием принадлежности документа рубрике и наоборот [3].

В модели *TF-IDF* каждому терму t документа d ставится в соответствие величина:

$$\mathrm{TF} * \mathrm{IDF} = \mathrm{TF}(d,t) \cdot \log_2\left(\frac{N}{\mathrm{df}(t)}\right)$$

где *tf(d,t)* – это частота терма t в документе d, N – число документов в корпусе, *df(t)* – количество документов в которых встречается терм t.

В данном исследовании классификатор на базе деревьев решений представляет собой дерево, узлами которого являются термы t_k, каждое ребро обо-

значено условием $\geq v_k$или $<v_k$, а листья помечены как c_iили $\bar{c}_i$. Чтобы классифицировать документ d_iв категорию c_iили $\bar{c}_i$необходимо пройти по узлам дерева начиная с корня, сравнивая веса терма в документе w_{kj}со значениями v_kна ребрах (рис. 1).

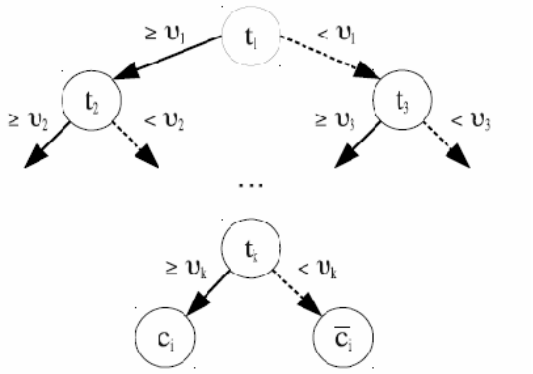


Рис. 1. Дерево решений для категории c_i

В данном методе был применен алгоритм CART для усечения дерева, чтобы уменьшить эффект переобучения. В данном алгоритме каждый узел дерева решений имеет двух потомков. На каждом шаге построения дерева правило, формируемое в узле, делит заданное множество примеров на две части – часть, в которой выполняется правило и часть, в которой правило не выполняется [4]. Для выбора оптимального правила используется функция оценки качества разбиения. В алгоритме CART идея неопределенности формализована в индексе Gini:

$$\text{Gini} = 1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2,$$

где T — текущий узел, а pi — вероятность класса i в узле T.

В таблице 1 приведены результаты точности классификации в зависимости от настраиваемого параметра данного метода — глубины дерева.

Таблица 1. Зависимость точности классификации от глубины дерева

Глубина дерева	**Средняя точность классификации, %**
15	32
30	40
45	54
60	59
90	61
100	63
115	64
130	62

Из таблицы видно, что наилучшие результаты для данной выборки текстов были получены при значении глубины дерева 115. При дальнейшем увеличении глубины наблюдается эффект переобучения.

Метод опорных векторов (SVM) заключается в нахождении гиперплоскости в пространстве признаков, разделяющей его на две части: положительные

примеры в одной и отрицательные в другой — у которой минимальное расстояние до ближайших примеров максимально [5]. Некоторая выборка линейно разделима, если в ней возможно получить линейный пороговый классификатор:

$$\text{sign}\left(\sum_{i=1}^{m} w_i * x^i - w_0\right) = sign(\langle w, x\rangle - w_0),$$

где $x = (x^1, \dots, x^n)$ – признаковое описание объекта x; вектор $w = (w^1, \dots, w^n) \in R^n$ и скалярный порог $w_0 \in R$ являются параметрами алгоритма. Таким образом, задача состоит в том, чтобы подобрать значения вектора w такие, при которых функционал, определяющий число ошибок, равен нулю:

$$\sum_{i=1}^{n} [y_i(\langle w, x_i\rangle - w_0) \le 0] = 0.$$

Наилучшие результаты при использовании метода опорных векторов были получены при установлении предельного параметра ошибки в 1, в качестве ядра была выбрана радиальная базисная функция, коэффициент ядра равен 2. При указанных параметрах средняя точность классификации составила 79%.

В таблице 2 приведены результаты сравнения точности классификации методов опорных векторов и деревьев решений в зависимости от заданных тематик при оптимальных параметрах для каждого метода.

Таблица 2. Результаты классификации текстов

Тематика	**Деревья решений**	**SVM**
Внешняя экономика	58%	80%
Налоги	54%	69%
Медицина	70%	83%
Туризм	68%	95%
Недвижимость	64%	71%
Наука	47%	58%
Финансы	69%	97%

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что метод опорных векторов показал лучшие результаты, чем метод деревьев решений.

Также по результатам исследований было установлено, что один и тот же уровень точности классификации достигается за счет соблюдения баланса между величиной обучающих текстов и их количеством. Чем меньше по размеру обучающие тексты, тем больше их должно быть в обучающем множестве, соответственно, чем фрагменты больше – тем меньшим их количеством можно обойтись.

Литература

1. Леонтьева, Н. Н. Автоматическое понимание текстов: системы, модели, ресурсы [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Н. Н. Леонтьева – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 304 с.

2. Владимир В.В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. – МЦМНО, 2013. – 390 с.

3. Губин, М. В. Модели и методы представления текстового документа в системах информационного поиска [Текст]: дис. канд. физ.-мат. наук: защищена 22.03.05: утв. 15.12.05/ М. В. Губин – М., 2005. – 95 с.

4. Деревья решений – CART математический аппарат [Электронный ресурс]. – https://basegroup.ru/community/articles/math-cart-part1(дата обращения 19.03.2018).

5. Воронцов, К.В. Математические методы обучения по прецедентам [Электронный ресурс]. – http://www.ccas.ru/voron/download/SVM.pdf (дата обращения 20.03.2018).

А.В. Сурков, В.Г. Литвинов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

(Самарский университет)

В настоящее время искусственные нейронные сети используются во множестве сфер человеческой деятельности и показывают весьма впечатляющие результаты. Одной из задач, которую можно решать с помощь этого инструмента является предсказание погоды для разных временных промежутков. Конкретная задача интересна как с научной точки зрения, так и с коммерческой.

Существует несколько основных методов прогнозирования погоды:

1. Синоптический метод составления прогнозов погоды основан на анализе карт погоды. Сущность этого метода состоит в одновременном обзоре состояния атмосферы на обширной территории, позволяющем определить характер развития атмосферных процессов и дальнейшее наиболее вероятное изменение погодных условий в интересующем районе. Осуществляется такой обзор с помощью карт погоды, на которые наносятся данные метеорологических наблюдений на различных высотах, а также у поверхности земли, производимых одновременно по одной программе в различных точках земного шара. На основе подробного анализа этих карт синоптик определяет дальнейшие условия развития атмосферных процессов в определенный период времени и рассчитывает характеристики метеоэлементов – температуру, ветер, облачность, осадки и т.д.

2. Численные (гидродинамические) методы прогноза погоды основаны на математическом решении системы полных уравнений гидродинамики и получение прогностических полей давления, температуры на определенные промежутки времени. Точность численных прогнозов зависит от скорости расчета вычислительных систем, от количества и качества информации, поступающей с метеостанций. Чем больше данных, тем точнее расчет.

3. Статистические методы прогноза позволяют по прошлому и настоящему состоянию атмосферы спрогнозировать на определенный будущий период времени состояние погоды, т.е. предсказать изменения различных метеоэлементов в будущем. Часто выбирается комплексный подход – использование сразу нескольких частных методов прогноза одной и той же характеристики состояния атмосферы с целью выбора окончательной формулировки прогноза.

Одним из статистических методов прогнозирования погоды является применение искусственных нейронных сетей обученных на основе большого количества собранных в прошлом данных. Точность прогнозирования зависит от количества и качества статистики, а также от алгоритмов обучения и архитектуры нейронных сетей.

Данная работа посвящена созданию аппаратно-программного комплекса прогнозирования погодных условий. Для достижения этой цели требуется решить следующие задачи:

1. Создание аппаратного комплекса для сбора и обработки метеоданных.
2. Сбор достаточного количества метеорологических данных для обучения нейронных сетей.
3. Создание и обучение нейронной сети с использованием предварительно обработанных данных.

Принцип работы всей системы должен быть таким, что на некоторой местности, для которой будет строиться прогноз, заранее устанавливается устройство сбора метеоданных, которое начинает накапливать необходимую для первого прогноза информацию. Когда устройство соберет достаточное количество данных, оно должно в режиме реального времени строить краткосрочный прогноз погодных условий.

Разработанная аппаратная часть представляет собой два портативных устройства (рис. 1) под управлением микроконтроллеров. Одно служит для сбора, хранения и передачи метеоданных. Устройство включает в себя следующие датчики: барометрический датчик давления и датчик температуры (находится непосредственно в корпусе устройства), датчик влажности и температуры (расположен снаружи, так что считывает температуру потока) а также крыльчатка в паре с датчиком холла для считывания скорости ветра. Кроме того, в составе устройства присутствует карта памяти и радио модуль. Второе устройство служит для обработки и отображения получаемой по радио каналу информации. Система является авторской разработкой и имеет коммерческое применение в сфере беспилотных летательных аппаратов, а также авиамодельного спорта. На отдельные её части имеется авторское свидетельство [1].



Рисунок 1 – Устройство сбора метеоданных

Программная часть, кроме прошивок самих устройств, включает в себя комплекс программного обеспечения для обучения и применения нейронной сети, на основе собранных устройством, описанным ранее, данных. Сама нейронная сеть реализована на языке C++.

Для решения поставленной задачи был выбран многослойный персептрон [2, 3]. Это обусловливается относительной простотой его реализации, а также небольшими вычислительными затратами при использовании обученной нейронной сети. Нейроны в сети имеют униполярную сигмоидальную функцию активации $f(x) = \frac{1}{1+e^{-\beta x}}$. Начальная инициализация весов происходит случайным образом в пределах $[-\frac{1}{N}; \frac{1}{N}]$, где N – количество выборок для обучения. В процессе обучения методом градиентного спуска минимизируется следующая функция потерь $E(W) = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{p}\sum_{k=1}^{M}(y_k^{(j)} - d_k^{(j)})^2$, где W – вектор весовых коэффициентов сети, p – количество выборок для обучения, M – количество нейронов в выходном слое, $y_k^{(j)}$ выход k-го нейрона в выходном слое на j-той выборке, $d_k^{(j)}$ – k-тое целевое значение на j-той выборке.

Сеть обучается с использование алгоритма стохастического градиентного спуска. Для предотвращения остановки алгоритма в локальном минимуме целевой функции применяется так называемый момент инерции антиградиента, являющийся аналогом одноимённой физической характеристики объекта, который имеет массу [4]. Для каждого весового коэффициента он вычисляется как значение этого весового коэффициента в момент времени t помноженный на некую отрицательную константу, задаваемую исследователем и применяется для нахождения значения весового коэффициента t+1.

При константе равной нулю момент инерции не используется и алгоритм сводится к обычному стохастическому градиентному спуску. Для внутренних слоёв нейронной сети коррекция весов вычисляется на основе метода обратного распространения ошибки [3]. Условия окончания обучения: достижение заданного максимального количество эпох; достижение функцией потерь заданного значения; изменение функции за две последних эпохи обучения не превышает заданное значение. В течение одной эпохи весовые коэффициенты могут корректироваться как единожды, так многократно, для реализации так называемого закрепления обучающего эффекта. Этот параметр так же настраиваемый.

```
start at 2017.07.08__15-34-19
Static temperature [C]; dynamic temperature [C]; pressure [mm];wind [mps];
relative humidity [%]; batery [V]
26.53; 26.64; 739.01; 0.00; 43.60; 4.07
26.53; 26.66; 738.86; 0.00; 43.70; 4.07
26.56; 26.67; 738.91; 0.00; 43.83; 4.08
```

Рисунок 2 – Структура исходных данных

Исходные данные имеют структуру, показанную на рисунке 2. Каждая строка хранит ежесекундные показания с датчиков (температура, давление, влажность и т.д.). Полный набор данных представляет собой множество фай-

лов, записанных на интервале в 10 месяцев. Так как эти данные в естественном виде непригодны для обучения нейронной сети, необходимо выполнить их предобработку. Во-первых, параметры необходимо усреднить по периодам с равным интервалом. Во-вторых, в некоторые моменты времени система сбора была отключена и, как следствие, в данных образовались пропуски, которые необходимо устранить (например, заполнить средним значением). В-третьих, перед началом обучения все входные и выходные признаки необходимо отмасштабировать на интервал [0;1].

В рамках данной работы был обучен многослойный персептрон, способный прогнозировать показания статической температуры на час вперёд. Для его обучения весь набор исходных данных был усреднён с интервалом в один час. Для входного кортежа данных было использовано 4 признака: статическая температура, давление и влажность за время t_0, t_0-1, t_0-2, t_0-4, t_0-6, t_0-24 и час суток на момент t_0. В качестве выходного значения был принят один параметр статической температуры за время t_0+1. Всего на вход было подано 19 признаков, один ожидался на выходе. Обученная сеть состоит из 4-х скрытых слоёв по 200, 100, 50 и 25 нейронов соответственно, количество которых подобрано опытным путём. Коэффициент момента инерции был выставлен в 0, количество повторов обучения на одном кортеже было равно 1.

Результат прогнозирования температуры обученного многослойного персептрона показан на рисунке 3. График соответствует интервалу от 7 марта 2018 года до 21 марта 2018 года. Эти данные не участвовали в обучении.

В ходе исследовательской работы был обучен многослойный персептрон способный давать краткосрочный прогноз температуры с высокой точностью (среднее абсолютное отклонение ≈ 1 C°). Результаты планируется внедрить на реализованные портативные устройства.

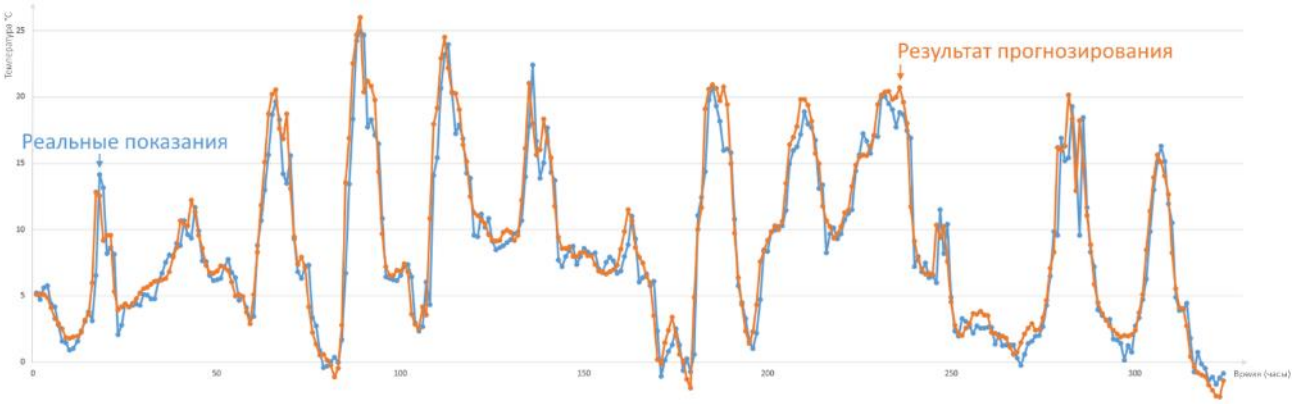


Рисунок 3 – Результат прогнозирования нейронной сетью

Литература

1. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2017663122. Программа прошивки микроконтроллера в устройстве для системы сбора, обработки, накопления и ретрансляции метеоданных. / А.В. Сурков, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с пол. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. – Издательский дом Вильямс, 2008.
4. Nesterov Y. et al. Gradient methods for minimizing composite objective function. – 2007.

Н.К.А. Табет [1], В.С. Фетисов[2]

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТОЛЩИНЫ ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НЕФТЕПРОВОДАХ

([1] Аденский университет, Республика Йемен
[2] Уфимский государственный авиационный технический университет)

Парафиновые отложения в нефтепроводах представляют собой серьезную проблему для всех нефтетранспортных компаний. Ежегодно тратятся огромные средства на очитку внутренних поверхностей трубопроводов от этих вредных отложений. Если вовремя не производить такую очистку, то просвет сечения нефтепровода может сильно сузиться, сильно затрудняя транспортировку нефти, или перекрыться вовсе (рис.1).

Для удаления парафина из труб применяют различные способы: механические (очистка с помощью специальных самоходных снарядов, перемещающихся внутри трубы и удаляющих парафиновые наросты скребками, щетками или поршнями - в англоязычной литературе этот метод именуется *pigging* [1]); тепловые (с помощью нагрева трубопровода по длине или прокачки горячей жидкости и растапливания тем самым парафинового отложения); химические (с применением различных растворителей, закачиваемых в трубу) [2].



Рис. 1. Образцы срезов нефтепроводов с парафиновыми отложениями

Для планирования и эффективного проведения таких дорогостоящих мероприятий нужна информация о текущем состоянии отложений в трубе и прогноз их развития.

Измерение толщины отложений может производиться различными методами: ультразвуковым [3], диэлькометрическим [4], радиоизотопным [5], тепловым [6] и др.

Наиболее интересны для потребителя средства измерения отложений, основанные на методах неразрушающего контроля, т.е. такие, которые устанавливаются на внешней поверхности трубы без врезки в нее.

Главное требование к таким средствам измерений – это метрологическая надежность, которая может быть обеспечена путем их интеллектуализации, т.е. наделения их свойствами, позволяющими работать в условиях существенной неопределенности, сбоев и отказов отдельных подсистем. Это, в свою очередь, может быть обеспечено за счет избыточности. Например, за счет применения нескольких датчиков, основанных на различных физических принципах. Немаловажными требованиями являются также простота эксплуатации и безопасность.

Исходя их указанных требований авторы предложили интеллектуализированную систему измерения толщины парафиновых отложений на основе комплексирования сигналов, получаемых от ультразвуковых и тепловых датчиков.

Наиболее надежным методом измерения толщины парафиновых отложений на сегодня является ультразвуковой метод, основанный на излучении через стенку трубы ультразвукового импульса и регистрации отраженных сигналов от поверхностей раздела фаз. Важным достоинством метода является возможность установки измерительного устройства на наружной поверхности трубы без нарушения ее целостности. Причем для надежного измерения в условиях неравномерности отложений по длине окружности сечения трубы (см. крайний правый пример на рис.1) желательно проведение измерений в двух и более нап равлениях, перпендикулярных поверхности трубы.

Другим удобным неразрушающим методом является тепловой, который имеет множество модификаций. Например, в одной из его реализаций на трубопроводе соосно с ним устанавливают источник тепла в виде кольца, снимают градиент температуры в направлении от источника тепла вдоль трубопровода на его поверхности, по которому судят о размерах отложений внутри трубопровода.

Описанные методы нельзя назвать быстродействующими (время цикла измерения составляет несколько миллисекунд для ультразвукового метода и несколько секунд или минут для теплового), но в данном случае быстродействия и не требуется – медленная динамика накопления отложений вполне позволяет использовать такие датчики.

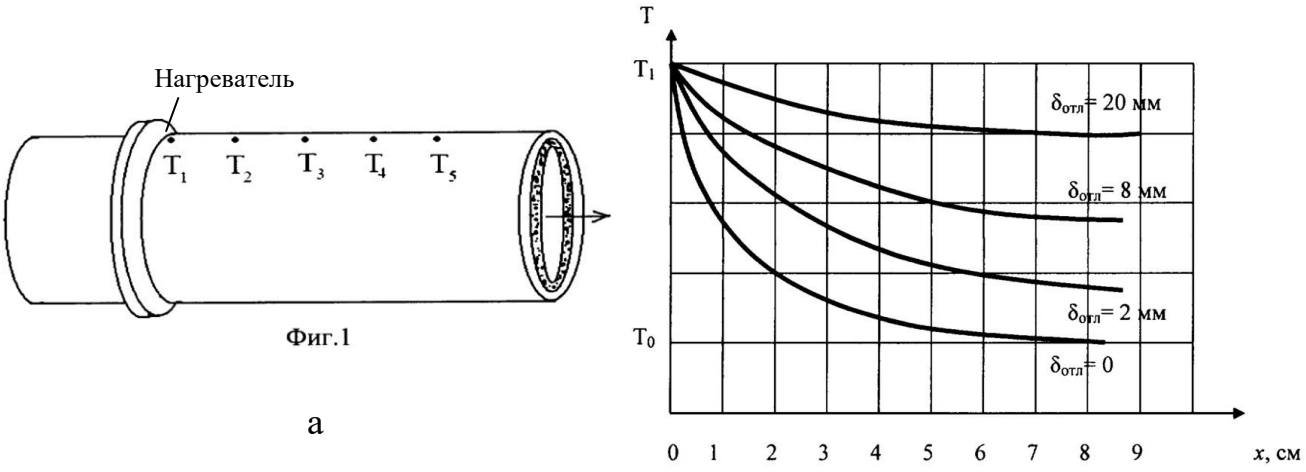


Рис. 2. Одна из реализаций теплового метода измерения толщины отложений:
а – расположение датчиков температуры на трубе,
б – градиент температуры для разных отложений

В алгоритм работы системы заложена процедура фильтрации с использованием фильтра Калмана. Результирующие значения толщины отложений вычисляется в виде взвешенной суммы результатов ультразвуковых и тепловых измерений, где весовые коэффициенты обратно пропорциональны дисперсиям оценок этих результатов. Эта процедура часто используется в авиационных системах [7].

В программное обеспечение модуля обработки сигналов ультразвукового датчика входит также процедура обнаружения некондиционности измерений, которая распознает такие ситуации как прохождение по трубе объекта, вызывающего кратковременные аномальные изменения сигнала (прохождение воздушного пузыря или очистного устройства). Аналогичная процедура обнаружения критической помехи есть и в обработчике сигналов теплового датчика. В любом случае некондиционность сигналов приводит к изменению режима комплексирования результата: некондиционные текущие отсчеты вовремя исключаются из рассмотрения.

Сочетание двух типов датчиков позволяет более эффективно выполнять измерения толщины отложений в разных диапазонах. В диапазаоне малых толщин, где работа ультразвукового датчика осложнена наличием «мертвой зоны» (до 20 мм) предпочтительнее использовать информацию с теплового датчика. В диапазоне толщин более 20 мм эффективнее использовать ультразвуковой датчик.

Комплексирование сигналов указанных датчиков позволяет одновременно не только снизить уровень погрешности измерений толщины отложений и повысить их надежность, но и сохранить живучесть системы в случае отказа одного из датчиков.

Литература

1. Cordell J., Vanzant H. The Pipeline Pigging Handbook, Third Edition Clarion Technical Publishers, Houston, 2003.
2. Хасанова К.И. Развитие технических средств и технологий очистки нефтепроводов от асфальтосмолопарафиновых отложений: Дисс. канд. техн. наук. Уфа, Уфимский гос. нефтяной техн. университет, 2013.
3. Индикаторы прохождения очистных устройств по нефтепроводу УЛИС/УЛИС-А // Сайт компании «Росэнергоучет». 05.09.2017.
http://www.rosenergouchet.ru/production/production_15.html
4. Орлов А.И. Метод оперативного контроля состояния парафиновых отложений при очистке демонтированных нефтепроводных труб: Дисс. канд. техн. наук. Казань, Казанский гос. энергетический университет, 2011.
5. Семенюк А.В., Коптева А.В. Неразрушающий метод контроля АСПО в магистральном нефтепроводе // Современная наука и практика. №4 (9). 2016. С.48-53.
6. Ахмедов Г.Я. Способ определения толщины отложений на внутренней поверхности трубопроводов // Патент РФ № 2344338: МПК F17 D 1/16, G01B 17/02; опубл. 20.01.2009. Бюл. № 2.
7. Борисов Е. Г., Турнецкий Л. С. Комплексирование координатной информации в бортовой многодатчиковой системе наблюдения // Информационно-управляющие системы. 2012. № 2. С. 67-73.

Ю.Ж. Хожамкулова

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЛИВА РИСА

(Ташкентская научно-опытная станция риса, зерновых и бобовых культур)

В настоящее время по разработанным и принятым рекомендациям в Узбекистане для полива риса расходуется от 16 до 24 тыс. $м^3$/га воды за один год в зависимости от сорта и его вегетационного периода. Этот показатель в три раза больше чем расход воды для риса в Китае или в Японии, так как у них расход воды составляет 6-8 тыс. $м^3$ /га за вегетационный период каждый год в Узбекистане сильно ощущается нехватки поливной воды для сельскохозяйстенных культур, особенно для основной культуры региона хлопчатника. Поэтому посевы риса осуществляются в залежных долинах реки Амударьи и Сирдарьи, где невозможно выращивать другие сельскохозяйственных культур из-за залежности и засоленности почв на этих площадях, а также постоянно проводятся различные меры связанные с уменьшением расхода поливной воды /1,2/.

Одним из таких острых мер пути уменьшении расхода поливной воды является разработка различных мероприятий по режиму орошения и изучению новых норм полива риса.

В связи с этим с 2016 -2017 года проводились и еще продолжаются опыты по этому направлению. На опытных участках Ташкентской научно-опытной станции риса и зернобобовых культур на двух почвенных агротехнических фонах были посеяны различные сорта риса с постоянным затоплением на глубину 5;10;15 и изменчивой 5-15 см слоя воды. Опыты проводились в четырех кратной повторности на делянках размером 56м^2. Посеянные сорта риса относились к трем группам по периоду спелости: раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые. Позднеспелые сорта были посеяны в конце апреля месяца, среднеспелые 20 и раннеспелые 30 мая согласно по сортовой агротехнике этих сортов.

Чтобы сохранить водный слой в обусловленном состоянии были установлены треугольные водомеры Томсона, где вода протекала и на делянках водомерной рейке. Три раза в сутки были отмечены поток воды и регулировались уровни потока на водомеры. Согласно методики в опытах проводились фенологические наблюдения, отмечались наступление и период развития различных фаз растений. В конце вегетации получены пробные снопы для биометрического анализа и определялась урожайность каждой делянки в отдельности. В первом почвенном фоне после осенний зяби были проведены весной чизеливание, мала – боронование, а затем затопление в нужном слое воды. Во втором фоне после затопления водой были проведены дополнительно фрезерование почвы по воде.

Семена были посеяны путем ручного сброса заранее замоченными на 2 суток семенами риса из расчета 5 млн. прорастаюшихся семян на 1 гектар площади.

Перед посевом на делянках по воде специально сами ходили, вода взбалтывались, помутнялись чтобы засеянные семена оставались под слоем почвенной грязи. Получились очень дружные всходы в среднем 290-330 штук на 1м^2 площади. Почвы опытной участки были луговые и содержали: гумуса -1,8; общего азота -0,24; фосфора- 0,26 и калия- 0,8 % от исходного. Химический состав почвы определялось перед севом и после уборки урожая и резкое отличие не наблюдалось, так как расход химических элементов дополнялись удобрением согласно агротехнике этих сортов риса /3/.

Полученные хозяйственные данные представлены в таблице, где видно, что вариант изменчивой 5-15 см слой воды по всем показателям, лучшее чем другие, так как по урожайности этот вариант не уступает остальным а расход воды очевидно сравнители меньше, чем в других вариантах.

В итоге следует отметить, что автоматизированные технологии управления водного режима полива риса позволяет повышать урожайности риса за счет поддержание рационального уровня расхода воды, что в сою очередь способствовало экономию весьма дефицитных водных ресурсов.

Таблица 1. Полученные показатели на фрезированном фоне

Наименование сортов	5 см			10 см			15 см			5-15 см		
	период вегетации, день	урожайность, ц/га	расход воды, м³	период вегетации, день	урожайность, ц/га	расход воды, м³	период вегетации, день	урожайность, ц/га	расход воды, м³	период вегетации, день	урожайность, ц/га	расход воды, м³
Гулжахон	105,0	54,8	7900	108,0	61,3	16250	110,0	62,1	25000	108,0	62,0	14000
Илгор	120,0	61,2	8950	122,5	67,0	18200	125,0	67,9	27900	122,5	67,8	16550
Искандар	119,0	61,2	8900	122,0	69,4	18000	122,5	69,8	27250	120,0	69,6	16000
Лазурный	123,5	61,2	9300	125,0	66,4	18400	122,5	67,1	28000	124,5	67,9	17000
Мустакиллик	132,0	68,5	9800	134,5	77,4	20000	135,5	77,7	30300	134,0	78,0	18000
УзРос-7-13	132,0	67,9	9800	134,5	76,7	20000	135,5	74,6	30300	134,0	77,2	18000
	НСР $_{0,05}$=2,2 ц/га			НСР $_{0,05}$=2,1 ц/га			НСР $_{0,05}$=2,2 ц/га			НСР $_{0,05}$=2,2 ц/га		

Литература

1. Выращивание риса в Узбекистане. Рекомендации по выращиванию риса в Узбекистане, УзНИИРиса, Ташкент, 2009

2. Katayama T. Analytical studies of tillering in paddy rice. J. Imp Agri. Exp. Exp. Stat. Tokio, 1931, vot. No,7.

3. Хожамкулова Ю.Ж Годовые научные отчеты за 2014-2015 гг.

И.В. Чеховских, Е.В. Симонова

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИИ ПО ТЕКСТОВОМУ ОПИСАНИЮ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

Из-за постоянного роста объема информации, представленной на естественном языке, задача эффективного поиска в огромных коллекциях текстовых документов продолжает оставаться актуальной. Человеку приходится тратить большое количество времени и усилий на поиск требуемой информации в тексте.

Обработка естественного языка, или NLP (Natural Language Processing), позволяет машинам читать и понимать. Сложность задачи состоит в том, что, как правило, компьютеры «заставляют» людей говорить с ними на специализированном языке. Он должен быть однозначен и хорошо структурирован, а все

правила языка — неукоснительно выполняться. Лингвистическая структура естественного языка во много раз сложнее, и в ней постоянно присутствует целый комплекс меняющихся параметров. Контекст разговора определяет значение той или иной фразы, что означает невозможность однозначно трактовать часть словесной конструкции. Все, что может помочь в данном случае, — это «большие данные» [1].

Поэтому требуются средства для структурирования для быстрого поиска и наглядного отображения, извлечённых фактов и их отношений из текста, с помощью обработки естественного языка.

Существуют множество подходов, моделей и языков описания данных и знаний. Но наибольшую популярность последнее время набирают онтологии. До сих пор не существует единого определения для понятия онтология. В качестве классического определения, принято считать определение Томаса Грубера [2]: онтология – спецификация концептуализации, формализованное представление основных понятий и связей между ними. Построение онтологии предполагает определение классов объектов и описание их отношений с помощью одного из формальных языков.

Постановка задачи

Необходимо разработать методы и средства автоматизированного построения онтологии на основе корпуса текстов. Для этого в первую очередь требуется получить факты из текста, которые и станут основой онтологии. Существуют различные методы извлечения фактов из текста, большинство из которых основаны на машинном обучении. Но достигнуть полностью верной обработки текста невозможно, так как для каждого правила есть сотни исключений, а для каждого исключения тоже есть сотни исключений []. Однако для большинства прикладных задач достаточно и частичного разбора.

Новизна данной работы состоит в том, что построение такой системы выполняется с учетом особенностей русского языка.

Предлагаемое решение

Извлечение объектов и фактов из текстов – это часть NLP. Извлечение структурированной информации из неструктурированного текста называется Text Mining. Основная часть этого процесса посвящена определению объектов, их отношениям и свойствам в тестах [3].

На вход системы подается текст на естественном языке. Анализировать его необходимо на нескольких лингвистических уровнях, таких как лексический, морфологический, синтаксический, семантический. Перед обработкой текста, требуется точно определить границы предложения. Затем слова нормализуются (приводят их в начальную форму) и проводится полный или частичный синтаксический разбор, определяются зависимости и связи между словами в каждом их предложений предложениях.

Изначально кажется, что выделить предложения из текста не составляет никакого труда. Достаточно просто разбить текст согласно знакам препинания, маркирующие конец предложения. Но на деле все оказывается немного иначе, ведь, например, точка может обозначать и сокращение, и использоваться в

дробных числах или URL. Поэтому следует использовать более сложные алгоритмы и, для получение большей точности, завести словарь общеизвестных сокращений.

Следующий этап — полный синтаксический разбор. Это необходимо для выстраивания графа зависимостей и отношений между словами внутри предложения.

Последним этапом обработки текста является непосредственно к извлечению фактов. При помощи алгоритмов получать из неструктурированного отрывка текста, в котором все нужные нам объекты и факты будут размечены и категорированы в соответствующей онтологии. Для этого можно использовать различные обученные классификаторы.

Большинство методом основано на машинном обучении. Оно требует большого объема вводных данных. Нужно максимально покрыть лингвистической информацией обучающую выборку текстов: разметить всю морфологию, синтаксис, семантику, онтологические связи. Плюсы этого подхода в том он не требует ручного труда помимо создания размеченного корпуса. При необходимости такая система легко перенастраивается и переобучается. Правила получаются более абстрактными. Однако есть и минусы. Инструменты для автоматической разметки русскоязычных текстов пока не очень развиты, а существующие не всегда легко доступны. Корпуса должны быть достаточно объемными, размечены верно, единообразно и полностью. А это достаточно трудоемкий процесс. Кроме того, если что-то пошло не так, сложно отследить, где именно возникла ошибка, и точечно ее исправить [3].

Заключение

Для качественной обработки текстов необходимо иметь детальное описание проблемной области с множеством логических связей, которые показывают соотношения между терминами области. Использование онтологий позволяет представить естественный языковый текст в таком виде, что он становится пригодным для автоматической обработки [4].

В дальнейшем планируется практическая реализация представленного теоретического подхода к автоматическому построению онтологии по текстовому описанию, его оценка и сравнение с существующими подходами из других групп.

Литература

1 Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. // Proceedings of the Second International Conference. J.A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell – eds. Morgan Kaufmann – 1991 - pp. 601-602.

2 Обработка естественного языка [Электронный ресурс]: ООО «Компьютерра-Онлайн», 1997-2018. — Режим доступа: http://www. computer-ra.ru/92655/obrabotka-estestvennogo-yazyika-trudnosti-ponimaniya -i-sotsialnyie-seti

3 Ландо Т. Извлечение из текстов объектов и фактов (Text mining) [Текст] – Яндекс, Отдел лингвистических технологий, 2015. – 49 с.

4 Никоненко, А.А. Обзор баз знаний онтологического типа [Текст] – Киев: Киевский национальный университет имени Т. Шевченко, 2009. – 12 с.

А.А. Шарипов, А.Р. Мавлютов, А.Ф. Атнабаев

АНАЛИЗ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ СЕТИ INTERNET СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА PHP И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа)

К концу 2016 года по всему миру будет передано 1,1 зеттабайта данных. Это настолько много информации, что ни один человек даже за тысячу жизней не смог бы проанализировать. Не сложно заметить, что сайты, принадлежащие либо магазинам, либо разного рода организациям не содержат в себе столько данных, сколько содержат гиганты как Википедия или Ютуб, но даже для их анализа у человека потребуется большое количество времени.

Чаще всего найти и собрать полезную информацию вручную просто нереально, проблема не только в объеме информации, но и в допущении человеком ошибок, и это нормально, ведь человек не машина и ему свойственно совершать ошибки. Поэтому авторами была поставлена цель разработать программу для сбора, анализа и сохранения проанализированной полезной информации, которая бы решала все возможные проблемы. Изучив информацию по данной тематике стало известно, что такого рода программы в англоговорящих странах называют “Parser”. Они могут быстро обрабатывать информацию, но чаще всего платные и стоят не малых денег.

В информационных технологиях программы синтаксического анализа называются “Parser” (далее – парсер), а сам процесс получения информации с помощью программы — парсинг (от англ. Parsing, далее – парсинг), принятое в информатике определение синтаксического анализа, то есть сопоставление лексем с формальной грамматикой. Работу парсера можно сравнить с человеком, который ищет необходимую ему информацию и записывает ее, или сохраняет, чтобы использовать ее в дальнейшем. Алгоритм сопоставления описывается в математической модели на одном из языков программирования. Например, PHP, Perl, Ruby.

Независимо от того на каком формальном языке программирования написан парсер, алгоритм его действия остается одинаковым:

- выход в интернет, получение доступа к коду веб-ресурса и его скачивание;
- чтение, извлечение и обработка данных;
- представление извлеченных данных в удобоваримом виде – файлы .txt, .sql, .xml, .html и других форматах.

Парсер не может воспринимать информацию как человек, и чтобы получить результат он должен сравнить заданный программистом набор букв, слов, выражений и знаков программного синтаксиса с кодом с веб-ресурса. Такой набор называется «регулярное выражение». Чтобы парсер понимал регулярные выражения, он должен быть написан на языке, поддерживающем их в работе со строками. Такая возможность есть в php, Perl[1].

В качестве написание парсера был выбран серверный язык PHP, он имеет свои плюсы и минусы, но входе анализа было принято решение использовать его, так как он обладает набором качеств для удобного парсинга[2]:

- у него есть встроенная библиотека libcurl, с помощью которой скрипт подключается к любым типам серверов, в том числе работающих по протоколам https (зашифрованное соединение), ftp, telnet;
- PHP поддерживает регулярные выражения, с помощью которых парсер обрабатывает данные;
- у него есть библиотека DOM для работы с XML – расширяемым языком разметки текста, на котором обычно представляются результаты работы парсера;
- он отлично ладит с HTML, поскольку создавался для его автоматической генерации.

Процесс анализа среднестатистического источника информации представленного в виде популярного веб-ресурса является достаточно долгим и может достигать в среднем около месяца. Так как необходимо было проанализировать огромное количество страниц, что в свою очередь заняло бы длительное количество времени, была задача сократить это время. Проблема в том, что обычный парсер не использует все ресурсы компьютера и интернета. Когда php скрипт делает запрос к странице сайта, то он достаточно долго ожидает ответ этого сайта и только после ответа переходит к следующему шагу алгоритма. Для решения этой задачи использовался Ajax – это библиотека для javascript предоставляющая возможность асинхронности процессов в веб-приложениях. Скорость парсинга при этом ускорилась в несколько раз. Рекомендуется не открывать потоков больше 100, потому что большая частота запросов может подорвать работу ресурса и будет идентифицирована как DDoS-атака, что в свою очередь является нарушением закона Российской Федерации, при этом это не подрывает ни каким образом работоспособность анализированного веб-ресурса [3].

В ходе проектирования была выявлена проблема, что долго работающий парсер, отработав не малое количество времени мог прерваться из-за разного рода ошибок. И это приводило к тому, что терялась возможность понять, сколько сайтов было обработано. Решением этой проблемы является созданием логов, например, файла txt, или же подключением скриптов к базе данных, и записывание в файл txt последние обработанные веб-страницы.

Изучив различные методы получения нужной части кода, предлагается, что самым удобным будет использование библиотеки phpQuery, так как регулярные выражения не очень удобны для разбора HTML кода. Использование

библиотеки phpQuery, позволяет облегчить работу, так как не приходится писать сложные регулярки для получения блоков сайта, а вместо этого можно обращаться к ним с помощью селекторов CSS.

Так как разрабатываемый инструмент анализа данных предназначен для работы на персональном компьютере, предполагается наличие следующих проблем: отключение интернет соединения, нестабильная работа компьютера, ограничение количества потоков и блокировка IP адреса. Одними из способов решения этих проблем являются:

- проверкой интернет соединения перед каждым циклом;
- выставление более продолжительной задержки;
- уменьшение количества потоков;
- увеличение времени в параметре Apache timeout, он ограничивал время соединения с сервером в 32 секунды, что не позволило бы запускать больше 30 потоков.

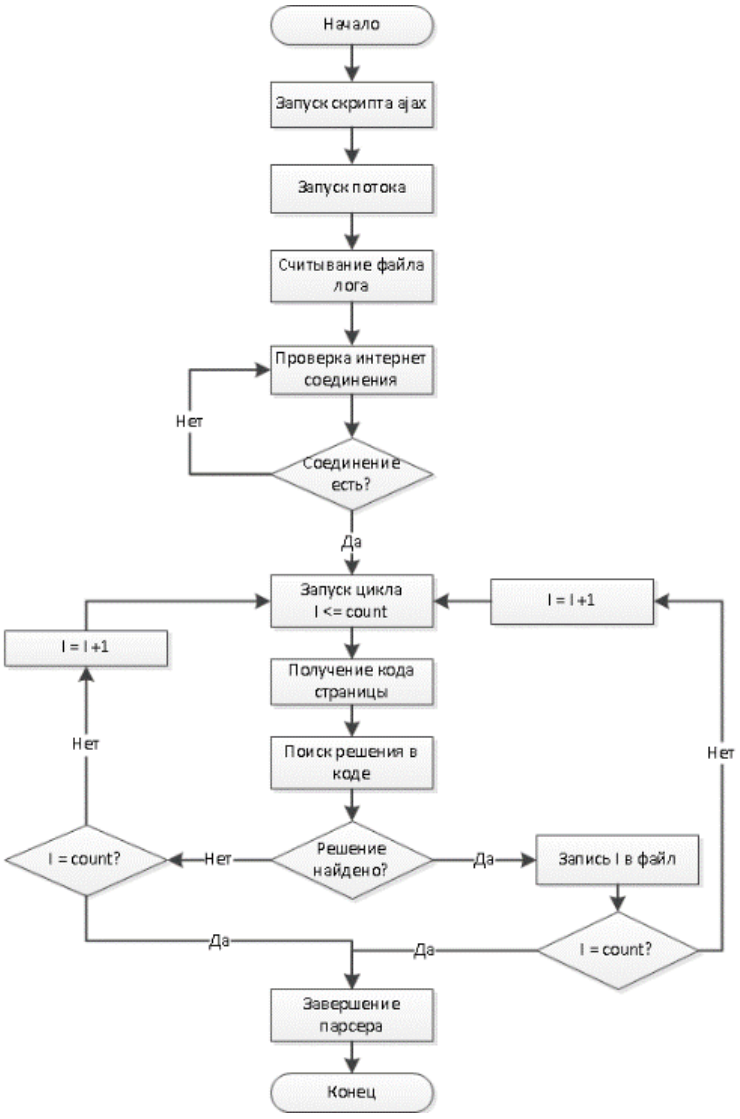


Рис. 1

Авторы попробовали использовать интернет технологии и IT- технологии для поиска полезной информации, при этом, не нарушая работоспособность анализируемого сайта, связанные с бесперебойной работой ПО, оборудования и какого-либо нарушения авторских прав. Для анализа работоспособности созданной программы, были проанализированы данные лежащие в свободном доступе на популярных веб-ресурсах. В результате удалось проанализировать и извлечь полезную информацию, для использования их в будущих работах. Парсер работал в 50 потоков и за 24 часа проверил больше миллиона страниц, из которых полезной информации составило 4%. Парсер работал стабильно, за все время работы сбоев обнаружено не было. Ниже представлена схема работы парсера:

Литература

1. Преимущества PHP: [Электронный ресурс] // URL: http://www.php.su/php/?opport (Дата обращения: 25.02.2018).
2. Использование вредоносных компьютерных программ: [Электронный ресурс] // URL: https://www.zakonrf.info/uk/273 / (Дата обращения: 27.02.2018).
3. phpMyAdmin по-русски / Установка PHP 5.3.10: [Электронный ресурс] // URL: http://php.net/manual/ru/intro-whatcando.php (Дата обращения: 25.02.2018).
4. My PHP / Возможности PHP: [Электронный ресурс] // URL: https://php-myadmin.ru/learning/instrument-php.html (Дата обращения: 25.02.2018).
5. Павлов С.В., Христодуло О.И. Разработка метода объединения данных из различных информационных систем в единую информационную систему Минэкологии РБ // Научный журнал «Вестник УГАТУ». – Уфа, Т.15, № 2(42). 2011г.– С.3-7.

Р.А. Шаталин, П.Е. Овчинников, В.Р. Фидельман

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕХАРАКТЕРНОГО ПОВЕДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ И КОМБИНАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОТНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

За последние годы множество алгоритмов для обнаружения конкретных нештатных ситуаций было предложено и реализовано на основе строгих правил [1]. Данные алгоритмы позволяют с высокой надежностью обнаруживать заранее известные типы нештатных ситуаций, но их модификация для обнаружения иного типа аномалий нетривиальна. Для устранения этого недостатка было предложено несколько статистических подходов к задаче видеонаблюдения.

Одним из подходов является распознавание событий на основе статистических методов классификации. Успехи в области распознавания событий на

видеоизображениях показали эффективность использования плотных траекторий движения в качестве признаков [2]. Тем не менее, для успешной классификации необходимы примеры всех интересующих типов поведения, что затрудняет применение предложенных методов к задаче видеонаблюдения, где потенциально опасные ситуации возникают достаточно редко.

Другим подходом к задаче является обнаружение нехарактерного поведения как отклонения от модели, сформированной на основе примеров нормального поведения. В различных областях применения было предложено множество статистических методов для обнаружения подобных аномалий [3]. Одним из распространенных подходов является оценка характерных взаимозависимостей между признаками с помощью метода главных компонент [4].

Ранее был предложен алгоритм оценки аномальности траекторий движения ключевых точек на основе метода главных компонент [5]. В данной работе предложен алгоритм обнаружения нехарактерного поведения по комбинации характеристик плотных траекторий движения. Основным различием между алгоритмами является извлекаемые характеристики поведения.

Алгоритм

Метод вычисления характеристик траекторий движения [2] заключается в следующем. Для инвариантности к масштабу используется пирамида из нескольких копий видеоизображения, где размеры каждого следующего уровня меньше размеров предыдущего в заданное количество раз. Для каждого изображения из пирамиды с одинаковым шагом задается прямоугольная сетка, пиксели в узлах которой отслеживаются при условии отсутствия проблемы апертуры в их окрестности. Для каждого уровня производится оценка оптического потока методом Фарнебака, на основе которой вычисляются дальнейшие положения пикселей. Каждый пиксель отслеживается заданное количество кадров, после чего извлекаются гистограммы направленного градиента вдоль его траектории движения и заново рассматривается возможность отслеживания пикселя в исходном узле сетки. Для описания траектории движения используются следующие характеристики:

1. характеристика формы траектории.
2. гистограмма направленного градиента в области вдоль траектории.
3. гистограмма оптического потока в области вдоль траектории.

Для объединения набора однородных характеристик на заданном промежутке видеопоследовательности в характеристики поведения используется модель «мешка признаков» [2], суть которой заключается в следующем. На этапе обучения пространство признаков разбивается на фиксированное количество областей, чьи центры определяются методом k-средних на основе некоторой выборки признаков. На этапе извлечения каждому признаку сопоставляется область с ближайшим центром и вычисляется гистограмма распределения признаков по областям. В качестве признаков поведения используется вектор, составленный из значений гистограмм для перечисленных характеристик.

Данный способ извлечения признаков поведения используется в предлагаемом методе следующим образом. На стадии обучения оператор указывает

кадры, которые содержат только «нормальное» поведение. Для этих кадров извлекаются векторы признаков поведения и для получившегося набора векторов находятся главные компоненты. Ортонормированный набор из векторов главных компонент представляет собой модель нормального поведения. На стадии анализа поведения в сцене текущий вектор признаков поведения $\vec{F}$ проецируются на ортонормированный набор векторов главных компонент и проецируются обратно. Поскольку в общем случае такой набор векторов является неполным и не представляет собой базиса, то при таком преобразовании может быть потеряна некоторая составляющая вектора $\vec{F}$. Далее эта составляющая называется вектором невязки и её можно вычислить из следующего выражения:

$$\vec{R} = \vec{F} - \vec{P} \quad (1)$$

где $\vec{R}$ – вектор невязки, $\vec{F}$ – текущий вектор признаков поведения, $\vec{P}$ – вектор признаков, полученный после проекции $\vec{F}$ на набор векторов главных компонент и обратно.

Одной из возможных оценок аномальности на основе вектора невязки $\vec{R}$ является относительная невязка, которая определяется следующим выражением:

$$r = \frac{\left|\vec{R}\right|}{\left|\vec{F}\right|} \quad (2)$$

где r – относительная невязка, $\left|\vec{R}\right|$ – норма вектора невязки, $\left|\vec{F}\right|$ – норма вектора признаков поведения.

Результаты экспериментов

Работа алгоритма была проверена, как на видеозаписях лаборатории университета Калифорнии в Сан Диего (UCSD) [6], так и на экспериментально полученных видео. Видеозапись «Работа и ремонт» была сделана в компьютерном классе ННГУ. На нем в качестве нормального поведения была взята работа за компьютером, а в качестве нештатного – манипуляции с задней панелью системного блока. Видеозапись лаборатории UCSD содержит пешеходную улицу, обычная ходьба по которой была взята за нормальное поведение, а проезд транспортных средств – за нештатное. Из каждого видео бралось ограниченное число примеров нормального поведения, на которых обучался алгоритм. Затем вычислялись значения оценок аномальности для всех кадров с нормальным и нештатным поведением из выбранного видео, на основе которых рассчитывались равные уровни ошибок. При этом для уменьшения влияния шума и вычислительных погрешностей отбрасывались главные компоненты, которые описывали менее 0,1 % вариации характеристик нормального поведения.

Значения равных уровней ошибок для предлагаемого алгоритма и алгоритма на основе траекторий движения ключевых точек [5] при разном количестве обучающих примеров приведены в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что использование комбинации характеристик плотных траекторий движения приводит к снижению равного уровня ошибок. Такой результат можно объяснить отслеживанием большéго количества точек и объединением характеристик не-

скольких траекторий в единую характеристику поведения в сцене, что позволяет учесть взаимозависимости между ними.

Таблица 1 Равные уровни ошибок для алгоритмов обнаружения нехарактерного поведения для видео «Работа и ремонт» и видео лаборатории UCSD.

Название видео	Количество обучающих примеров	Траектории движения ключевых точек	Комбинация характеристик плотных траекторий движения
Работа и ремонт	3	21 %	9 %
Работа и ремонт	7	19 %	8 %
UCSD	5	46 %	26 %
UCSD	25	42 %	32 %

Выводы

В данной работе предложен алгоритм обнаружения нехарактерного поведения на основе метода главных компонент и комбинации характеристик плотных траекторий движения. Результаты экспериментов свидетельствует о снижении уровня ошибок в сравнении с ранее предложенным алгоритмом на основе траекторий движения ключевых точек [5].

Литература

1. Sodemann, A. A Review of Anomaly Detection in Automated Surveillance / A. Sodemann, M. Ross, B. Borghetti // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews. – 2012. – Vol. 42(6). – P. 1257-1272.

2. Wang, H. Dense trajectories and motion boundary descriptors for action recognition / H. Wang, A. Kläser, C. Schmid, C. Liu // International Journal of Computer Vision. – 2013. – Vol. 103(1). - P. 60-79.

3. Chandola, V. Anomaly detection: A survey / V. Chandola, A. Banerjee, V. Kumar // ACM Computing Surveys (CSUR), 2009, V. 41(3), 72 p.

4. Jolliffe, I. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistic / I. Jolliffe // NY: Springer, 2002, 488 p.

5. Шаталин, Р.А. Алгоритм оценки аномальности траекторий движения в задачах видеонаблюдения на основе метода главных компонент / Р.А. Шаталин, В.Р. Фидельман, П.Е. Овчинников // Перспективные информационные технологии» (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016, С. 190-194.

6. Mahadevan, V. Anomaly Detection and Localization in Crowded Scenes / V. Mahadevan, W. Li, V. Bhalodia, N. Vasconcelos // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2014, V. 36(1), P. 18-31.

А.О Шибаева, О.П. Солдатова

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДА СЛУЧАЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА ТОЧНОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ МАЛОЙ ВЫБОРКИ

(Самарский университет)

Целью данной работы является изучение влияния варьирования значений параметров на точность решения задачи классификации при построении ансамбля случайных деревьев в условиях малой выборки.

В реальном мире получить достаточно большую выборку входных векторов не всегда представляется возможным в виду высокой стоимости или трудоёмкости получения этих значений. Кроме того, для качественного машинного обучения необходимы сбалансированные данные для каждого класса при решении задач классификации. Поэтому решение задач классификации в условиях малой выборки является сложной проблемой.

Одним из алгоритмов, дающих хорошие результаты при малой неравномерной зашумлённой выборке, является метод ансамбля решающих деревьев или метод случайных лесов [1].

Основная идея метода заключается в использовании большого количества решающих деревьев, каждое из которых само по себе даёт очень невысокое качество классификации, но совокупное решение всех деревьев даёт хороший результат. Классификация объектов проводится путём голосования: каждое дерево ансамбля относит классифицируемый объект к одному из классов, и побеждает класс, за который проголосовало наибольшее число деревьев.

В данной реализации метода были исследованы следующие параметры:

- количество решающих деревьев;
- размер подвыборки критериев из общего числа критериев с повторением;
- количество вариантов каждого из выбранных критериев;
- размер подвыборки векторов с повторением.

В качестве входных данных были использованы открытые данные о типах стекла, в зависимости от химического состава (содержания определённых химических элементов) и показателя преломления [2]. Количество атрибутов, включая класс – 10, всего типов стекла – 6, количество векторов – 214. Значения являются сильно коррелированными и сильно искажёнными. Для каждого класса выборки разного размера: от 9 векторов до 76 на класс.

На рисунке 1 показана зависимость точности классификации ансамбля на тестовой выборке от количества решающих деревьев в ансамбле. Из графика видно, что точность повышается в среднем до 75% правильных ответов при увеличении числа деревьев примерно до 40, дальнейшее увеличения размера ансамбля не даёт существенного прироста точности.

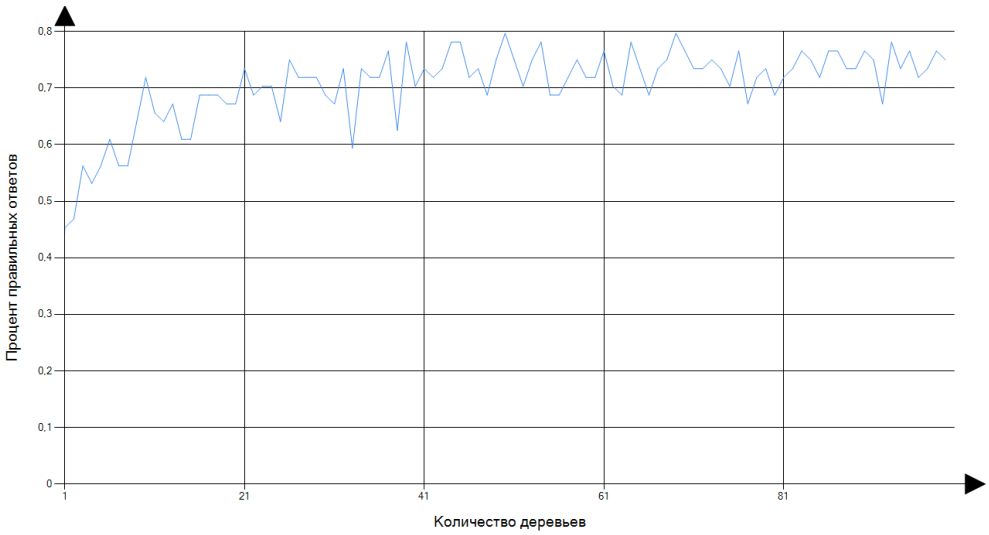


Рисунок 1 – График зависимости точности классификации
от количества решающих деревьев

На рисунке 2 показана зависимость точности классификации от количества критериев, среди которых происходит выбор наилучшего разбиения на конкретном шаге. Так как график представляет собой почти прямую, можно сделать вывод, что количество критериев не оказывает существенного влияния на точность. Однако при проверке в процессе работы программы было выяснено, что при увеличении количества критериев снижается скорость построения деревьев, поэтому рекомендуется использовать $\sqrt{n}$ критериев.

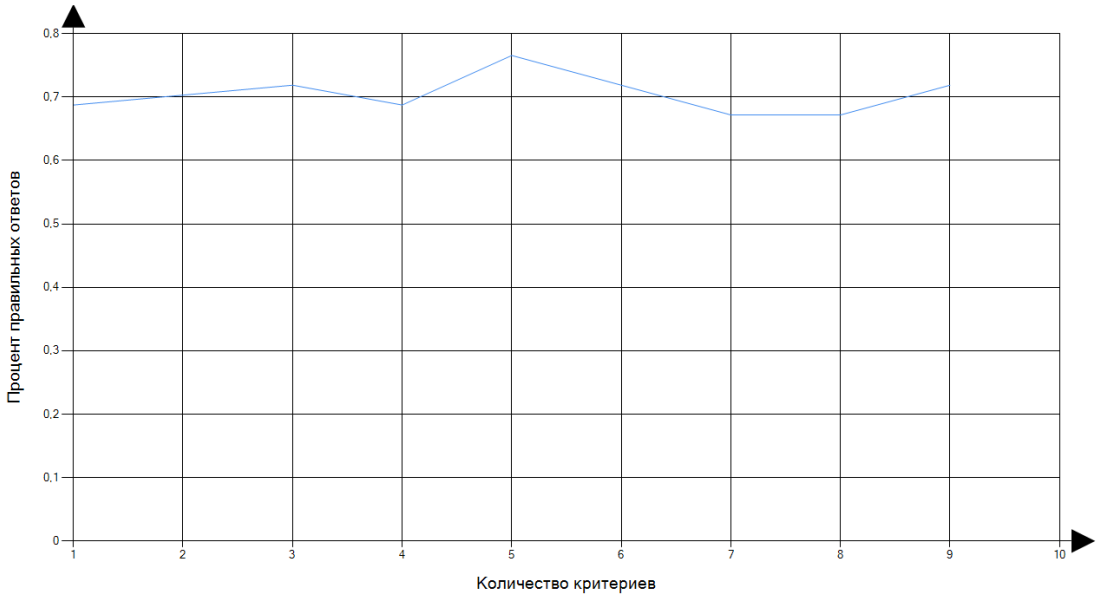


Рисунок 2 – График зависимости точности классификации
от количества критериев для разбиения

На рисунке 3 показан график зависимости точности классификации от количества вариантов каждого критерия, выбранного для разбиения. Так как среди вариантов выбирается наилучшее значение, при увеличении числа крите-

риев падает точность классификации из-за того, что наступает переобучение деревьев. Поэтому при сильно зашумлённых данных предпочтительнее указать как можно меньшее число вариантов.

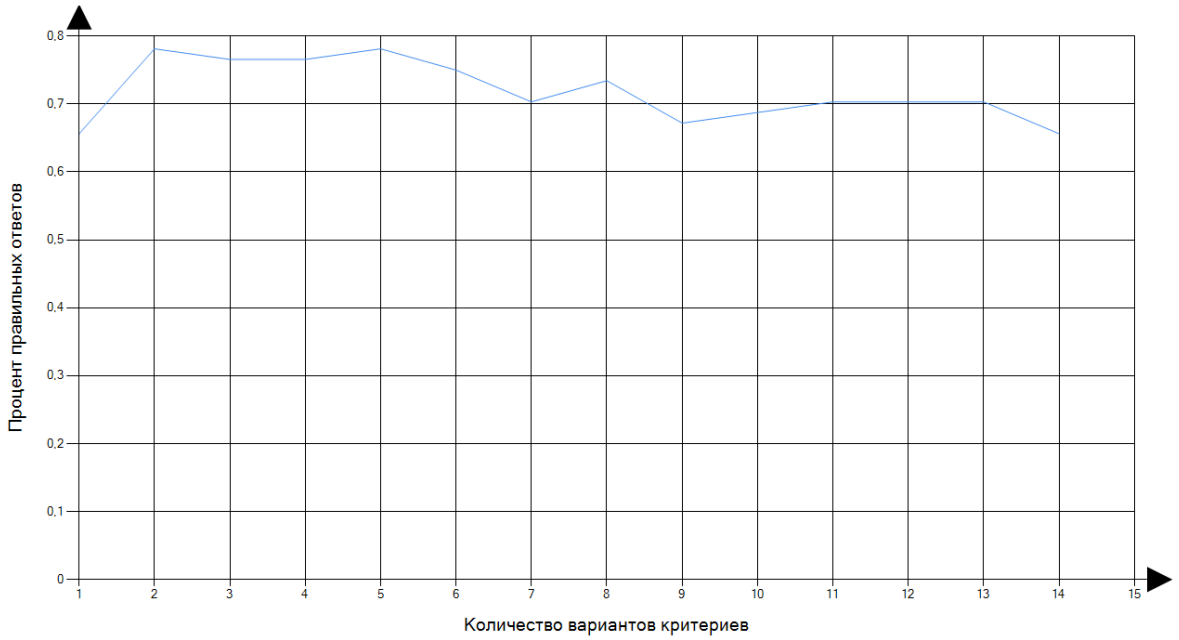


Рисунок 3 – График зависимости точности классификации от количества вариантов критериев

На рисунке 4 показан график зависимости точности классификации от размера подвыборки. Как видно из графика, точность возрастает до значения, равного размеру исходного пула векторов для обучения.

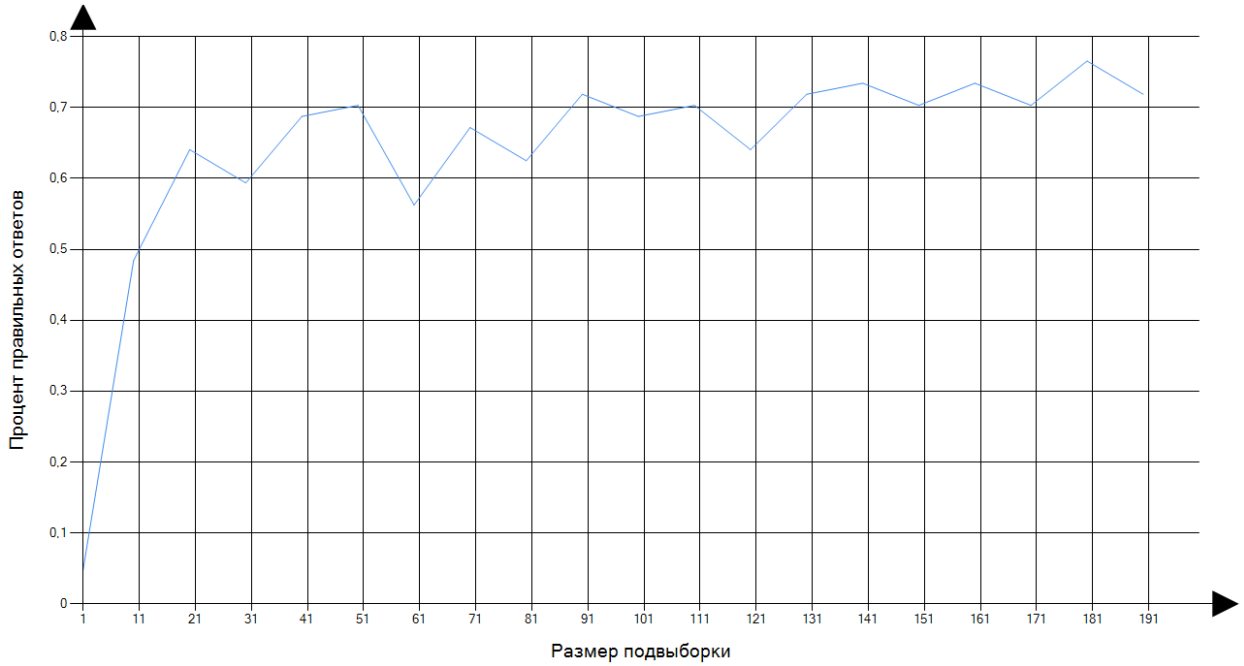


Рисунок 4 – График зависимости точности классификации от количества размера подвыборки

Учитывая выведенные закономерности, установим следующие значения параметров для построения ансамбля решающих деревьев для обучающей выборки типов стекла, содержащей 150 векторов.

На рисунках 5 и 6 приведены параметры построения ансамбля и результаты, полученные на тестовой выборке.

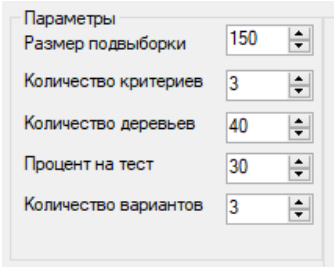


Рисунок 5 – Параметры построения ансамбля

Полученный результат в 75% правильных значений из случайно выбранной заранее тестовой выборки является хорошим для малого количества коррелированных искажённых исходных данных.

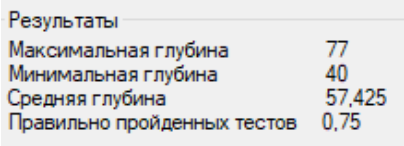


Рисунок 6 – Результаты, полученные на тестовой выборке

Литература

1. Breiman, L. «Random Forests» [Текст] / L.Breiman, Machine Learning // 2001. – №45 (1), – 5-32.
2. Kaggle [Электронный ресурс] – // URL: https://www.kaggle.com/.

И.М. Янников, М.В. Телегина

ОРГАНИЗАЦИЯ БИОМОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

(ФБГОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, Россия)

Важнейшими задачами комплексного исследования загрязнения окружающей природной среды являются: установление источников и выявление пространственной структуры распределения очагов загрязнения, степени их интенсивности и оценка влияния на население [1].

Использование для контроля (мониторинга) за состоянием окружающей природной среды растений - биоиндикаторов является наиболее предпочтительным с точки зрения, как финансовых, так и временных затрат.

По результатам морфологических и физиологических изменений биоиндикаторов, вызванных различными заболеваниями, выявляют причинно-следственную связь этих изменений с тем или иным видом негативного воздействия [2-4].

Идентификация повреждений растений обычно производится с помощью специальной литературы – определителей повреждений, что само по себе достаточно неудобно. Информационные технологии позволяют автоматизировать процесс обработки результатов биомониторинга. Вопросам исследования состояния окружающей природной среды по реакции биоиндикаторов и автоматизации обработки результатов биомониторинга посвящено достаточно много публикаций, в том числе и авторов данной работы [3, 5-10].

Имеющиеся в настоящее время автоматизированные определители болезней растений [11, 12], в основном касаются комнатных или садовых растений, при этом систем определения повреждений деревьев просто не существует. Следовательно, говорить о сколь-нибудь серьёзных работах в области автоматизации повреждений лесных экосистем в целях выявления источников и пространственной структуры очагов загрязнения на больших территориях явно не приходится.

Для учета многообразных факторов, связанных с метеорологическими, гидрогеологическими и гидродинамическими процессами, в настоящее время разрабатываются прогностические физико-математические модели, описывающие результаты, как модельных опытов, так и натурных измерений. Понятно, что практически невозможно по данным отдельных измерений установить истинное значение параметров, поскольку лесная экосистема непрерывно меняется и нельзя сформировать статистически однородную выборку данных. Одним из центральных блоков мониторинговой системы должен быть блок сбора, сортировки и накопления результатов измерения. Только имея значительный банк данных можно с помощью математической модели получить достоверную картину состояния лесных экосистем [13].

На наш взгляд система по определению повреждений деревьев и кустарников с последующим установлением причинно-следственной связи с источниками негативного воздействия должна включать в себя: список симптомов и признаков, однозначно определяющих заболевание, изображения, иллюстрирующие повреждения, а также вызвавшую их причину. В данной работе предлагается определение повреждений растений-биоиндикаторов, выполнять с применением разработанной авторами экспертной системы [8-10]. Указанная система реализована в виде сайта. Для её реализации нами выбрана система MODX. MODX – это профессиональная система управления содержимым (CMS) и фреймворк для веб-приложений, предназначенная для обеспечения и организации совместного процесса создания, редактирования и управления контентом (то есть содержимым) сайтов [14].

Для создания экспертной системы по определению повреждений деревьев и кустарников составлен перечень заболеваний объектов-биоиндикаторов, вызываемых тем или иным видом негативного воздействия на окружающую сре-

ду, а также свойственных этим заболеваниям признаков, позволяющих однозначно идентифицировать конкретное заболевание. Система работает в режиме пользователя (классификация повреждений) и в режиме эксперта. Эксперт может добавлять новые виды деревьев, описывать признаки их повреждений, добавлять изображение признаков (симптомов), заболевания, и причины их вызвавшие.

Для идентификации заболевания, пользователю необходимо осуществить выбор дерева и вида повреждения из списка и отвечать на предлагаемые вопросы, выбирая ответы «да» или «нет», пока система не выведет заболевание, подходящее под выбранные признаки. Все остальные действия выполняются системой и экспертом. Структура системы представлена на рисунке 1.

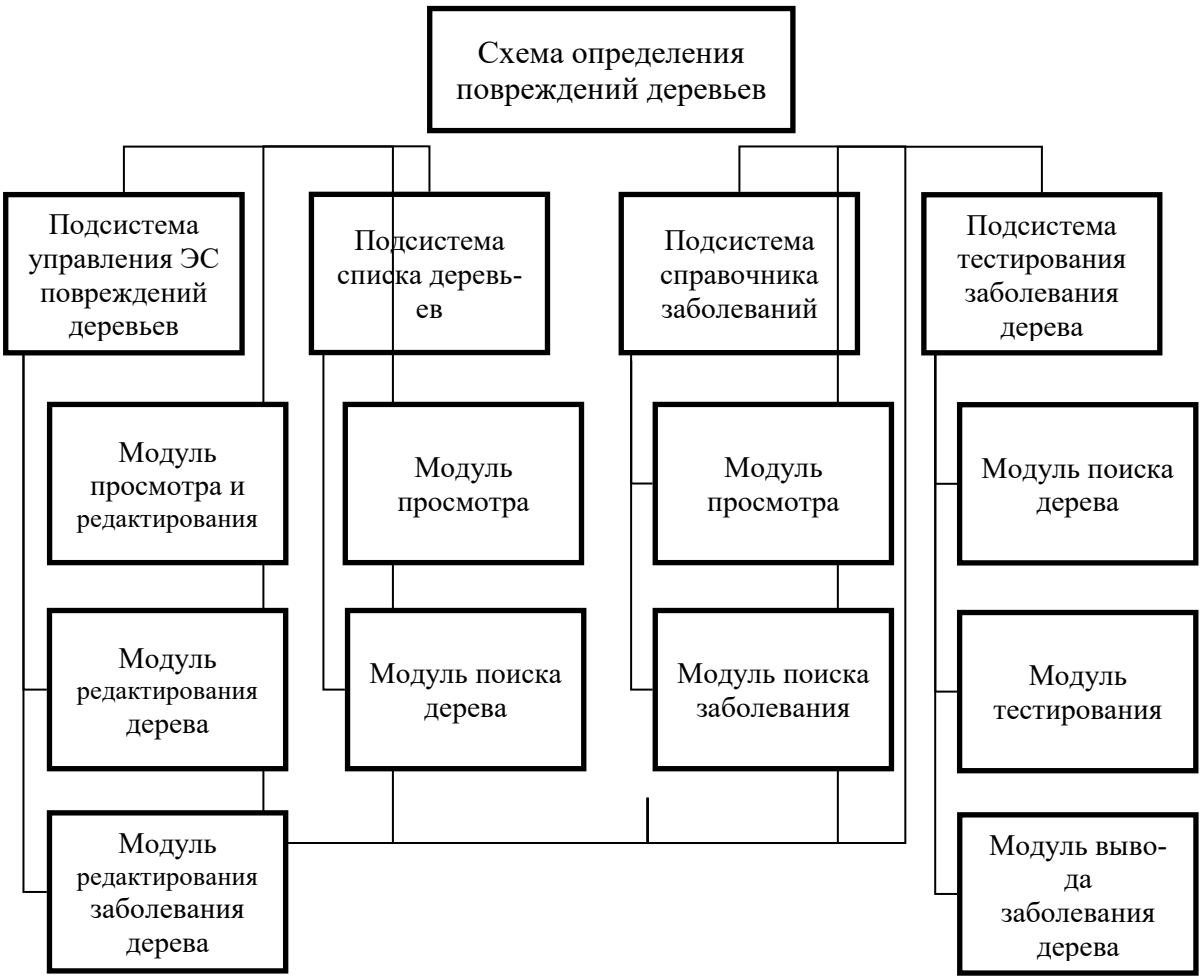


Рис. 1. Структурная схема экспертной системы определения повреждений

Система работает с применением бинарного дерева решений в двух режимах:

- определение болезней деревьев и кустарников по признакам повреждений, в этом случае правила формировались с использованием знаний из специальной литературы;

- определение техногенных повреждений деревьев, для этих целей использованы данные из база данных биомониторинга, заполненной на основании проведенных экспериментов и наблюдений [3,5,10].

Для определения вида заболевания (повреждения) применен алгоритм прямого вывода и использованы два списка: заболеваний, вызванных техногенным загрязнением, и заболеваний, вызванных вредителями.

Для определения повреждений деревьев, вызванных указанными причинами использованы признаки, применяемые в специальной литературе: определителях повреждений и др. источниках. Например, для определения техногенного загрязнения использованы такие признаки как [5]: изменения окраски листьев (хлороз, покраснение, др.); некрозы (серебристые пятна, «рыбий скелет» и др.); дефолиация; изменения размеров, формы, количества и положения органов; изменение жизненности и плодовитости.

Для добавления или редактирования правил определения заболеваний или повреждений деревьев эксперту необходимо, используя модуль для редактирования вида дерева, выбрать соответствующую категорию и заполнить надлежащие признаки. На рисунке 2 показан результат добавления правил для определения техногенных загрязнений по биоиндикатору - сосна обыкновенная (Pinus silvestris L.), на рисунке 3 – страница определения техногенных загрязнений по вышеуказанному биоиндикатору.

По результатам тестирования можно сделать вывод, что разработанная система работает корректно и успешно выполняет свою основную функцию – автоматическое определение повреждения в зависимости от выбранных признаков заболевания дерева пользователем.

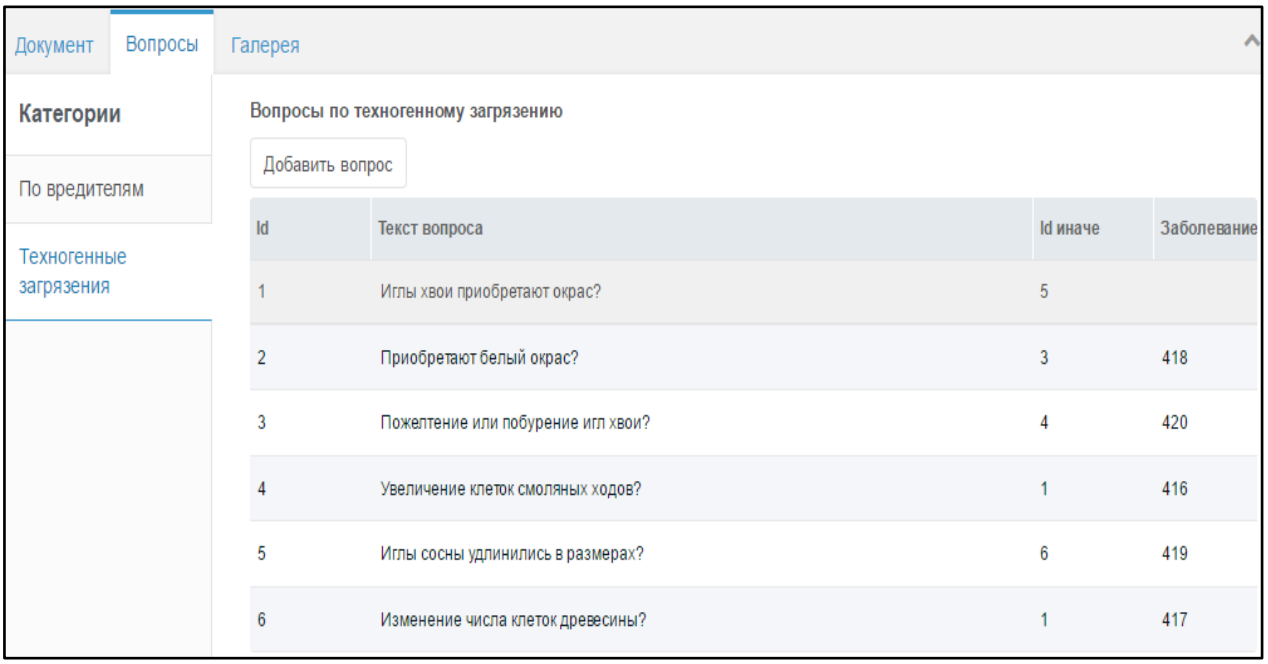


Рис. 2. Результат добавления правил определения техногенных загрязнений

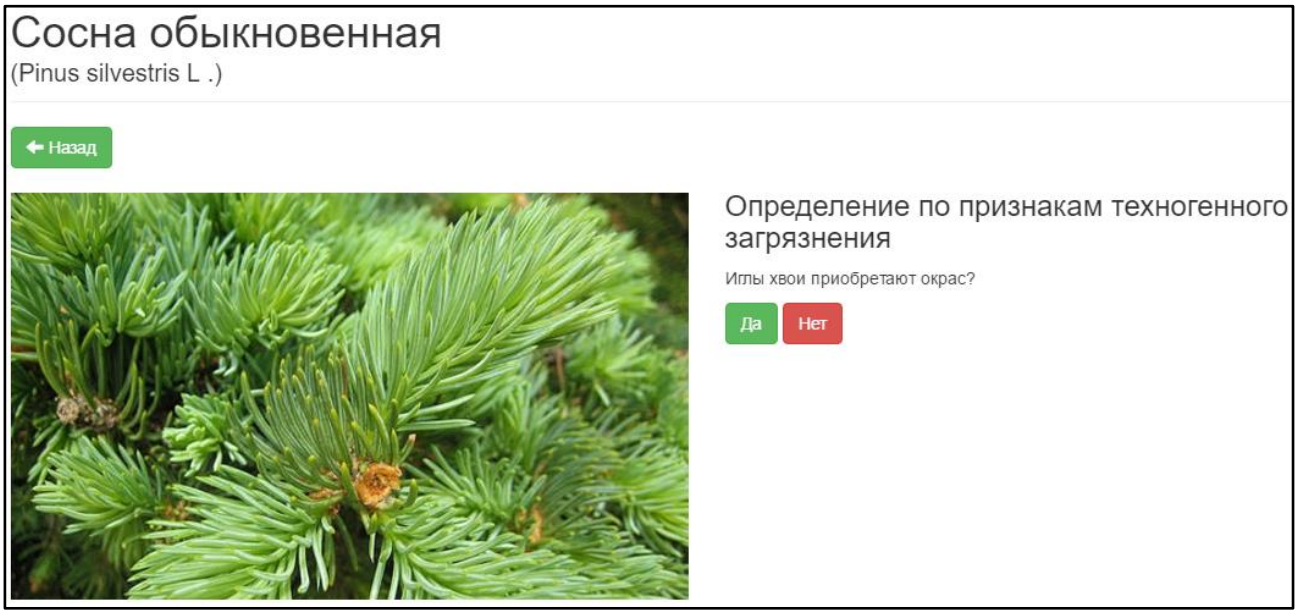


Рис. 3. Страница определения техногенных загрязнений по биоиндикатору - Сосна обыкновенная (Pinus silvestris L.)

Данная экспертная система может быть полезна для работников производственных организаций, студентов лесохозяйственных ВУЗов, работников леса, так как она позволяет идентифицировать повреждения, наносимые вредителями и токсикантами различным деревьям, как в естественных лесных массивах, так и в искусственно созданных парках и скверах.

Очевидно, что данные определения носят предварительный характер и, в любом случае, при подготовке заключений подлежат сопоставлению с результатами, полученными при помощи других методов анализа. При этом уровень достоверности результатов экспертной системы напрямую зависит от полноты и достоверности информации, входящих в неё баз данных и правил. Необходимо отметить, что при соответствующей перестройке базы правил система может быть использована для решения иных неформализованных задач в различных областях.

Литература

1. Геохимия окружающей среды /Ю.И. Сает [и др.]. – М.: Недра, 1983. – 335 с.

2. Надсон Г. А. Болезни растений //Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.

3. Янников И.М., Телегина М.В., Козловская Н.В., Алексеев В.А. Биомониторинг объектов по уничтожению химического оружия с использованием идентификационных экологических полигонов: монография – Ижевск: Изд-во ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2013. – 160 с.: ил.

4. Янников И.М., Емшанов А.Д. Применение корреляционного анализа для обработки результатов биомониторинга мест размещения // Научно-исследовательские публикации. Серия: Информатика и техника. Воронеж, 2014. №7(11). С.38 – 43. ISSN 2308-1732

5. Алексеев В.А., Телегина М.В., Янников И.М. Создание базы данных биомониторинга потенциально опасных объектов // ИжГТУ. 2008. №4, С. 138-143.

6. Соломенникова Е.В., И.М. Янников, Т.А. Сергеева. Оценка экологического состояния территории зон влияния полигонов ТБО по интегральным характеристикам асимметрии листьев // Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки» . Т.1 Москва: Изд-во «Спецкнига», 2014, с.95-98.

7. Телегина М.В., Янников И.М. Автоматизированная система определения вида и степени повреждения биообъекта //Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2016. – № 3(30). – С. 81-84.

8. Телегина М.В., Янников И.М., Е.Р. Чуракова, Э.Р. Арасланова, Д. Лаппо Определение повреждений деревьев и кустарников с помощью экспертной системы //Эколого-географические проблемы регионов России: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – Самара: СГСПУ; Глагол, 2016. – 153-156.

9. Телегина М.В., Янников И.М., Чуракова Е.Р., Арасланова Э.Р., А.М. Зайцев. Определение техносферного загрязнения по внешним изменениям деревьев-биоиндикаторов с применением экспертной системы //Создание единой системы безопасности объектов и территорий государства. Сборник докладов и статей IX-ой Международной научно-технической конференции «Электронный город - электронная губерния - электронное государство. - Самара: Самар. гуманит. акад., 2016 – С.198 - 203

10. Янников И.М., Телегина М.В. Применение экспертной системы для организации флористического мониторинга загрязнений //The scientific heritage. – Budapest /TSH – 2018. – № 20. – С. 3 – 7.

11. Как определить болезнь растения. Симптомы болезней в иллюстрациях [Сайт]. [2013]. URL: http://agroflora.ru/kak-opredelit-bolezn-rasteniya-cimptomy-boleznej-rastenij-v-illyu-straciyax/ (Дата обращения: 15.09.2015).

12. Определитель болезней комнатных цветов [Сайт]. [2009]. URL: http://iplants.ru/bolezn2.htm / (Дата обращения: 16.09.2015).

13. Янников И.М., Телегина М.В. Учет данных в системе принятия решений при анализе экологической ситуации // Доклады всероссийской научно-технической конференции «Приоритетные направления развития науки и технологий», под общ. ред. чл.-корр. Российской акад. наук В.П. Мешалкина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. С. 75.

14. MODX creative freedom [Сайт]. [2006]. URL: http://modx.ru/o-sisteme-modx/ (Дата обращения: 5.10.2015).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

D.M. Umurzakova, S.K. Axmedov

PECULIARITIES OF SPEECH INTERACTION WITH A COMPUTER

(Ferghana branch of the Tashkent university
of Information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi)

Advances in speech recognition technologies in recent years have led to an increase in the interest of control system developers in speech interfaces. The voice interface is an alternative channel for providing dialogue between the operator and the controlled system (for example, the driver and the car, the pilot and the airplane).

Currently, there are numerous technical means that can perceive (pronounced) spoken speech messages: computers, medical electronic equipment, cars, mobile phones, etc.

Voice interfaces are well suited for information management and access, in the case of a complex and open information space, users of which do not have serious training in the field of interaction with computers. Often, interaction with the information environment is possible only by phone, in this case, one can not do without voice control. The use of voice control does not require special user training and allows you to free your hands and eyes while interacting with your computer.

To implement voice interfaces, automatic speech recognition systems are used, such systems translate speech delivered via input channels into text. Depending on the purpose of the interaction, the recognized text may be the desired result, but may serve as input to the systems for processing and understanding texts in the natural language.

There are two main directions for using voice interfaces:

• Tasks that mainly require speech recognition:
  - ✓ Simple commands and management;
  - ✓ Simple data entry (by phone);
  - ✓ Dictation;

• Tasks that, in addition to speech recognition, require understanding of the text (interactive conversation):
  - ✓ Information kiosks;
  - ✓ Dialogue processing of requests;
  - ✓ Intelligent agents.

The main difficulties encountered in automatic speech recognition:

- The effect of co-articulation; (in natural speech, sounds do not have clear boundaries, in this connection it is very difficult to determine where one

phoneme ends and another begins, the phonemes of speech go smoothly into one another and the sound environment greatly distorts the form of the phoneme)

- The need to customize the system of automatic speech recognition for each speaker separately, thus there may be problems with the diversity of dialects, as well as the difficulty of recognizing the speech of persons speaking a foreign language;
- Free speech: the presence in the speech of words-parasites and words not included in the dictionary;
- The need to create a model of natural language
- Resistant to noise.

The capabilities of automatic speech recognition systems are characterized by the following parameters:

- Speech mode: can vary from separate pronunciation of words to continuous speech;
- Speech style: varies from reading text to spontaneous speech;
- Adjustment: Dependency on the speaker - the user must provide samples of his speech prior to working with the system, on the other hand, independence from the speaker does not presuppose any settings before using the system;
- Vocabulary: a set of words can range from a small volume (<20 words) to a huge (> 50,000 words), the larger the dictionary or the more similar words in it, the more difficult the speech recognition process is;
- Language model: used when the speech is presented as a sequence of words, the simplest language model can be defined as a network with a finite number of states, more complex, but more similar to the natural language model, is described in terms of context-dependent grammars;
- perplexivity (degree of uncertainty of the probability model): a popular measure of the complexity of the problem, combining the size of the dictionary and the language model;
- Finally, there are a number of external parameters that can affect the performance of the automatic speech recognition system, including environmental noise characteristics, as well as the placement and characteristics of the microphone.

The main obstacles to the further development of automated speech recognition systems are:

1) the need for large volumes of dictionaries;
2) noisiness of the speech signal;
3) various accents and pronunciation.

The volumes of dictionaries determine the degree of complexity, the requirements for computing power and the reliability of speech recognition systems. It is necessary to continue thorough research. This will solve the problems associated with morphology, accents, pitch, tempo, loudness, confluent words, articulation, linguistic

information, etc. It is expected that the main direction of development will be the modeling of languages for use in speech recognition systems. The problem of separating the speech signal from the noise background has not been finally solved. Currently, users of voice recognition systems are forced to work in conditions of minimal noise background. One of the priority developments in the field of speech recognition is human-machine interactive systems, which are being worked on in many research laboratories of the world. One of such developments is the technical system of AT & T (USA), which is used to recognize speech in the telephone network: the client can request one of five categories of services using any words; he says until one of the five key words is found in his statement. This system currently serves about a billion calls a year.

Such systems "know how" to work with a continuous speech flow and with unknown speakers, understand the meaning of speech fragments of a limited vocabulary and take response actions. The systems operate in real time and are capable of performing five functions:

1. Recognition of speech - the transformation of speech into a text consisting of individual words;

2. Understanding - grammatical analysis of sentences and recognition of meaning;

3. Restoration of information - obtaining data from operational sources on the basis of the obtained semantic meaning;

4. Generation of linguistic information - construction of proposals representing the received data in a user-selected language; the synthesis of speech - the transformation of sentences into computer-synthesized speech.

Dialogue interface in such systems allows a person to talk with the machine, create and receive information, solve their problems. Systems with a dialog interface differ in the level of initiative of a person or computer. Research focused on "mixed initiative" systems in which both humans and computers play an equally active role in achieving the goal through dialogue.

Limitations of the use of speech recognition systems in the framework of the most traditional applications allow us to conclude that it is necessary to search for potentially new solutions in the field of speech recognition. In the next decade, the task of recognizing and understanding natural speech, regardless of language and speaker, will occupy a central place in speech technologies.

References

1. Christopher J. C. Burges, “A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition”, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998.

2. S. Das, R. Bakis, A. Nadas, D. Hahamoo and M. Picheny, “Influence of background noise and microphone on the performance of the IBM tangora speech recognition system”, Proc. of ICASSP, Vol. II, pp. 71-74 (1993).

F.Y. Shodiyev, E.A. Eshboyev

ESTABLISHMENT OF STEADY TEMPERATURE FIELD

(Karshi state university)

There are many issues related to heat exchange in a number of fields such as architecture, machine building, and so on. Especially, issues related to this process do not lose its relevance. Because in our everyday life, the issues of temperature change are constantly renewed. Therefore, it is important to build software and to obtain a number of graphs and graphical results for solving such issues. The following is a software tool written in C ++ programming language to obtain a model of the issue under consideration, and the results are obtained using the built-in software tool.

Example. The transversal section is represented by a longitudinal barrier of a straight line with a rectangle. Temperatures remain constant within the limits. Determine the temperature distribution inside the beam.

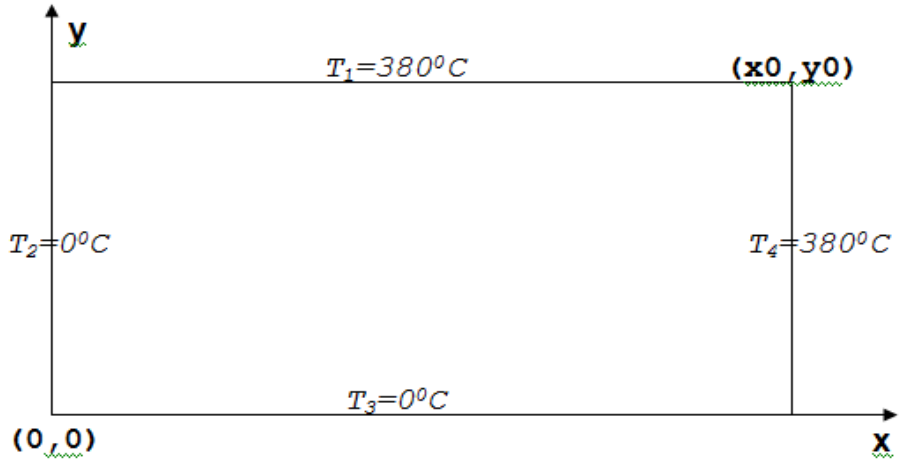


Fig. 1. Beam under the temperature

If we assume that the temperature inside the nucleus is not bound to time, then we use the first-order boundary conditions for the mathematical representation of the *Laplace* equation and the unstable temperatures within beam boundary:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}=0 \qquad \begin{matrix} T(x,0)=T_3=0, & T(x,y0)=T_1=380 \\ T(0,y)=T_2=0, & T(x0,y)=T_4=380 \end{matrix}$$

We replace the equations in the equations with central, continuous, singular schemes:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}=\frac{T_{i+1,\,j}-2T_{i,\,j}+T_{i-1,\,j}}{\Delta x^2},\ \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}=\frac{T_{i,\,j+1}-2T_{i,\,j}+T_{i,\,j-1}}{\Delta y^2}.$$

Using the above given equations, we write the *Laplace* equalized drawing scheme as follows:

$$\frac{T_{i+1,j}^{k+1} - 2T_{i,j}^{k+1} + T_{i-1,j}^{k+1}}{\Delta x^2} + \frac{T_{i,j+1}^{k+1} - 2T_{i,j}^{k+1} + T_{i,j-1}^{k+1}}{\Delta y^2} = 0.$$

We use the *Gauss-Zeydel* iteration process to find the satisfying solution to the boundary conditions of the equation:

$$T_{i,j}^{*} = \frac{\frac{T_{i+1,j}^{k} + T_{i-1,j}^{*}}{\Delta x^2} + \frac{T_{i,j+1}^{k} + T_{i,j-1}^{*}}{\Delta y^2}}{\frac{2}{\Delta x^2} + \frac{2}{\Delta y^2}},$$

where the value of the next step of iteration is $T_{i,j}^{*}$, the value of the previous step of iteration is $T_{i,j}^{k}$.

We use the method of *"High relaxation"* to increase the rate of approach to numerical solution:

$$T_{i,j}^{k+1} = T_{i,j}^{*} \cdot relax + T_{i,j}^{k} \cdot (1 - relax),$$

where $T_{i,j}^{k+1}$ – the calculated value for the method of *"High Relaxation" (k+1)*-iteration calculated value, $T_{i,j}^{*}$ – calculated value by method *Gauss-Zeydel*, *relax*-coefficient high relaxation ($1.0 \le relax \le 2.0$).

The program code built in C++, using the foregoing:

```
#include <iostream.h>
#include <string.h>
#include <math.h>
const int mi=20, mj=15;
float t[mi][mj];
int main(int argc, char *argv[])
{ const float t1=380, t2=0, t3=0, t4=380;
 float tnew, tzv, delta, ostt;
 const float relax=1.9, eps=0.01;
 float x0=2.0, y0=1.0, dx, dy;
 int i,j,it;
 dx=x0/mi;
 dy=y0/mj;
 ostt=2/(dx*dx)+2/(dy*dy);
 for(i=0;i<mi;i++)
 for(j=0;j<mj;j++)
 t[i][j]=0.0;
  for(j=0;j<mj;j++)
  {t[0][j]=t1; t[mi-1][j]=t3; }
  for(i=0;i<mi;i++)
```

```
{t[i][0]=t2; t[i][mj-1]=t4; }
delta=1; it=1;
FILE *f;
if((f=fopen("natija.txt","wt+"))==NULL)
{ cout<<"fayl not open";
return 0;}
char its[8], deltas[12], ts[5];
while(delta>eps)
{ delta=0;
 for(i=1;i<mi-1;i++)
 for(j=1;j<mj-1;j++)
 {tzv=((t[i+1][j]+t[i-1][j])/(dx*dx)+  (t[i][j+1]+t[i][j-1])/(dy*dy))/ostt;
 tnew=tzv+relax+(1-relax)*t[i][j];
 delta=delta+fabs(t[i][j]-tnew);
 t[i][j]=tnew;}
 delta=(delta/mi)/mj;
 it++;
 itoa(it,its,10);
 gcvt(delta,5,deltas);
 fputs("qadam=",f);
 fputs(its,f);
 fputs("\t",f);
 fputs("farq=",f);
 fputs(deltas,f);
 fputs("\n",f);
  for(i=0;i<mi;i++)
  { fputs("\n",f);
  for(j=0;j<mj;j++)
  {gcvt(t[i][j],5,ts);
  fputs(ts,f);
  fputs("\t",f);} }
  fputs("\n",f); }
 fclose(f); }
```

Now, we present the number of variables in the program code and the number of initial and subsequent iteration steps for the number of results obtained by their commentary, as well as the following:

1. *mi, mj* - measure of net;
2. *t1, t2, t3, t4* - temperatures within the material boundry;
3. *T[x][y]* - is a two-dimensional array that maintains the value of the net function;
4. *TNEW* − (k + 1) - value of the iteration;
5. *TZV* − result calculation by method Gauss-Zeydel;
6. *delta* - computation error;
7. *ostt*- difference obtained from the underdeveloped equation;

8. *relax* - relaxation coefficient;
9. *eps* - permitted errors in calculations;
10. *x0, y0, dx, dy* - integration steps within the boundaries of the sphere;
11. *i, j* - cyclic variables;
12. *it* - current iteration;
13. *res* - additional variable.

qadam=2 farq=16.791

0.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.
0.	60.362	81.256	88.489	90.992	91.859	92.159	92.263	92.299	92.311	92.315	92.317	92.317	223.86	380.
0.	11.186	18.273	21.839	23.458	24.152	24.439	24.554	24.599	24.617	24.624	24.626	24.627	176.4	380.
0.	3.621	5.9647	7.3245	8.0444	8.4003	8.5676	8.6432	8.6764	8.6906	8.6965	8.699	8.7	163.59	380.
0.	2.4571	3.6682	4.2966	4.6249	4.7933	4.8773	4.918	4.9372	4.946	4.95	4.9518	4.9525	160.32	380.
0.	2.278	3.2529	3.687	3.8878	3.9832	4.0292	4.0513	4.062	4.067	4.0693	4.0704	4.0709	159.51	380.
0.	2.2505	3.1794	3.5678	3.7331	3.805	3.837	3.8515	3.8581	3.8612	3.8626	3.8633	3.8636	159.32	380.
0.	2.2462	3.1667	3.5451	3.7015	3.7667	3.7942	3.8059	3.811	3.8132	3.8142	3.8147	3.8149	159.27	380.
0.	2.2456	3.1645	3.5408	3.6951	3.7586	3.7848	3.7956	3.8002	3.8021	3.8029	3.8033	3.8034	159.26	380.
0.	2.2455	3.1641	3.54	3.6939	3.7569	3.7827	3.7934	3.7977	3.7995	3.8003	3.8006	3.8007	159.26	380.
0.	2.2455	3.1641	3.5399	3.6936	3.7565	3.7823	3.7929	3.7972	3.799	3.7997	3.8	3.8001	159.25	380.
0.	2.2455	3.1641	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.7971	3.7988	3.7995	3.7998	3.8	159.25	380.
0.	2.2455	3.164	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.797	3.7988	3.7995	3.7998	3.7999	159.25	380.
0.	2.2455	3.164	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.797	3.7988	3.7995	3.7998	3.7999	159.25	380.
0.	2.2455	3.164	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.797	3.7988	3.7995	3.7998	3.7999	159.25	380.
0.	2.2455	3.164	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.797	3.7988	3.7995	3.7998	3.7999	159.25	380.
0.	2.2455	3.164	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.797	3.7988	3.7995	3.7998	3.7999	159.25	380.
0.	2.2455	3.164	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.797	3.7988	3.7995	3.7998	3.7999	159.25	380.
0.	2.2455	3.164	3.5398	3.6936	3.7565	3.7822	3.7927	3.797	3.7988	3.7995	3.7998	3.7999	159.25	380.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	380.

qadam=81 farq=9.9202e-003

0.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.	380.
0.	41.203	49.194	50.703	51.03	51.117	51.082	51.084	51.129	51.225	51.749	54.243	65.822	120.47	380.
0.	5.939	7.7808	8.2839	8.4179	8.4303	8.4285	8.4506	8.4905	8.6492	9.3928	12.669	27.246	92.14	380.
0.	2.0876	2.722	2.884	2.9212	2.9609	2.9655	2.9618	3.0084	3.187	3.9591	7.4127	22.557	88.995	380.
0.	1.7004	2.1024	2.1832	2.2256	2.2362	2.212	2.2191	2.2704	2.4406	3.2385	6.7341	21.976	88.599	380.
0.	1.6232	1.9953	2.0993	2.1136	2.1145	2.1293	2.143	2.1834	2.3717	3.17	6.6604	21.901	88.579	380.
0.	1.6287	2.0189	2.0919	2.1091	2.1289	2.1262	2.1248	2.17	2.3474	3.1404	6.6264	21.892	88.551	380.
0.	1.6308	1.991	2.0796	2.1067	2.1082	2.1086	2.1232	2.1656	2.351	3.149	6.6502	21.892	88.573	380.
0.	1.6228	2.0049	2.093	2.1053	2.1127	2.1209	2.1257	2.1675	2.349	3.1475	6.6261	21.889	88.552	380.
0.	1.6335	2.0029	2.0807	2.1047	2.1119	2.1091	2.1207	2.1629	2.3472	3.1407	6.643	21.887	88.569	380.
0.	1.6224	1.9949	2.089	2.1064	2.1089	2.1182	2.1262	2.1689	2.3483	3.1528	6.631	21.891	88.555	380.
0.	1.6316	2.0073	2.0862	2.104	2.1122	2.1131	2.1228	2.1636	2.35	3.1422	6.6376	21.886	88.565	380.
0.	1.6297	1.9974	2.0833	2.1065	2.1095	2.113	2.1224	2.1664	2.3443	3.1476	6.6308	21.89	88.556	380.
0.	1.6265	1.9999	2.0862	2.1049	2.1106	2.1124	2.1243	2.1635	2.3496	3.1447	6.6391	21.887	88.562	380.
0.	1.6274	2.0011	2.0869	2.1053	2.1101	2.1147	2.1235	2.1655	2.3484	3.1457	6.6349	21.886	88.56	380.
0.	1.6284	1.9999	2.0844	2.1047	2.1098	2.1125	2.1227	2.1645	2.3463	3.1441	6.6314	21.882	88.554	380.
0.	1.6241	1.9959	2.0826	2.1014	2.1061	2.1099	2.1193	2.1591	2.3409	3.1305	6.6067	21.832	88.492	380.
0.	1.6088	1.9713	2.0521	2.0712	2.0746	2.0788	2.0857	2.1262	2.2931	3.0544	6.4269	21.433	87.833	380.
0.	1.4508	1.7565	1.8201	1.8337	1.8374	1.8386	1.8446	1.8722	1.9972	2.5853	5.3451	18.412	80.697	380.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	380.

The results are obtained from the first and last steps of the iterate, which results in a change in the inner temperature of the object. The built-in software allows for the physical properties of the body to be obtained by the number of models associated with temperature change for various complex structures. This is of great practical significance when designing structures to be constructed.

References

1. Кабулов В. Алгоритмизация в теории упругости и деформационной теории пластичности. Ташкент, Фан–1966. 394 стр.
2. Шилдт Г. Полный справочник по C++– М-2006. 801 стр.

Q.R. Zohirov

STATISTICAL ANALYZING INCOMING PHONE CALLS AT THE CALL-CENTRE

(Republic Uzbekistan, Qarshi Branch of the Tashkent University of Information Technologies)

Abstract: Today receiving all incoming phone calls without loss as well as optimization of the number of operators is one of the pressing issues at the developing Call-centers. Given is the information, in this article, about analyzing incoming calls and optimization methods of the number of workers at the Call-center.

Key words: Call-center, Telecommunication System of Total Users (TSTU), Incoming calls, Electronic Digital Auto informer.

Аннотация: Сегодня получение всех входящих телефонных звонков без потерь, а также оптимизация числа операторов - одна из насущных проблем в развивающихся Call-центрах. В этой статье представлена информация об анализе входящих вызовов и методах оптимизации числа работников Call-центра.

Ключевые слова: Call-центр, телекоммуникационная система для всех пользователей (TSTU), входящие вызовы, электронный цифровой автоинформатор.

We will begin to analyze incoming calls (phone call) at the Call-centres and we will now review incoming brief calls. The Call-center, we are studying now, has working places for 50 operators and a shift work for a brigadier. The Call-center, where working time is from 00:00 to 23:00 without day off. Approximately 350-400 thousand telephone calls can be received there during a month. Calls can be accepted by both: Telecommunication System of Total Users (TSTU) and mobile phones. However, nowadays Call-centers are principally receiving calls from TSTU, that is to say TSTU is common among subscribers [1].

On the following picture regularly incoming calls at the Call-center have been analyzed. Furthermore, given is the information about the number of received (incoming phone calls) phone calls, unaccepted (rejected) calls and the average time of serving to the incoming calls.

Given is the information about the number of daily TSTU incoming calls within an hour. Weekly incoming calls are given in diagram 1.

The first picture shows data relating to daily phone calls by sequence of days of the week, that are, the first trend – Monday, the second trend – Tuesday, the third

trend – Wednesday, the fourth trend – Thursday, the fifth trend – Friday, the sixth trend – Saturday, the seventh trend – Sunday.

On Monday the Call-center receives the largest number of phone calls, on the contrary, Sunday is a day in which Centre accepts the smallest number of calls.

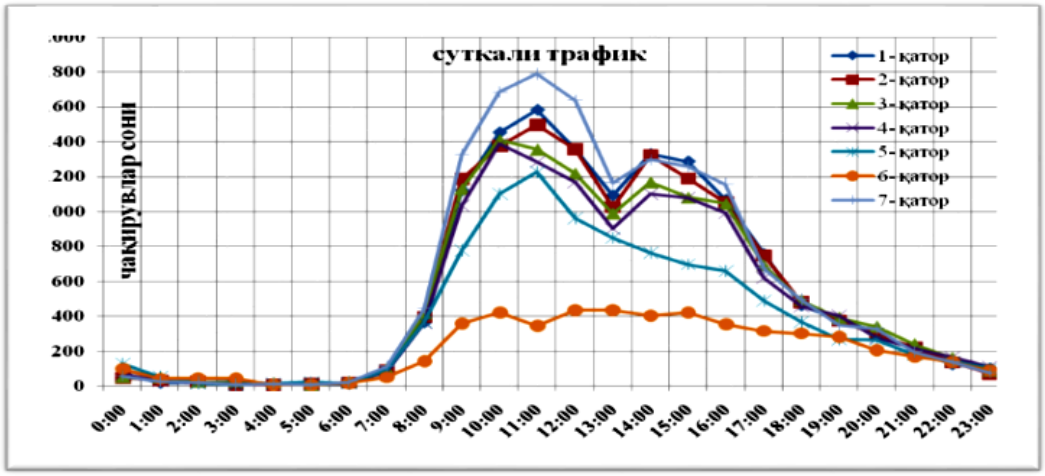


Fig. 1. Daily calls

The number of phone calls starts to increase from the beginning of working time, that is at 7 am. Since then, this active period continues over 11 hours, from 7:00 to 18:00. Specifically the busiest time for the Cal-center between 10:00 and 12:00, after that, the number of calls declines for the subsequent hour from 13:00 to 14:00, during the lunch. Furthermore, the trends go up as well by 18:00, but from that time on the number of phone calls at the Call-center diminishes sharply.

And now we will review incoming telephone calls in a week. On the table 1 the number of calls are given during the four weeks or a month [1].

Given is the information about the changes in the number of incoming calls during the all days of a month.

Table 1. Incoming phone calls

Monday	Tuesday	Wednesday	Tuesday	Friday	Saturday	Sunday
14304	13254	12920	12484	11805	9543	5143
14255	13280	13001	12454	12156	9532	5246
14456	13546	13556	12789	12859	9322	5255
14589	13989	13879	12256	12786	9356	5198

It is clear from the graph, the largest number of calls is received on Monday. However, this number declines up to the end of the week and actually the smallest number of calls is accepted on Sunday. Processing algorithm of the Call-center is consist of following sequences [2].

Picture 2 illustrates the average number of incoming phone calls in days of the week.

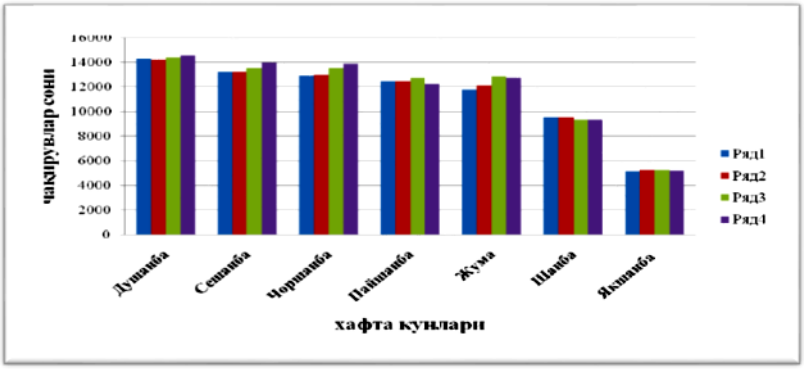


Fig. 2

Subscribers dial one of the numbers of the Centre. If all incoming system lines are busy, the caller will take rejection for serving (calls well be blocked), and then following one of two stages well be implemented: subscriber either can dial a number once again repeatedly or can not do it at all. At that time request is regarded as rejected or lost [3]. If any incoming system line is free, the phone call will be connected to the Centre and subscriber, who is phoning, usually hears electronic digital auto informer answer. During an interactive conversation with auto informer, user can get complete information and send from Call-center.

Now we will analyze the changes in the number of accepted incoming calls or unaccepted (rejected) incoming calls within a day. For this we will use the graph which reveals the number of received calls and rejected phone calls in any day of the week. It is clear from the picture, the number of rejected calls principally changes from 8:00 to 13:00 and accounts for the largest number at 11:00.

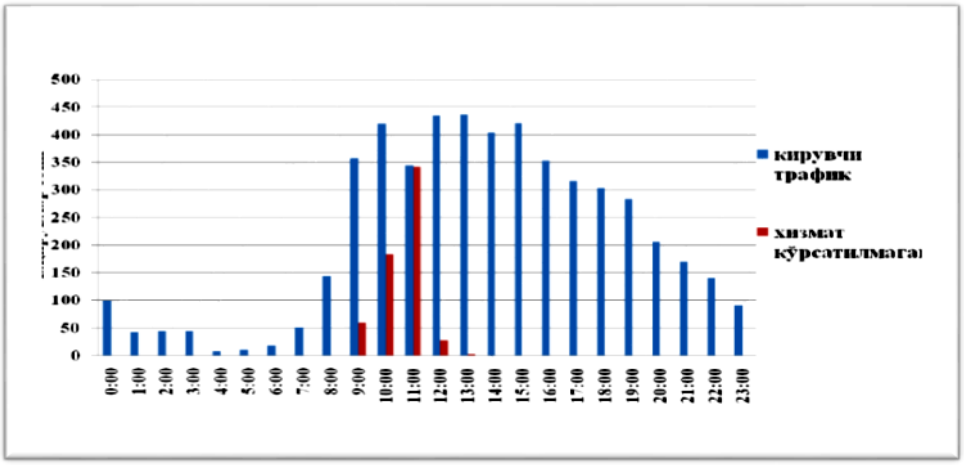


Fig. 3. The average number of rejected calls in a day of the week

Conclusion. Serving to the weekly and daily incoming calls at the Call-center was analyzed. The largest number of calls is principally received on Monday, but at the end of the week, that is on Sunday, the Call-center accepts the smallest number of phone calls. There are many calls at the Centre between 10:00 and 12:00, but after 18:00 the number of requests starts to decline. During a day number of rejected calls

makes up 12% of accepted phone calls. Thus, it is necessary to increase the number of operators who work during an hour in a shift for ensuring expectation possibility, in queue, which is not more than 10% and the length of the line, that is not more than 10. For this it should decrease the number of operators taking into consideration of the small number of calls on Sunday and Saturday, then those operators need to be involved into workforce between 10:00 and 12:00 on Monday. Furthermore, if predictions are implemented in hours of a day, it would be more effective

References

1. Turgunov A.M, Zoxirov K.R., «Analysis of architecture and functioning model web contact-centres», "International scientific review" international scientific and practical conference, February 24-25, Boston, USA.

2. Zoxirov K.R., "Call-sentrlarning rivojlanish bosqichlari" - «Axborot va telekommunikatsiya tehnologiyalari muommolari» , Respublika ilmiy-texnik konfrensiyasi – Toshkent, 2016. – 68 b.

3. Zoxirov K.R., "Call-sentrlarning rivojlanish bosqichlari" - "Fan, ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasini axborot telekommunikatsiya tehnologiyalari asosida rivojlantirish istiqbollari" nomli Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Qarshi filialida Respublika ilmiy-amaliy anjumani. – Qarshi, 2016. – 120 b.

Ю.А. Аникеева, Е.И. Чигарина

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ В БАЗАХ ДАННЫХ С НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКОЙ

(Самарский университет)

В настоящее время базы данных являются неотъемлемой частью функционирования различных организаций и предприятий. Самая распространённая задача, которую решают приложения, работающие с базами данных – это поиск необходимых записей по заданному критерию. Зачастую, при выборке строк из базы данных, пользователь не всегда может точно указать параметры этой выборки. К примеру, при поиске товара в интернет-магазине бывает нелегко указать диапазон допустимых цен товара, ведь незначительное повышение цены вне указанных изначально значений может оказаться неважным, если качество товара существенно лучше предложений с более низкой ценой. Необходимость указания точных критериев при поиске в данном случае может привести к «утрате» товаров, потенциально подходящих покупателю.

Таким образом, возникает необходимость использования нечеткой логики при обращении к базе данных, что позволяет вести поиск по параметрам, имеющим нечеткие требования. Запросы в данном случае будут выглядеть как «компьютер с низкой ценой и средним объемом оперативной памяти», «внедо-

рожный автомобиль с маленьким пробегом» и т.п. Такой подход позволяет делать поиск более эффективным.

Важным этапом в организации таких запросов является подбор функции принадлежности, которая позволяет вычислить степень принадлежности произвольного элемента универсального множества к нечеткому множеству. То есть, именно эта функция определяет, какая цена будет считаться низкой, какая площадь – большой и т.д. На практике удобно использовать те функции принадлежности, которые допускают аналитическое представление в виде некоторой простой математической функции, что упрощает соответствующие численные расчеты и сокращает вычислительные ресурсы, необходимые для хранения отдельных значений этих функций.

Все функции принадлежности можно разделить на Z-образные, S-образные и П-образные. Выбор типа функции в данном случае зависит от смыслового значения лингвистической переменной. В частности, для неопределенностей со слабой степенью проявления того или иного качественного или количественного признака ("малое количество", "низкая себестоимость продукции" и др) используются Z-образные функции принадлежности; для неопределенностей с высокой степенью проявления того или иного качественного или количественного признака ("большое значение", "высокое качество услуг" и др) используются S-образные функции принадлежности; для неопределенностей вида «приблизительно в пределах от и до», «примерно равно», «около» и т.п. используются П-образные функции принадлежности.

Помимо приведенной выше классификации, функции принадлежности отличаются друг от друга использованием математической формулы, существенно влияющей на ее вид. К самым распространенным функциям можно отнести кусочно-линейную, сплайн-функцию, сигмоидальную, колоколообразную, гауссовскую и др. [1].

Для исследования были выбраны следующие функции:

1) Кусочно-линейная

$f_Z(x;a,b) = \begin{cases} 1, x \le a \\ \frac{b-x}{b-a}, a < x < b \\ 0, b \le x \end{cases}$ для Z-образной функции, где *a, b* – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $a<b$.

$f_S(x;c,d) = \begin{cases} 0, x \le c \\ \frac{x-c}{d-c}, c < x < d \\ 1, d \ge x \end{cases}$ для S-образной функции, где c, *d* – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $c<d$.

$f_\Pi(x;a,b,c,d) = \min_{x \in X}\{f_Z\ (x;\ a,b), f_S(x;c,d)\}$ для П-образной функции, где a, b, c, d — некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: a≤b≤c≤d.

2) Сигмоидальная

$f_S(x;a,b) = \frac{1}{1+e^{-a(x-b)}}$, где a, b— некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: a<b, a e – основание натуральных логарифмов, которое инициирует задание соответствующей экспоненциальной функции. При этом, в случае a>0 может быть получена S-образная функция принадлежности, а в случае a<0 – Z-образная функция принадлежности. Из произведения S- и Z- образной сигмоидальной функций может быть получена соответствующая П-образная функция.

3) Сплайн-функция

$$f_Z(x;a,b) = \begin{cases} 1, x \le a \\ 1 - 2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2, a < x \le \frac{a+b}{2} \\ 2\left(\frac{b-x}{b-a}\right)^2, \frac{a+b}{2} < x < b \\ 0, b \le x \end{cases}$$ для Z-образной функции, где *a, b* – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $a<b$.

$$f_S(x;c,d) = \begin{cases} 0, x \le d \\ 2\left(\frac{x-c}{d-c}\right)^2, c < x \le \frac{c+d}{2} \\ 1 - 2\left(\frac{d-x}{d-c}\right)^2, \frac{c+d}{2} < x < d \\ 1, d \le x \end{cases}$$ для S-образной функции, где *c, d* – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $c<d$.

$f_\Pi(x;a,b,c,d) = f_Z(x;\ a,b) \cdot f_S(x;c,d)$ для П-образной функции, где a, b, c, d — некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: a≤b≤c≤d.

Выбор функции принадлежности, а так же ее параметров, носителя и ядра влияет на распределение степеней принадлежности, и, соответственно, на итоговую выборку.

Данное исследование проводится на примере отбора объявлений о продаже квартир на различных онлайн-ресурсах. Такие параметры, как площадь квартиры, площадь кухни, год постройки, инфраструктура и др., могут быть выбраны в качестве лингвистических переменных – переменных, значениями которых, в отличие от числовой переменной, являются не числа, а слова или предложения в естественном или формальном языке. Критерием сравнения использования различных функций принадлежности является количество объявлений, попавших в итоговую выборку.

Для каждой лингвистической переменной методом экспертных оценок были подобраны носитель и ядро, то есть те диапазоны, в которых функция принадлежности больше 0 и равна 1. Далее приведены некоторые из них.

- Площадь кухни (кв.м)
  Малая. Носитель – [0, 8]; Ядро – [0, 6]
  Средняя. Носитель – [6, 16]; Ядро – [9, 12]

Большая. Носитель – [8, 100]; Ядро – [18, 100]

- Год постройки
  Старый. Носитель – [1899, 1970]; Ядро – [1899, 1950]
  Средний. Носитель – [1955, 2000]; Ядро – [1965, 1980]
  Новый. Носитель – [1980, 2018]; Ядро – [2000, 2018]
- Состояние
  Плохое. Носитель – [0, 5]; Ядро – [0, 3]
  Среднее. Носитель – [3, 7]; Ядро – [4, 6]
  Отличное. Носитель – [5, 10]; Ядро – [7, 10]

Границы полученных диапазонов являются параметрами рассматриваемых функций принадлежности.

В данный момент ведется разработка программного обеспечения для реализации процесса поиска объявлений с возможностью выбора использования определенной функции принадлежности и изменения носителя и ядра нечетких параметров.

Литература

1. Функция принадлежности и методы ее построения [Электронный ресурс] // Сайт Fuzzy Modeling Group. – URL: http://fuzzy-group.narod.ru/files/Fuzzy_Modeling/Lection03.The.membership.function.pdf

У. Ахунджанов

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛОКАЛЬНО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии)

Используются три основных способа повышения производительности сети: - выбор высокоскоростных технологий передачи данных;

- сегментация структуры сети;
- использование технологии коммутации кадров.

Первые классические варианты сетей использовали базовую технологию передачи данных Ethernet 10Base со скоростью передачи 10 Мбит/с. В настоящее время появилось много новых высокоскоростных технологий, в частности Fast Ethernet 100 Base и Gigabit Ethernet 1000 Base, позволяющих увеличить скорость передачи соответственно в 10 и 100 раз (при условии наличия хороших каналов связи).

Интенсивность обмена данными между пользователями сети не является однородной. Часто в сети можно выделить группы пользователей, информационно более интенсивно связанных друг с другом — рабочие группы, выполняющие решение однородных задач. В этом случае можно увеличить производительность сети, разместив разные рабочие группы в отдельных сегментах сети.

Сегментация сети может быть выполнена установкой в сети мостов, коммутаторов, маршрутизаторов. В этом случае интенсивный информационный обмен, в том числе и широковещательный трафик, чаще выполняется внутри одного сегмента, интенсивность межсегментного трафика уменьшается, и количество коллизий в сети существенно снижается.

Применение в сегментированной сети коммутаторов и маршрутизаторов совместно с технологией коммутации кадров (пакетов) может уменьшить интенсивность внутрисегментного трафика. Интеллектуальные коммутаторы и маршрутизаторы определяют порт назначения кадра на основании адреса, содержащегося в кадре, и посылают последний не дублируя его по всем направлениям, а лишь в нужный сегмент.

Снижение интенсивности трафика за счет удаления из него ненужных составляющих создает более благоприятные условия для передачи действительно нужной информации, и производительность сети увеличивается.

Для упрощения и удешевления аппаратных и программных средств в локальных сетях чаще всего применяются моноканалы, используемые совместно всеми компьютерами сети в режиме разделения времени (второе название моноканалов — разделяемые каналы). Классический пример моноканала — канал сети шинной топологии. Сети кольцевой топологии и радиальной топологии с пассивным центром также используют моноканалы, ибо, несмотря на смежность каждого узла сети со своим сегментом сети, доступ к этим сегментам смежных узлов в произвольный момент времени не допустим. Эти сегменты используются только в едином целом совместно со всем разделяемым каналом всеми компьютерами сети по определенному алгоритму. Причем в каждый момент времени моноканал используется только одним компьютером. Такой подход позволяет упростить логику работы сети, ибо отпадает необходимость контроля переполнения узлов пакетами от многих станций, решивших одновременно передать информацию. В глобальных сетях для этого контроля используются весьма сложные алгоритмы.

Но наличие только одного, разделяемого всеми абонентами канала передачи данных ограничивает пропускную способность системы. Поэтому в современных сетях стали все чаще использоваться коммуникационные устройства (мосты, маршрутизаторы), разделяющие общую сеть на подсети (сегменты), которые могут работать автономно, обмениваясь по мере надобности данными между собой. При этом протоколы управления в ЛВС работают те же самые, которые используются и в неразделяемых сетях.

Наибольшее развитие в локальных сетях получили протоколы двух нижних уровней управления OSI. Причем в сетях, использующих моноканал, протоколы канального уровня делятся на два подуровня:

- подуровень логической передачи данных — LLC (Logical Link Control);
- подуровень управления доступом к сети — MAC (Media Access Control).

Подуровень логической передачи данных у большинства протоколов, в том числе и у семейства IEEE 802.x, включающего основные протоколы ЛВС, один и тот же. (К основным протоколам ЛВС относятся: IEEE 802.2 — это про-

токол логической передачи данных LLC; MAC-протоколы доступа к сети: IEEE 802.3 — Ethernet — эти протоколы почти одинаковы; IEEE 802.4 — Token Bus, IEEE 802.5 — Token Ring и т. д.) Повторим, что LLC построен на основе протокола HDLC и предоставляет верхним уровням OSI три вида процедур:

- LLC1 — процедура без установления соединения и без подтверждения;
- LLC2 — процедура с установлением соединения и с подтверждением;
- LLC3 — процедура без установления соединения и с подтверждением.

Больший интерес представляют протоколы управления доступом MAC.

Рассмотрим несколько используемых на практике методов доступа, а для наиболее распространенных укажем наименование их реализующего протокола.

Для локальных вычислительных сетей, использующих для передачи информации моноканал (monochannel — канал связи, одновременно используемый несколькими абонентами, например, в сетях с шинной и петлевой топологиях и в радиальной топологии с пассивным центром), весьма актуальным является вопрос доступа клиентов к этому каналу. Чтобы сделать доступ эффективным, необходимы специальные механизмы — *методы доступа.* Методы доступа обеспечиваются протоколами на нижних уровнях модели OSI.

Для организации эффективного доступа к моноканалу используются принципы частотной или временной модуляции. Наибольшее применение в простых сетях получили принципы временной модуляции, то есть временного разделения сообщений, передаваемых по моноканалу.

Существует несколько групп методов доступа, основанных на временном разделении:

- централизованные и децентрализованные;
- детерминированные и случайные.

Централизованный доступ управляется из центра управления сетью, например, от сервера. *Децентрализованные методы доступа* функционируют на основе протоколов, принятых к исполнению всеми рабочими станциями сети, без каких-либо управляющих воздействий со стороны центра.

Детерминированный доступ обеспечивает наиболее полное использование моноканала и описывается протоколами, дающими гарантию каждой рабочей станции на определенное время доступа к моноканалу. При *случайном доступе* обращения станций к моноканалу могут выполняться в любое время, но нет гарантий, что каждое такое обращение позволит реализовать эффективную передачу данных.

При централизованном доступе каждый клиент может получать доступ к моноканалу:

- по заранее составленному расписанию — статическое разделение времени канала;
- по жесткой временной коммутации через определенные промежутки времени (например, через каждые 0,5 с), задаваемые электронным коммутатором — динамическое детерминированное разделение времени канала;

- по гибкой временной коммутации, реализуемой в процессе выполняемого из центра сети опроса рабочих станций на предмет выяснения необходимости доступа — динамическое псевдослучайное разделение канального времени;

- при получении полномочий в виде специального пакета — маркера.

Первые два метода не обеспечивают эффективную загрузку канала, ибо при предоставлении доступа некоторые клиенты могут быть не готовы к передаче данных, и канал в течение выделенного им отрезка времени будет простаивать.

Метод опроса используется в сетях с явно выраженным центром управления и иногда даже в сетях с раздельными абонентскими каналами связи (например, в сетях с радиальной топологией для обеспечения доступа к ресурсам центрального сервера).

Случайные методы доступа основаны на равноправности всех станций сети и их возможности в любой момент времени обратиться к моноканалу с целью передачи данных. Поскольку возможны одновременные попытки передачи данных со стороны нескольких станций, между ними часто возникают коллизии (конфликты, столкновения), в связи, с чем случайный метод доступа часто называют «методом состязаний».

Сокращение числа конфликтных ситуации обеспечивается путем предварительного прослушивания моноканала для выявления его занятости станцией, желающей передать данные. Если канал занят, станция возобновляет свою попытку передачи данных через небольшой интервал времени. Если все же передачу данных начнут одновременно две станции, то возникает коллизия и данные в моноканале искажаются. Обе конфликтующие станции будут вынуждены передать свои данные повторно.

Метод состязаний может быть рекомендован для использования в сетях с небольшим количеством абонентов, моноканал которых загружен мало (метод не может обеспечить хорошую загрузку канала из-за часто возникающих конфликтных ситуаций). Этот метод для сетей с шинной топологией реализуется чрезвычайно популярным протоколом Ethernet фирмы Xerox.

Литература

1. Spurgeon Ch. Ethernet Configuration Guidelines. Peer-to-Peer Communications, Inc., 1996 y.

2. Gigabit Ethernet. Gigabit Ethernet Alliance, 1996 y.

3. Гук М. Локальные сети Novell. Карманная энциклопедия. СПб.: Питер, 1996 г.

4. Нессер Д. Дж. Оптимизация и поиск неисправностей в сетях: Пер. с англ.
К.: «Диалектика», 1996 г.

5. Компьютерные сети. Учебный курс / Пер. с англ. М.: Издательский отдел «Русская Редакция» ТОО «Channel Trading Ltd.», 1997 г.

6. www.ziyonet.uz

У. Ахунджанов, Х. Аминов

АРХИТЕКТУРА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СЕТИ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии, Узбекистан)

Информационная сеть в общем случае рассматривается как совокупность нескольких сетей и называется *составной сетью,* или *интерсетью (internetwork*, или *internet)*. Сети, входящие в составную сеть, называются *подсетями (subnet), составляющими сетями* или просто *сетями* (рис. 2.1).

Подсети соединяются между собой маршрутизаторами. Компонентами составной сети могут быть как локальные, так и глобальные сети. Все узлы в пределах одной подсети взаимодействуют, используя единую для них технологию (локальные Ethernet, Token Ring, FDDI и глобальные сети X.25, Frame Relay, ISDN). Каждая из этих технологий способна обеспечить взаимодействие всех узлов в своей подсети, но не способна построить информационную связь между произвольно выбранными узлами, принадлежавших разным подсетям, например между узлом «А» и узлом «В» на рис. 1. Следовательно, для организации взаимодействия между любой произвольной парой узлов «большой» составной сети требуются дополнительные средства, предоставляемые сетевым уровнем.

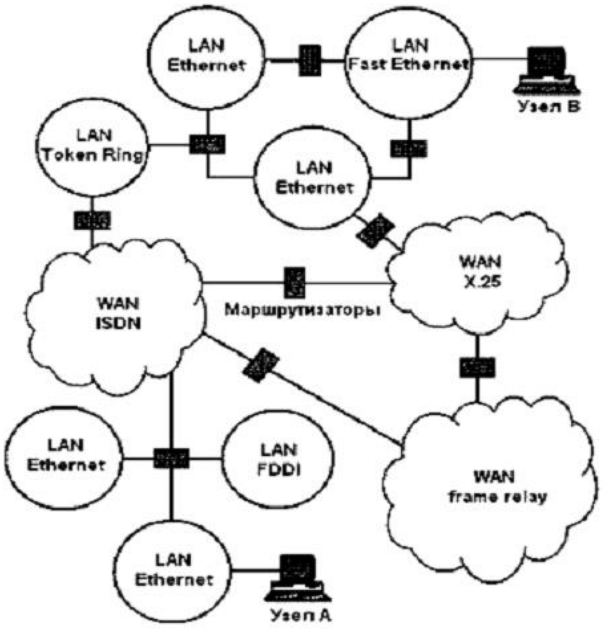


Рис. 1. Архитектура составной сети

Сетевой уровень выступает координатором, организующим работу всех подсетей, лежащих на пути продвижения пакета по составной сети. Для перемещения данных в пределах подсетей сетевой уровень обращается к используемым в этих подсетях технологиям.

Многие технологии локальных сетей (Ethernet, Token Ring, FDDI, Fast Ethernet и др.) используют одну и ту же систему адресации узлов на основе MAC-адресов, но существуют технологии (X.25, ATM, Frame Relay), в которых применяются другие схемы адресации. Адреса, присвоенные узлам в соответствии с локальными технологиями подсетей, называют *локальными*. Для выполнения своей задачи сетевой уровень должен иметь собственную глобальную систему адресации, не зависящую от способов адресации узлов в отдельных подсетях, которая позволила бы на сетевом уровне универсальным и однозначным способом идентифицировать любой узел составной сети.

Естественным способом формирования сетевого адреса является уникальная нумерация всех подсетей составной сети и нумерация всех узлов в пределах каждой подсети. Таким образом, сетевой адрес представляет собой пару: номер сети (подсети) и номер узла.

В качестве номера узла может выступать: локальный адрес этого узла (такая схема принята в стеке IPX/SPX); некоторое число, никак не связанное с локальной технологией, однозначно идентифицирующее узел в пределах данной подсети. В первом случае сетевой адрес становится зависимым от локальных технологий, и ограничивает его применение. Например, сетевые адреса IPX/SPX рассчитаны на работу в составных сетях, объединяющих сети, использующих только MAC-адреса или адреса аналогичного формата. Второй подход более универсален, он характерен для стека TCP/IP. В том и другом случае каждый узел составной сети имеет наряду со своим локальным адресом еще один - универсальный сетевой адрес.

Данные, поступающие на сетевой уровень и которые необходимо передать через составную сеть, снабжаются заголовком сетевого уровня. Совместно с заголовком они образуют пакет. Заголовок пакета сетевого уровня имеет унифицированный формат, не зависящий от форматов кадров канального уровня тех сетей, входящих в составную сеть, и несет, наряду с другой служебной информацией, данные о номере сети назначения этого пакета. Сетевой уровень определяет маршрут и перемещает пакет между подсетями.

Каждый раз, при передаче пакет сетевого уровня из одной подсети в другую, он извлекается из кадра первой подсети (освобождается от канального заголовка этой сети) и упаковывается в кадр (снабжается новым заголовком) канального уровня следующей подсети. Информацию, на основе которой производится эта замена, предоставляют служебные поля пакета сетевого уровня. В поле адреса назначения нового кадра указывается локальный адрес следующего маршрутизатора.

Если провести аналогию между взаимодействием разнородных сетей и перепиской людей из разных стран, то сетевая информация - это общепринятый индекс страны, добавляемый к адресу письма, написанному на одном из сотни языков земного шара, например на санскрите. И даже если это письмо должно пройти через множество стран, почтовые работники не знающие санскрит, понятный им индекс страны- адресата подскажет, через какие промежуточные пункты лучше передать письмо, чтобы оно кратчайшим путем попало в

Индию. А работники местных почтовых отделений смогут прочитать точный адрес - адрес идентифицирующий город, улицу, дом и адресата, и доставить письмо, т. к. адрес написан на языке и в форме, принятой в данной стране.

Основным полем заголовка сетевого уровня является номер сети - адресата. В ранних протоколах локальных сетей такого поля в кадрах не было - предполагалось, что все узлы принадлежат одной сети. Явная нумерация сетей позволяет протоколам сетевого уровня составлять точную карту межсетевых связей и выбирать рациональные маршруты при любой их топологии, в том числе альтернативные маршруты, при их наличии.

Кроме номера сети заголовок сетевого уровня должен содержать и информацию, необходимую для успешного перехода пакета из сети одного типа в сеть другого типа:

- номер фрагмента пакета, необходимый для успешного проведения операций сборки/разборки фрагментов при соединении сетей с разными максимальными размерами пакетов;
- время жизни пакета, указывающее, на время продвижения по интерсети, оно может использоваться для уничтожения «заблудившихся» пакетов;
- качество услуги - критерий выбора маршрута при межсетевых передачах: например, узел-отправитель может потребовать передать пакет с максимальной надежностью, возможно, в ущерб времени доставки.

Когда две или более сети организуют совместную транспортную службу, то такой режим взаимодействия обычно называют *межсетевым взаимодействием (internet working).*

Литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компрютерные сети. С.-Петербург. 2001 г.
2. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы.- М.: Энергоатомиздат, 1991 г.
3. Нортон П., Гудмен Д. Внутренний мир персональных компьютеров, 8-е издание. Избранное от Питера Нортона: Пер. с англ. - К.: Издательство "ДиаСофт" 2005 г.
4. Полвонов Ф.Ю., Охунов М.Х., Расулов А.М. , Информатика- учебное пособие. Фергана. 2002 г.

О.Н. Белова

МЕТОД МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СМЕШАННОГО НАГРУЖЕНИЯ ОБРАЗЦОВ С ТРЕЩИНОЙ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ: ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Детальное изучение процессов нелинейного деформирования и разрушения и нелинейных математических моделей, описывающих эти процессы, как правило, проводится с помощью вычислительных экспериментов [1-9]. Среди современных подходов моделирования роста трещины особыми преимуществами обладает метод молекулярной динамики, широко используемый в настоящее время [7-9]. Целью настоящего исследования является моделирование роста трещины в образцах из кристаллической меди и алюминия при смешанном нагружении в полном диапазоне смешанных форм нагружения от чистого нормального отрыва до чистого поперечного сдвига. Перспективным представляется использование пакета LAMMPS (Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator). При моделировании трещины в пластине из меди структура кристаллической решетки выбрана гранецентрированная кубическая.

Выполнено моделирование развития центральной трещины конечной длины в пластине в условиях смешанного нагружения в полном диапазоне смешанных форм деформирования от чистого нормального отрыва до чистого поперечного сдвига посредством метода молекулярной динамики в пакете LAMMPS. Получены и проанализированы траектории развития дефекта при различных формах смешанного нагружения. Рассмотрены эффекты воздействия температурного поля: моделирование с помощью метода молекулярной динамики проводилось при различных температурах от нуля градусов по шкале Кельвина до 150 градусов. Выполнено сопоставление результатов, полученных с помощью метода молекулярной динамики, с макроскопическими оценками направлений развития трещины при различных формах смешанного нагружения пластины с центральной трещиной в изотропном линейно упругом материале. Углы, под которыми трещина развивается при действии различных систем нагружения, совпадают с результатами линейной механики разрушения в том случае, если пользоваться критериями роста трещины, основанными на критерии минимума плотности энергии деформаций и многопараметрическом представлении поля напряжений. Предложена и применена методика вычисления параметра смешанности нагружения в случае применения метода молекулярной динамики. Приведены результаты численного расчета, выполненного в программном комплексе LAMMPS, проведенного с применением различных потенциалов взаимодействия (потенциал Леннард – Джонса, потенциал внедренного атома (EAM)).

Результаты вычислений приведены на рис. 1-4. Процесс распространения трещины в условиях смешанного нагружения в монокристаллической меди при нулевой температуре (24 пс и 40 пс) показан на рис. 1 и 2. Процесс распространения трещины в условиях смешанного нагружения в монокристаллической меди при температуре 77К (50 пс и 60 пс) показан на рис. 3 и 4.

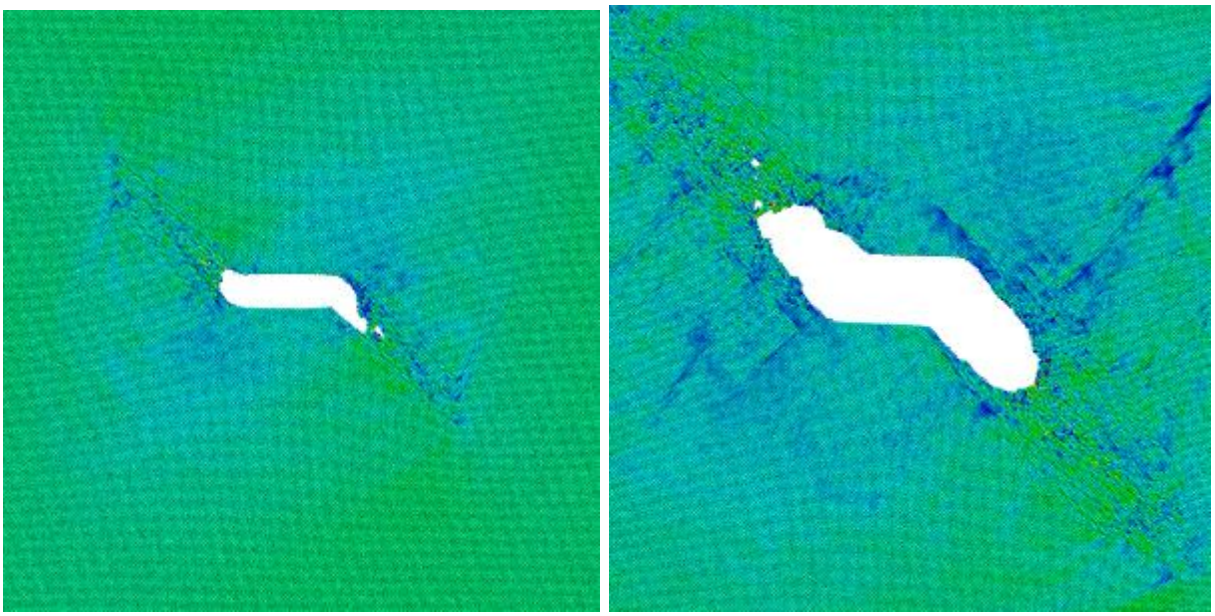


Рис. 1. Процесс распространения трещины в условиях смешанного нагружения в монокристаллической меди при нулевой температуре (24 пс и 40 пс)

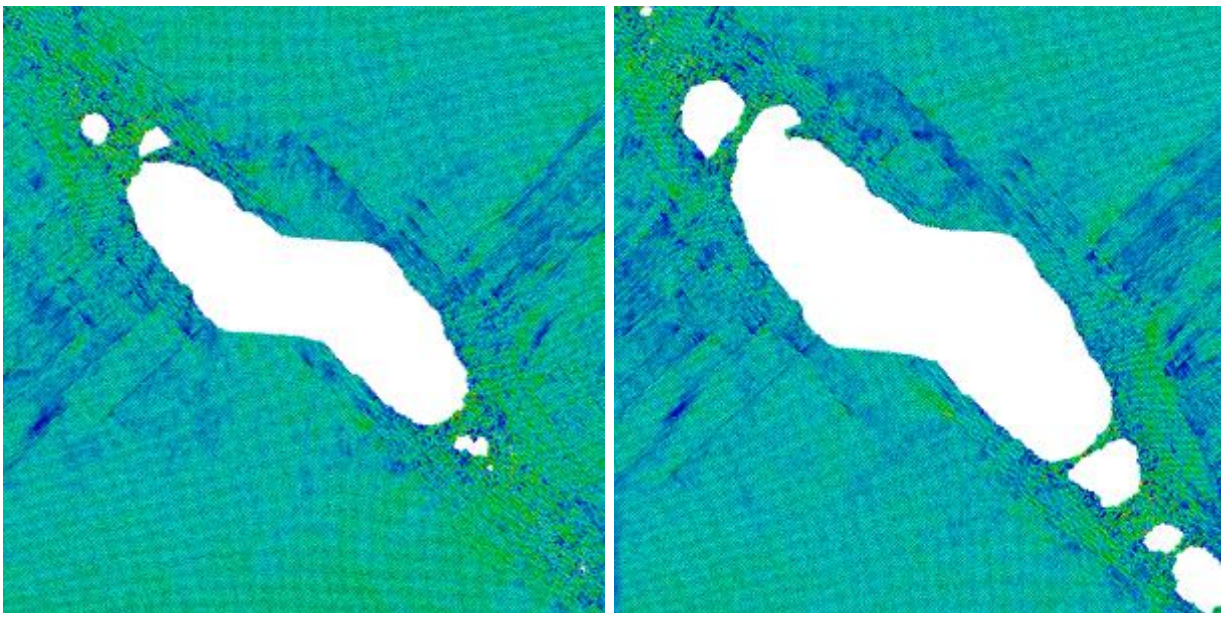


Рис. 2. Процесс распространения трещины в условиях смешанного нагружения в монокристаллической меди при нулевой температуре (50 пс и 60 пс)

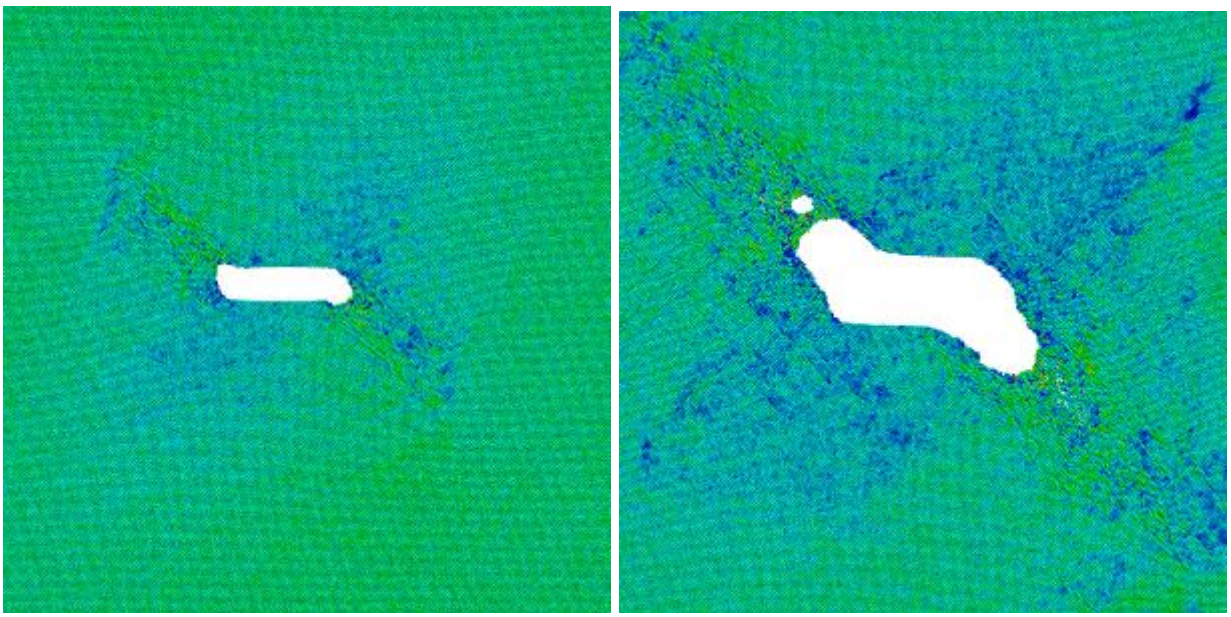


Рис. 3. Процесс распространения трещины в условиях смешанного нагружения в монокристаллической меди при температуре 77К (24 пс и 40 пс)

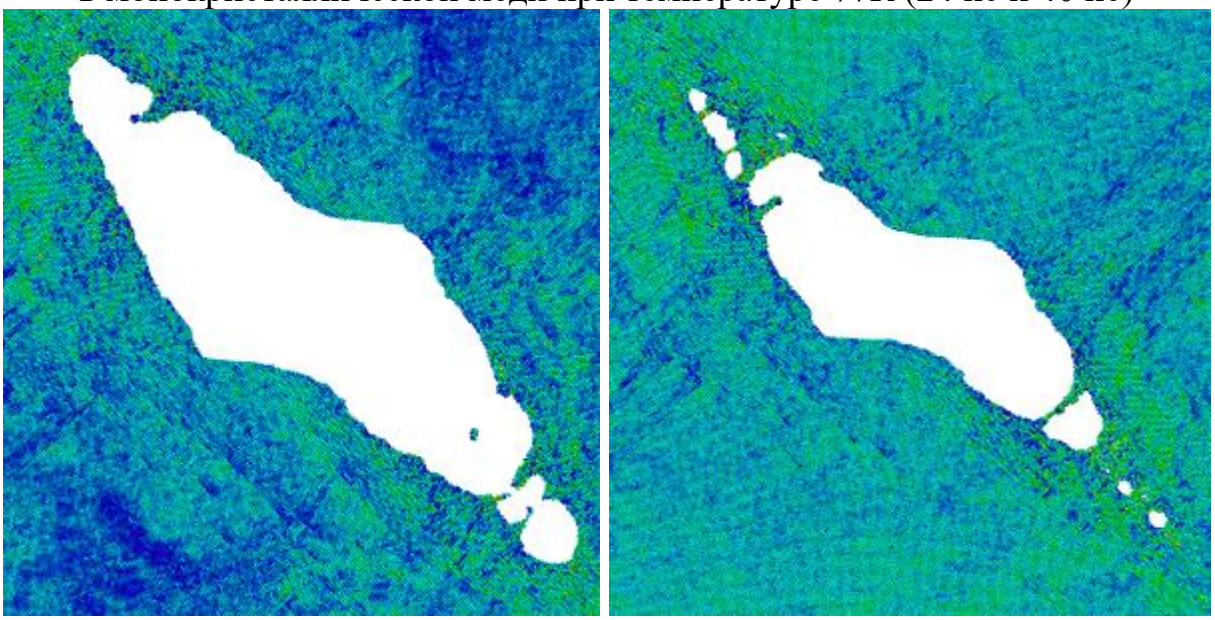


Рис. 4. Процесс распространения трещины в условиях смешанного нагружения в монокристаллической меди при температуре 77К (50 пс и 60 пс)

Выводы

Выполнено моделирование развития центральной трещины конечной длины в пластине посредством метода молекулярной динамики в пакете LAMMPS. Получены и проанализированы траектории развития дефекта при различных формах смешанного нагружения. Рассмотрены эффекты взаимодействия температурного поля: моделирование с помощью метода молекулярной динамики проводилось при различных температурах. Выполнено сопоставление результатов, полученных с помощью метода молекулярной динамики, с макроскопическими оценками направлений развития трещины при различных формах смешанного нагружения. Углы, под которыми трещина развивается при действии различных систем нагружения, совпадают с результатами линейной

механики разрушения в том случае, если пользоваться критериями роста трещины, основанными на минимуме плотности энергии деформаций и многопараметрическим представлением поля напряжений

Литература

1. Степанова, Л.В. Полное асимптотическое разложение М. Уильямса у вершин двух коллинеарных трещин конечной длины в бесконечной пластине [Текст]/ Л.В. Степанова, П.С. Росляков// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2015. – № 4. – P. 188-225.

2. Stepanova, L.V. Multi-parameter description of the crack-tip stress field: analytic determination of coefficients of crack-tip stress expansions in the vicinity of the crack tips of two finite cracks in an infinite plane medium[Текст]/ L.V. Stepanova, P.S. Roslyakov// International Journal of Solids and Structures. – 2016. – V. 100-101. – P. 11-28.

3. Степанова, Л.В. Смешанное деформирование пластины с трещиной в условиях плоского напряженного состояния [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Яковлева// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т.3. – С. 129-162.

4. Степанова, Л.В. Асимптотика поля напряжений у вершины усталостной трещины в среде с поврежденностью: вычислительный эксперимент и аналитическое решение [Текст]/ Л.В. Степанова, С.А. Игонин// Сибирский журнал вычислительной математики. – 2015.- Т.8. № 2. – С. 201-217.

5. Степанова, Л.В. Смешанное деформирование пластины с трещиной в условиях плоского напряженного состояния [Текст]/ Л.В. Степанова, Е.М. Яковлева// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2014. – Т.3. – С. 129-162.

6. Астафьев, В.И. Асимптотика напряженно-деформированного состояния в окрестности вершины трещины в условиях ползучести/ В.И. Астафьев, Л.В. Степанова, С.А. Шестериков// Вестник Самарского государственного университета. – 1995. № 5. С. 59-64.

7. Степанова, Л.В.Оценка направления роста трещины в условиях смешанного нагружения (нормальный отрыв и поперечный сдвиг): обобщенные критерии классической механики разрушения и атомистическое моделирование смешанного нагружения (метод молекулярной динамики)/ Л.В. Степанова, С.А. Бронников, О.Н. Белова// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2017. – Т.4. – С. 189-213.

8. Atomistic modeling for mechanism of crack cleavage extension on nanoscale[Текст]/ Y.-J. Gao, Q.Q. Deng, L. Ye. Huang, Z.C. Wen, Zhi -R. Luo// Computational Materials Science. – 2017. – V. 130. – P. 64-75.

9. Cui, C.B. Mixed-mode fracture toughness evaluation of a copper single crystal using atomistic simulations[Текст]/ C.B. Cui, G.H. Lee, H.G. Beom// Computational Materials Science. – 2017. – V. 136. – P. 216 – 222.

Р.С. Васильев, Е.В. Смирнов, А.Д. Камильянова

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА МЕЖДУ ПРОПРИЕТАРНЫМ И ОТКРЫТЫМ НАСТОЛЬНЫМ ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ГИС

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Использование проприетарного программного обеспечения

В различных отраслях программного обеспечения уже давно существуют свои лидеры, которые вышли на рынок в короткий промежуток времени, как правило в основной своей массе они являются проприетарными программными продуктами. Под определением «проприетарное программное обеспечение» понимается программный продукт, являющийся частной собственностью авторов или правообладателей, то есть имеются собственники, осуществляющие контроль над этим программным обеспечением. Далее рассматривается один из представителей ряда коммерческих ГИС-продуктов - ArcGISforDesktop, который объединяет в себе общие черты различных проприетарных ГИС-продуктов [5]. Выбор ArcGISforDesktop обосновывается тем, что компания-разработчик ESRI была одним из первопроходцев в области ГИС в целом и, как следствие, имеет большой опыт в разработке ГИС-систем. Кроме того, важным моментом является наличие объемной документации, из которой можно выявить все особенности использования программного обеспечения [3], а также поддержка, предоставляемая разработчикам как для текущих, так и для устаревших версий программного обеспечения. Как правило, перечисленные особенности стремятся учитывать производители программного обеспечения.

ArcGISforDesktop представляет собой группу настольных программных продуктов семейства ArcGIS, которая содержит ряд инструментов, полностью обеспечивающих возможность комплексной работы пользователя с географической информацией, что подразумевает создание и редактирование данных, редактирование и публикация электронных карт, создание запросов и анализ информации. От других программных продуктов ГИС-отрасли продукты ArcGIS отличает количество доступного функционала [1,3,4]. Помимо наличия основного функционала, который присущ ГИС, компания-разработчик также предоставляет поддержку своих продуктов, обеспечивая тем самым стабильную работу программного обеспечения пользователям.

Главным минусом использования ArcGISforDesktop является его цена, которая для рынка программного обеспечения является высокой: например, цена на ArcGISforPersonalUse, специальную программу, предназначенную для некоммерческого персонального использования, в состав которой входит ArcGISforDesktopAdvanced, составляет 8700 рублей в год [5], что сопоставимо с полноценной операционной системой Windows 10 HomeEdition, которая является неограниченной по времени и стоимостью 7900 рублей [9].

Исходя из вышеперечисленных замечаний можно заключить, что использование проприетарного программного обеспечения является предпочтитель-

ным для средних и крупных компаний, готовых платить за стабильность, функциональность продуктов и за поддержку, которую будут оказывать разработчики, и имеющих сложные задачи в своих проектах, с которыми может справиться программное обеспечение.

Использование открытого ПО

В настоящие время происходит наиболее быстрое развитие программных продуктов с открытым исходным кодом в сравнении с периодом, когда рынок ГИС-отрасли был монополизирован коммерческими продуктами, в связи с чем всё большее количество пользователей отдают свою предпочтение при решении каких-либо задач именно им.

Из положительных сторон использования открытых геоинформационных систем в первую очередь необходимо отметить то, что они, как правило, являются бесплатными, что очень привлекает пользователей, если учитывать ценовые категории, в которых находятся проприетарные геоинформационные системы. Следующим положительным фактором использования открытых ГИС является то, что благодаря открытости исходного кода и высокой модульности к разработке ГИС привлекаются разработчики со всего мира. Такая мировая активность обеспечивает быстрый рост функциональных возможностей продуктов, но не смотря на рост, они не лишены недостатков, а именно: отсутствием открытой реализации хранилища растровых данных, нестандартность форматов, в которых осуществляется хранение графической информации, а также проблемы в работе с большими объёмами данных. Необходимо отметить также тот факт, что для ГИС с открытым исходным кодом не существует официальной технической поддержки.

В таблице 1 ниже представлены характеристики основных настольных открытых ГИС.[2, 7]

Как видно ниже из таблицы 1, основными лидерами среди открытых настольных ГИС являются GRAAS и QGIS, так как именно они обладают наибольшим функционалом по сравнению с остальным программным обеспечением, приведенным в таблице 1, а также эти системы реализуют функционал, наиболее близкий к проприетарным аналогам [6], таким как семейство продуктов ArcGIS.

Итоги

В конечном итоге при сравнении положительных и отрицательных сторон проприетарных и открытых геоинформационных систем можно сделать вывод, что программные продукты с открытым исходным кодом в сфере ГИС имеют свою нишу, но не лишены ряд недостатков, не позволяющих им обеспечивать полноценную конкуренцию проприетарным решениям.

Положительные аспекты использования открытого ПО, такие как: отсутствие платы за лицензию, неограниченное количество установок, поддержка со стороны активного сообщества разработчиков/пользователей, большая свобода от разработчика на данный момент имеют значение только для небольших организаций или команд разработчиков. Для больших корпораций больше важны такие свойства, как: наличие технической поддержки, ясной документации,

своевременные обновления от разработчиков геоинформационной системы, что не всегда имеют открытые альтернативы.

Таблица 1 - Сравнение характеристик основных открытых пользовательских ГИС

		Открытые настольные ГИС						
		GRASS	QGIS	uDig	gvSIG	SAGA	MapWindow	ILWIS
Лицензия		GPL	GPL	LGPL	GPL	MPL	GPL	GPL
Чтение векторных данных	SHP	+	+	+	+	+	+	+
	GML	+	+	+	+	-	-	-
	DXF	+	+	-	+	+	+	+
Запись векторных данных	SHP	+	+	+	+	+	+	+
	GML	+	+	+	+	-	-	-
	DXF	+	-	-	+	-	-	+
Чтение растровых данных	JPEG	+	+	+	+	+	+	+
	GeoTIFF	+	+	+	+	+	+	+
	ECW	+	-	-	+	+	+	+
	Arc/Info GRID	+	+	-	+	-	+	+
Запись растровых данных	JPEG	+	+	+	+	+	+	+
	GeoTIFF	+	+	+	+	+	+	+
	ECW	+	+	-	-	+	-	-
	Arc/Info GRID	-	-	-	-	-	-	-
Базы данных: Ч – чтение З - запись	PostGIS	З+Ч	З+Ч	З+Ч	З+Ч	-	З+Ч	-
	ArcSDE	-	-	З+Ч	З+Ч	-	-	-
	Oracle	Ч	-	З+Ч	З+Ч	-	-	-
Поддержка стандартов OGC		WMS, WFS, SFS, GML	WMS, WFS,WFS-T, SFS, GML	WMS, WFS, WCS, CSW, WFS-G	WMS, WFS, WCS	WMS, WFS	WCS, WFS	WMS, WFS, GML, SFS
Русскоязычный интерфейс		+	+	-	+	-	-	-
Русскоязычная документация (руководство пользователя)		+	-	-	+	-	-	-

Литература

1. Христодуло О.И., Павлов С.В., Галямов С.Р., Заитов И.Н. Использование геоинформационных технологий при разработке подсистемы информационного обеспечения контроля развития паводковой ситуации на территории Республики Башкортостан // ArcReview №4(39), ООО Дата +, 2006г. – С. 5

2. Открытые настольные ГИС: Обзор текущей ситуации: [Электронный ресурс], режим доступа – URL:http://gis-lab.info/qa/os-gis.html(2.03.2018)

3. ArcGIS: [Электронный ресурс], режим доступа – URL:https://en.wikipedia.org/wiki/ArcGIS(10.03.2018)

4. ArcGISforDesktop – документация: [Электронныйресурс], режимдоступа – URL:http://desktop.arcgis.com/ru/documentation/(2.03.2018)

5. ArcGISforDesktop – стоимость: [Электронный ресурс], режим доступа – URL:http://desktop.arcgis.com/ru/pricing/(10.03.2018)

6. Commercial GIS Software: List of Commercial Mapping Software: [Электронный ресурс], режим доступа – URL:http://gisgeography.com/commercial-gis-software/(10.03.2018)

7. GIS-Lab:Геоинформационные системы: [Электронныйресурс], режимдоступа – URL:http://gis-lab.info/(1.03.2018)

8. ESRI-CIS: Что такое ГИС: [Электронный ресурс], режим доступа – URL:http://esri-cis.ru/concept_arkgisa/press/whatgis.php(2.03.2018)

9. Windows 10 HomeEdition–Pricing [Электронный ресурс], режим доступа – URL: https://www.microsoftstore.com/store/msru/ru_RU/pdp/Windows-10-HomeEdition/productID.320421000.(2.03.2018)

В.Е. Вилков

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

(НПК Технологический центр)

Высокопроизводительные вычисления – одно из самых перспективных направлений как в информационных технологиях, так и в большинстве прикладных наук. Высокопроизводительные вычисления подразумевают под собой обработку и выполнение различных операций над колоссальными объемами информации. Поэтому для их осуществления требуются значительные аппаратные ресурсы – изделия микроэлектронной промышленности. Современная тенденция такова, что потребность в выполнении большого объема расчётов растет быстрее, чем это может обеспечить традиционная планарная микроэлектроника [1]. Это обуславливает увеличение габаритов используемых компьютерных систем.

Данная проблема является актуальной на данный момент. Во всём мире ведутся работы над миниатюризацией и увеличением интеграции компонентов на печатной плате.

Одна из перспективных технологий миниатюризации электроники – это технология 3D-SiP (Three-dimensional System-In-A-Package). Эта технология заключается в упаковке нескольких электронных подсистем (ячеек либо блоков) в одну функциональную высокоинтегрированную систему на уровне кристаллов. Данная система содержит 2 или более уровней. В роли таких уровней выступают технологические подложки, на которые монтируются различные компоненты, либо кристаллы. В данной технологии для соединения подсистем как правило используется шариковый припой, или BGA (англ. Ball grid array — массив шариков) монтаж, то есть выводы представляют собой шарики припоя. Кроме этого возможно применение таких методов межсоединения как термо-

компрессионная микросварка (Wire Bond), присоединение перевернутого кристалла (Flip Chip), присоединение кристалла к выводам ленточного кристалла (TAB – Tape Automated Bonding), использование underfill материалов и т.д. Пример многокристальной упаковки по технологии 3D-SiP показана на рисунке 1 [2].

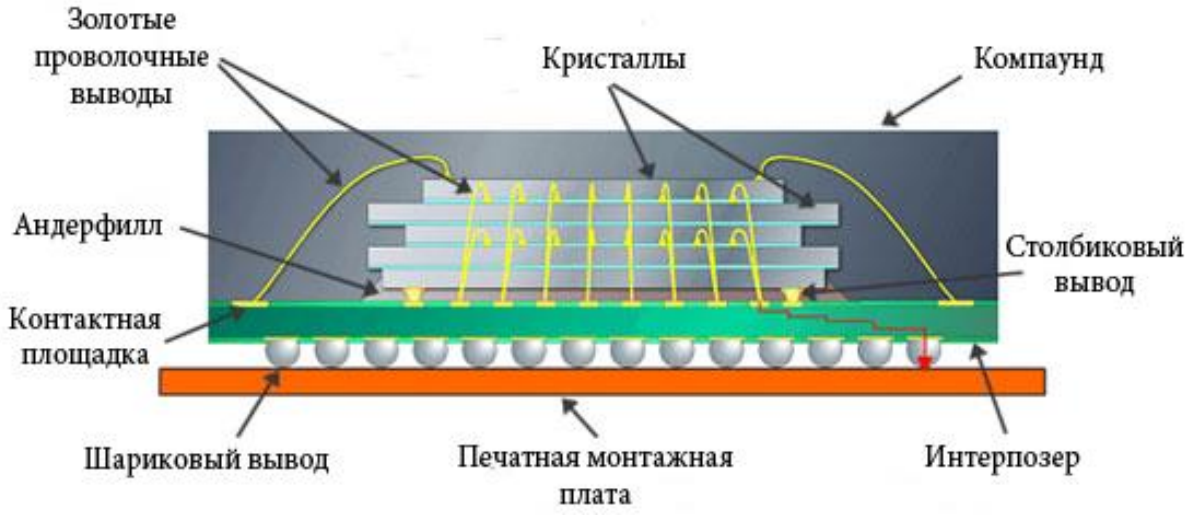


Рисунок 1 – Пример многокристальной упаковки

На уровне микросборок перспективной является технология 3D-MID.

3D-MID технология основана на использовании высокотемпературного пластика и его структурированной металлизации для интеграции электронных, механических и оптических функциональных компонентов, создавая трехмерные системы на базе самого пластика без использования специальных плат и технологических подложек.

Данная технология имеет ряд преимуществ. За счёт высокой гибкости проектирования возможно создать изделие любой формы и размеров. Использование меньшего количества компонентов обуславливает более короткий и простой технологический процесс производства, повышает надёжность устройства, снижает расход материалов и материальные затраты.

Реализация 3D-MID возможна двумя технологиями: LDS и 2S [3].

В LDS технологии (Laser Direct Structuring – прямое лазерное структурирование) применяется легированный соединением металл-органический комплекс термопласт (рисунок 2). Первоначально заготовка отливается из термопласта. Затем согласно топологии проводящей металлизации дорожки на поверхности изделия облучаются лазером (активируются), за счёт чего происходит абляция пластмассовой и органической составляющей. На поверхности образуются шероховатости, обеспечивающие достаточную адгезию для последующего нанесения металлического проводника. Нанесение проводится химическим и гальваническим методом, металл осаждается только в обработанных лазером областях.

У LDS технологии есть недостатки:

- Ограничение на некоторые геометрические формы, которые препятствуют активации поверхности лазером;
- Большое количество операций.

В 2S (Two-shot molding – 2S) технологии лазер не используется, поэтому ограничений по форме изделия нет (рисунок 3). Идея процесса заключается в проведении двух заливочных операций: сначала формируется основа из уже активированного термопласта, затем поверх наносится слой неактивного термопласта, заполняющий полости. Далее, как и в LDS технологии, осаждается металл.

Финишной операцией после образования металлизации в обеих технологиях является стандартный монтаж компонентов [4].

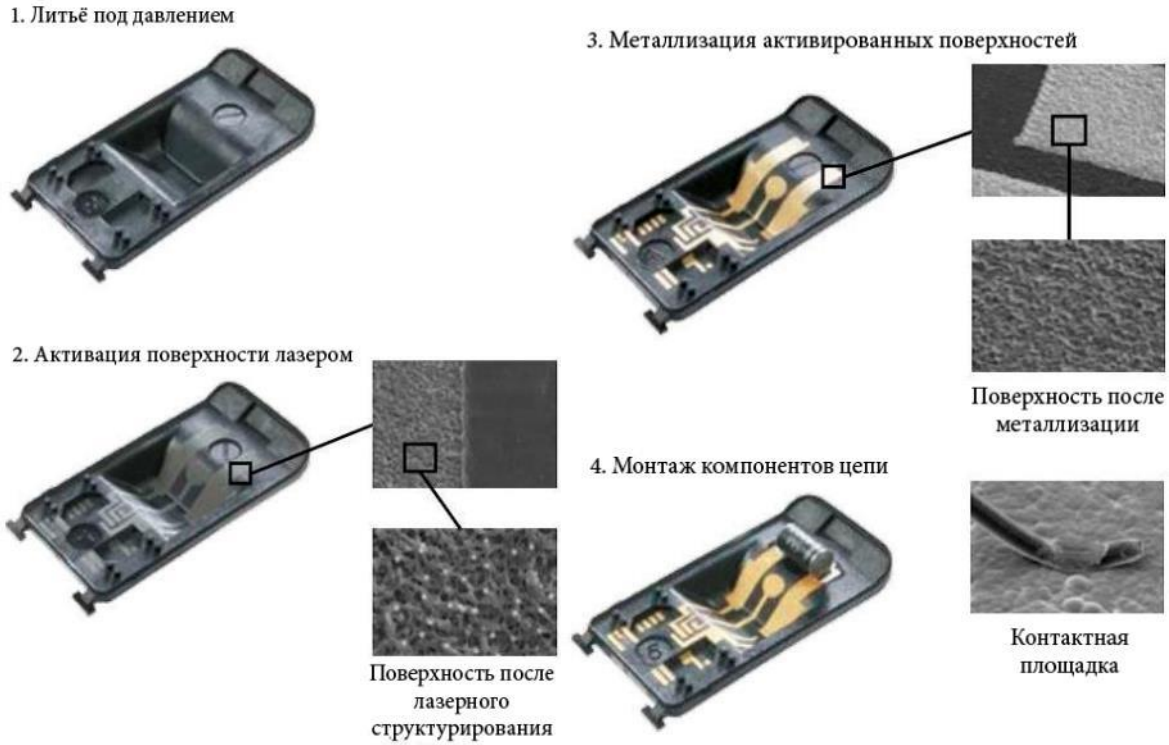


Рисунок 2 – Последовательность технологических операций в технологии LDS



Рисунок 3 – Последовательность технологических операций в технологии 2S

В заключение можно сделать вывод, что технологии миниатюризации перспективны. Такие технологии, как 3D-SiP и 3D-MID, позволяют существенно сократить габариты электронных устройств, а так же значительно повысить их надёжность. Применение улучшенных таким образом блоков может быть разнообразным, включая построение систем высокопроизводительных вычислений.

Работа была выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.577.21.0225), уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57716X0225).

Исследование было проведено с использованием оборудования Центра Коллективного Пользования «Функциональное тестирование и диагностика микро- и наносистемная технология» на основе НПК «Технологический Центр».

Литература

1. Баденко В. Л. Высокопроизводительные вычисления: учеб. пособие – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 180 с.

2. Карен Карпентер, Яна Вардаман. Технология SiP выходит в свет / Печатный монтаж, №2, 2006, с.4-7

3. Что такое трехмерные схемы на пластиках // ЗАО предприятие Остек URL:http://www.3dmid.ru/ (дата обращения 18.03.2018)

4. Сомонов В. В., Туричин Г. А., Земляков Е. В., Бабкин К. Д., Климова-Корсмик О. Г. Прямое лазерное выращивание изделий из порошковых материалов: принцип, оборудование и материалы // Технические науки в России и за рубежом: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2016 г.). — М.: Буки-Веди, 2016. — С. 34-38. — URL https://moluch.ru/conf/tech/archive/228/10881/ (дата обращения: 20.03.2018).

А.Ю. Горчаков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPENMP ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МНОГОПОТОЧНОГО МЕТОДА НЕРАВНОМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ.

(Вычислительный центр им. А.А. Дородницина Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук)

Рассмотрим задачу поиска глобального минимума:

$$f(x) \to min, x \in X \quad (1)$$

где X параллелепипед $\in R^n$. Идея метода неравномерных покрытий [1], [2] состоит в разбиении исходного множества X на подмножества с отсевом подмножеств, которые заведомо не содержат глобального минимума. В процессе решения задачи происходит обновление – лучшего решения, найденного на данный момент. Для отсева подмножеств и тестирования метода используются библиотеки интервального анализа и тестовых функций [3], [4], разработанные в ФИЦ ИУ РАН. Для выполнения расчетов были использованы вычислитель-

ные ресурсы ФИЦ ИУ РАН [5].

Однопоточный вариант, с небольшими сокращениями, из библиотеки [4] выглядит следующим образом:

```
1.  std::vector<Box> pool;
2.  pool.push_back(ibox);
3.  std::vector<double> c(dim);
4.  std::vector<double> recordVec(dim);
5.  double recordVal = std::numeric_limits<double>::max();
6.  int step = 0;
7.  while (!pool.empty()) {
8.     if(step > maxstep) break;
9.     step++;
10.   Box b = pool.back();
11.   pool.pop_back();
12.   getCenter(b, c);
13.   double v = bm.calcFunc(c);
14.   if (v < recordVal) {
15.      recordVal = v;
16.      recordVec = c;
17.   }
18.   auto lb = bm.calcInterval(b).lb();
19.   if (lb <= recordVal - eps) split(b, pool);
20.   return recordVal;
```

Как видно, при параллельной реализации, возможны две критические секции кода, строки 14-16 (обновление рекорда) и строка 19 (разбиение подмножества). Кроме этого, здесь реализован поиск в «глубину», который в ряде случаев приводит к излишнему количеству итераций, из-за медленного обновления рекордного значения. Распараллеливание осуществлялось с помощью директивы OpenMP - *#pragma omp parallel for*. Критическую секцию в строке 19 удалось устранить за счет введения массива векторов pool_new. Критическую секцию «обновления рекорда» пришлось оставить. Параллельный вариант метода неравномерных покрытий с поиском в «ширину» выглядит следующим образом:

```
1. std::vector<Box> pool;
2. int n_thr = omp_get_max_threads();
3. std::vector<Box> pool_new[n_thr];
4. pool.push_back(ibox);
5. std::vector<double> c(dim);
6. std::vector<double> recordVec(dim);
7. double recordVal = std::numeric_limits<double>::max();
8. int step = 0;
9. while (!pool.empty()) {
10. #pragma omp parallel for shared(pool, pool_new, recordVec, recordVal) firstprivate(c) schedule(dynamic) num_threads(n_thr)
```

```
11.  for(int i = 0; i < std::min(maxstep+1-step, pool.size()); i++) {
12.  Box b = pool[i];
13.  getCenter(b, c);
14.  double v = bm.calcFunc(c);
15.  #pragma omp critical
16. {
17.     if (v < recordVal) {
18.        recordVal = v;
19.        recordVec = c;
20.     }
21. }
22.     auto lb = bm.calcInterval(b).lb();
23.     if (lb <= recordVal - eps) split(b, pool_new[omp_get_thread_num()]);
24.  }
25. step = std::min((long unsigned int) maxstep+1, step+pool.size());
26. if(step > maxstep) break;
27. pool.clear();
28. int pool_size = 0;
29. for(int i = 0; i < n_thr; i++) pool_size += pool_new[i].size();
30. pool.reserve(pool_size);
31. for(int i = 0; i < n_thr; i++)
32. if(pool_new[i].size() > 0) {
33.     std::move(pool_new[i].begin(), pool_new[i].end(),
34.                 std::inserter(pool, pool.end()));
35.     pool_new[i].clear();
36. }
37.}
38.}
```

Результаты численных расчетов метода в однопоточном варианте:

Функция	Размерность задачи	Время/сек	Кол-во шагов	Время на подзадачу/микросек
Biggs EXP4	4	0.0376	1,443	26.08
Biggs EXP5	5	0.50	12,453	40.43
Biggs EXP5	6	177.79	3,834,581	46.37
Chichinadze	2	0.32	20,503	15.72
Colville	4	4.04	205,535	19.64
Deckkers-Aarts	2	37.92	3,808,065	9.96
Dolan	5	14.91	1,098,735	13.57
Egg Holder	2	0.0159	873	18.20
Goldstein Price	2	13.35	445,565	29.96
Hansen	2	0.73	41,371	17.56
Hartman 6	6	1.19	13,985	84.99
Helical Valley	3	0.0216	1,335	16.15
Hosaki	2	5.84	487,161	11.98
Langerman-5	5	0.20	2,389	83.08

Mishra 8	2	0.0161	503	32.06
Mishra 8	3	9.05	235,131	38.51
Quintic	3	0.87	62,713	13.95
Schwefel 2.36	2	9.00	1,524,563	5.90
Shubert	2	0.35	9,331	37.18
Shubert 2	2	0.80	53,581	14.86
Trigonometric 1	3	0.13	719	176.74
Whitley	3	0.0046	227	20.40

Результаты численных расчетов метода в многопоточном варианте (количество потоков - 64)

Функция	Размерность задачи	Время/сек	Кол-во шагов	Время на подзадачу/ микросек	Ускорение	Ускорение решения подзадач
Biggs EXP4	4	0.0176	1,081	16.28	2.14	1.60
Biggs EXP5	5	0.0339	18,335	1.85	14.87	21.89
Biggs EXP5	6	6.42	2,719,857	2.36	27.69	19.64
Chichinadze	2	0.0270	20,441	1.32	11.93	11.89
Colville	4	0.33	204,857	1.59	12.41	12.37
Deckkers-Aarts	2	2.81	3,807,999	0.74	13.48	13.48
Dolan	5	1.02	1,074,283	0.95	14.65	14.32
Egg Holder	2	0.0100	775	12.89	1.59	1.41
Goldstein Price	2	0.85	445,553	1.91	15.69	15.68
Hansen	2	0.0730	41,391	1.76	9.95	9.95
Hartman 6	6	0.10	14,139	7.18	11.70	11.83
Helical Valley	3	0.0030	1,157	2.58	7.23	6.27
Hosaki	2	0.36	487,155	0.73	16.42	16.42
Langerman-5	5	0.04	2,449	17.33	4.68	4.79
Mishra 8	2	0.0019	385	5.00	8.38	6.41
Mishra 8	3	0.53	222,103	2.37	17.19	16.24
Quintic	3	0.0668	65,089	1.03	13.09	13.58
Schwefel 2.36	2	0.99	1,524,567	0.65	9.12	9.12
Shubert	2	0.0522	9,273	5.63	6.65	6.60
Shubert 2	2	0.0511	54,033	0.94	15.60	15.73
Trigonometric 1	3	0.0078	607	12.88	16.25	13.72
Whitley	3	0.0008	185	4.27	5.86	4.78

Как видно из таблицы на задачах с небольшим количеством шагов ускорение работы метода незначительно. Это связано с тем, что в начале работы процессор загружен не полностью. Количество задач растет как 1,2,4,8,16 и т.д. Второй фактор замедляющий работу метода на всех тестовых функциях – это критическая секция связанная с обновлением рекордного значения. Необходи-

мо отметить, что обновление рекордного значения происходит достаточно редко (примерно в 1% подзадач) и эффективной реализацией данного участка кода было бы применение блокировок на «запись» и «чтение». К сожалению, методами OpenMP реализовать данный вид блокировок не удалось.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 17-07-00510.

Литература

[1] Евтушенко Ю. Г. Численный метод поиска глобального экстремума функций (перебор на неравномерной сетке) //Журнал вычислительной математики и математической физики, 1971, vol. 6. – pp.1390-1403.

[2] Gorchakov A. Y. Application of method nonuniform coverings for maximum information content of predicate search //International Journal of Open Information Technologies. 2017. T. 5. N. 2. – pp. 29-33.

[3] Posypkin M., Usov A. Implementation and verification of global optimization benchmark problems //Open Engineering. – Т. 7. – №. 1. – С. 470-478.

[4] Global optimization test functions [Электронный ресурс]: сайт. – https://github.com/alusov/mathexplib (дата обращения: 19.03.2018).

[5] Федеральный исследовательский центр Информатика и управление РАН [Электронный ресурс]: сайт. – Москва: ФИЦ ИУ РАН. – URL: http://frccsc.ru

В.П. Заярный, С.А. Парпула

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ КОРОТКИХ ЩЕЛЕВЫХ АНТЕНН МИКРОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Волгоградский государственный технический университет)

Известно, что антенны и антенные устройства являются важнейшими функциональными звеньями в радиотехнических системах, поэтому, в настоящее время продолжается разработка и исследование их новых образцов. Учитывая существующую тенденцию к миниатюризации элементной базы в составе объемных интегральных схем микроволнового и оптического диапазонов для сверхбыстрой передачи и обработки информации, а также разработка новых антенн с минимизацией их размеров для антенных решеток [1], исследование их электродинамических характеристик представляется важным и актуальным.

В данной работе при помощи компьютерного моделирования исследовались диаграммы направленности (ДН) плоских симметричных антенн осевого излучения с линейно расширяющимся раскрывом (рис. 1), длина L которых соизмерима с длиной волны излучения в окрестности частоты f_0 = 10 ГГц (±2 ГГц), а угол раскрыва антенн изменялся в пределах от 30° до 120° с интервалом

30°. Изменение угла раскрыва антенн производилось с целью изучения его влияния на форму ДН исследовавшихся антенн при их длине L = λ_0 = 30 мм.

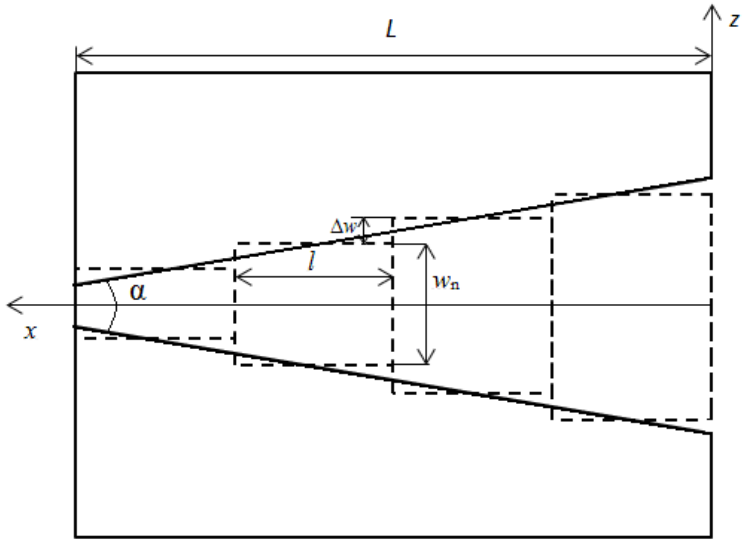


Рис. 1. Внешний вид исследовавшихся антенн

Расчет диаграмм направленности для исследовавшихся антенн производился с использованием обобщенных модельных представлений, приведенных в [2], адаптированных для случая коротких антенн. Шаг увеличения ширины щели нерегулярной направляющей структуры (раскрыва антенны) выбирался согласно условию:

$$w_n - w_{n-1} = w_{n+1} - w_n = \Delta w < \frac{\lambda_0}{4}, \qquad (1)$$

где w_n – ширина щели n – го регулярного участка направляющей структуры антенны, Δw – шаг увеличения ширины щели нерегулярной направляющей структуры, λ_0 – длина волны электромагнитных колебаний на входе антенны. Это условие является вполне приемлемым для случая коротких антенн, при этом результирующее поле в дальней зоне пространства будет определяться суммированием вклада в излучение, вносимого каждым регулярным участком, согласно выражению [2]:

$$E(\theta,\varphi) = \sum_{n=1}^{N} E_n(\theta,\varphi), \qquad (2)$$

где $E_n(\theta, \varphi)$ – вклад в поле дальней зоны n-м участком, θ, φ – угловые координаты в E – плоскости и H – плоскости, соответственно. Условие постоянства мощности, проходящей через каждый регулярный участок направляющей структуры антенны также сохраняется:

$$P_{n-1} = P_n = P_{n+1} = const. \qquad (3)$$

Мощность, проходящая вдоль n- го участка регулярной структуры, определяется согласно формуле

$$P_n = \frac{V_n^2}{Z_n}, \qquad (4)$$

где V_n – разность потенциалов на n- м регулярном участке, а Z_n – его волновое сопротивление. Выражение (2), с учетом (3), (4), заменив V_n на поперечную составляющую поля регулярной симметричной щелевой линией и положив $P_n = 1$, можно представить, как

$$E(\theta,\varphi) = \sum_{n=1}^{N} \sqrt{Z_n} \cdot E_{0n}(\theta,\varphi), \qquad (5)$$

где E_{0n} – поле излучения n-го регулярного участка, а Z_n определяется по формуле [3]:

$$Z_в = \frac{60\pi^2}{\ln\left(\frac{2H}{w} + \sqrt{\left(\frac{2H}{w}\right)^2 - 1}\right)}. \qquad (6)$$

В данном случае расчеты показывают, что для изучаемых коротких антенн результаты хорошо сходятся, когда значение $\Delta w = \lambda_0/16$.

Поперечная компонента электрической составляющей напряжённости электромагнитного поля для n-го регулярного участка антенны определяется следующим выражением [3]:

$$E_\theta(\theta,\varphi) = \frac{j\omega\varepsilon w \cdot \sin\varphi \cdot e^{-jk_0 r}}{4\pi^2 r} \int_{-w/2}^{w/2} \frac{e^{jk_0 z' \cos\theta}}{\sqrt{\left(\frac{w}{2}\right)^2 - z^2}}\, dz' \times$$

$$\times \int_0^L e^{jk_0 x' \sin\theta\cos\varphi} \cdot e^{k_x x'} \cdot \left[1 + e^{j\frac{\pi}{4}} F\left(v \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2}}\right) + \frac{\sqrt{2}e^{-j\frac{\pi}{4}}}{\pi} \frac{e^{-j\frac{\pi}{2}v^2}}{v}\right] dx'. \qquad (7)$$

Здесь

$$F(v) = \int_0^v e^{-jt^2}\, dt \quad \text{– интеграл Френеля,}$$

$$v = \sqrt{\frac{2k_0 x' \sin\theta(1+\cos\phi)}{\pi}},$$

ω – частота электромагнитных колебаний на входе антенны, ε – диэлектрическая проницаемость, k_0 – волновое число, r – расстояние до рассматриваемой точки в дальней зоне (в нашем случае r = 3 м – расстояние от передающей, до приемной антенны), x и z – продольная и поперечная координаты направляющей структуры антенны (соответственно x' и z' – параметры интегрирования), j – мнимая единица.

На рис. 2 представлены диаграммы направленности, рассчитанные (по мощности) в результате моделирования с использованием формул (1)-(7), в E – плоскости, для случаев, когда углы раскрыва антенны имели значения 60°, 90° и 120°.

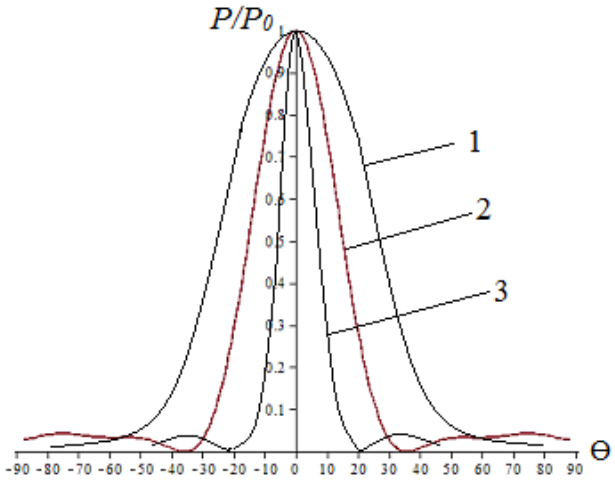


Рис. 2. Рассчитанные диаграммы направленности исследуемых антенн длиной L = 30 мм, для случаев: 1 – α = 60°; 2 – α = 90°; 3 – α = 120°

Из графиков видно, что, при увеличении угла раскрыва α исследовавшихся антенн, главный лепесток их ДН сужается. Его ширина по уровню половинной мощности составляет: для случая α = 60° – 58°, для случая α = 90° – 32°, а для случая α = 120° – 18°. Следует также отметить, что уровень боковых лепестков не превышает значения 0,05 от максимального значения мощности излучения в направлении главной оси (при $\theta = 0$).

Полученные результаты предполагается использовать для практического применения при разработке новых антенн и антенных систем, аналогичных приведенным в [1].

Литература

1. Фролов А.А., Гирич С.В., Заярный В.П. Антенна кругового обзора. Патент на полезную модель № 103676. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 20 апреля 2014 г.

2. Заярный, В.П. Изучение характеристик плоских антенн СВЧ диапазона с линейно расширяющимся раскрывом для дисковых антенных решеток / В.П. Заярный, С.А. Парпула, В.С. Гирич // ЖТФ. – 2014. – Т. 84. – № 11. – С. 106–111.

3. Janaswamy, R. Analysis of the transverse electromagnetic mode linearly tapered slot antenna / R. Janaswamy, D. H. Schaubert, D.M. Pozar // Radio Science. – v. 21. – P. 797–804.

К.С. Жуманазаров, А.А. Азимов, Р.Д. Юлдашева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРИД ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ДАННЫХ

(Каршинский филиал ТУИТ имени Мухаммад аль-Хоразми, Узбекистан)

Создание корпоративных информационных систем со сложной распределенной структурой предполагает постоянный обмен данными между рассредоточенными компьютерными системами на высокой скорости, которая обеспечивается средствами телекоммуникации. Поэтому на современном этапе развития науки об информатизации процессы обработки данных на мощных компьютерных системах немыслима, рассматривать отдельно, без применения средств телекоммуникации и наоборот.

Бурное развитие информационно-коммуникационной технологии и на её основе распределенных систем привело к появлению новой технологии, получившей название Грид – технологии.

Идейной основой технологии Грид является создание на основе сетевых технологий компьютерной инфраструктуры нового типа, обеспечивающей глобальную интеграцию информационных и вычислительных ресурсов, а также ресурсов памяти.

Грид технологии с помощью специального программного обеспечения промежуточного уровня (между базовым и прикладным программным обеспечением), а также набора стандартизованных служб обеспечивают надежный совместный доступ к географически распределенным информационным и вычислительным ресурсам, а именно к отдельным компьютерам, кластерам, хранилищам информации и сетям[2].

Возможность применения Грид технологии в разных отраслях от бизнеса до науки делает данную технологию более удобной для вычисления более сложных корреляционных данных, также, по данным Институт системного анализа РАН технология Грид следующие популярные приложения:

Высокопроизводительные вычисления

- Интерактивное моделирование (климат);
- Имитационные эксперименты с высоким разрешением / большим числом объектов (формирование галактик, гравитационные волны, имитация боевых действий);
- Проектирование (прогон вариантов, объединение моделей компонентов);

Работа с большими массивами данных;

- Анализ экспериментальных данных (физика высоких энергий);
- Анализ изображений и данных зондирования (астрономия, изучение климата, экология);

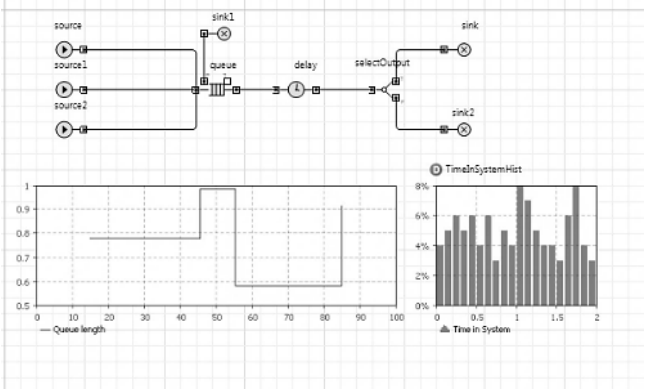
Совместная работа в рамках распределенных коллективов;

- Удаленное управление приборами (микроскопы, рентгеноскопия и т.д.);

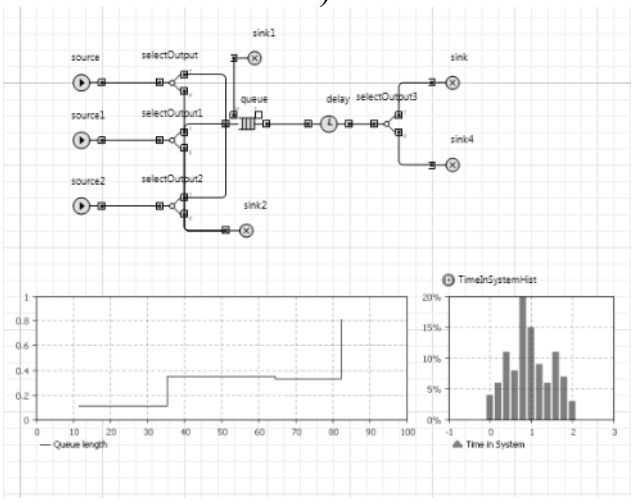
•Удаленная визуализация (изучение климата, биология);

•Инженерия (large-scale structural testing, chemical engineering, крупномасштабные структурные испытания, химическая инженерия)[1].

Исходя из вышеуказанных в особенности преимущество Грид технологии при работе с большими массивами цель данной работы является применения в банковском секторе Грид технологии, а именно в системе получения разных видов (краткосрочных, среднесрочных, дальнесрочных) кредитов. Так как получения того или иного кредита подразумевает сбор нескольких видов документов, это требует от получателя затраты большого количество времени. Ко всему это также важна кредитная история получателя. Используя некоторые преимущество(высокопроизводительные вычисления, совместная работа в рамках распределенных коллективов,работа с большими массивами данных) Грид технологии можно в разы ускорить процесс обслуживания получателей, также исходя из больших массивов данных возможно предугадать крупно рисковых кредиторов что в свою очередь снижает финансовые потери для банков. При помощи симмуляционной программы AnyLogic можно экспериментально выстроит процесс обработки получения кредитов (Рисунок 1).



а)



б)

Рис. 1. Симмуляционная модель обработки заявок для получения кредитов. а) без использования Грид технологии, б) с использованием Грид технологии

В симмуляционном процессе используются следующие элементы:

•Первым объектом в процессе симуляции является объект типа Source. Объект Source генерирует заявки определенного типа. Заявки представляют собой объекты, которые производятся, обрабатываются, обслуживаются, или еще каким-нибудь образом подвергаются действию моделируемого в этом модели это клиенты в банковской системы;

•Следующий объект — Queue. Он моделирует очередь заявок, ожидающих приема объектами, следующими за данным объектом в процессе симуляции. В нашем случае он будет моделировать очередь запросов, ждущих освобождения предыдущего заявителя (кредитный отдел).

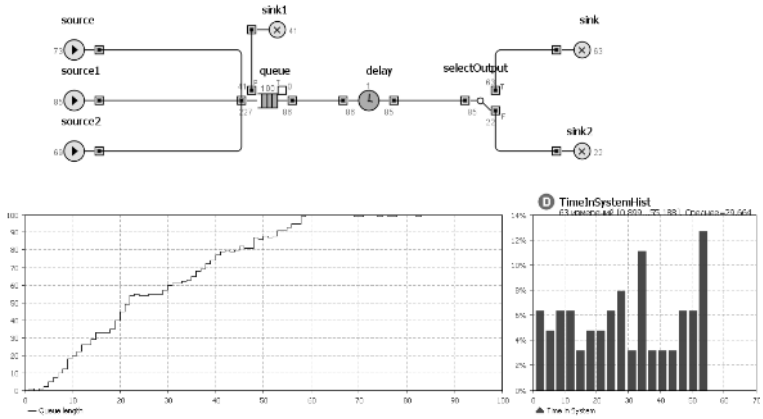
•Объект select Output направляет входящие заявки в один из двух выходных портов T и F в зависимости от выполнения заданного условия. Условие может зависеть как от заявки, так и от каких-то внешних факторов. Поступившая заявка покидает объект в тот же момент времени. Может использоваться для сортировки заявок согласно заданному критерию, для случайного разделения потока заявок (заданием вероятностей) на части и т.д.

•Объект Delay. Он задерживает заявки на заданный период времени, представляя в нашей модели непосредственно банк, на котором обрабатываются запросы.

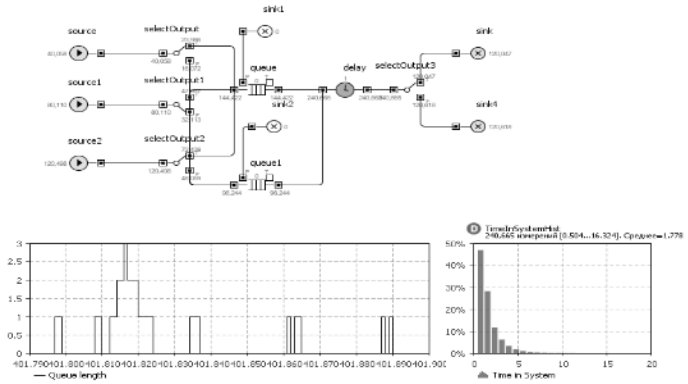
•Последним в диаграмме нашей дискретно-событийной модели находится объект Sink. Этот объект уничтожает поступившие заявки. Обычно он используется в качестве конечной точки потока заявок. В нашем случае он выводит из модели обработанные банком заявки клиентов[3].

В данном симмуляционном процессе показывает как обработка данных без использования Грид технологии снижает количество обработанных заявок в то время как обработка заявок с использованием Грид технологии в разы увеличивает количество обработанных данных с уменьшением затраты времени на каждую заявку (Рисунок 2).

Как видно из результатов симмуляционной модели с увеличением количество подаваемых заявок, время затрачиваемой времени на обработку одной из заявок без использования Грид технологии увеличивается в разы, также исходя из времени ожидания сброс из 227 заявок, обработано всего 85 заявок, в то время, как технология с использованием Грид технологии уменьшает время затраты. У него в корни отсутствуют необработанные заявки. Из 240,666 заявок обработано 240,666 заявок, тем самым в разы увеличивает доход банка от кредитных операций снижением рисковых факторов.



а)



б)

Рис. 2. Результат симмуляционной модели обработки заявок для получения кредитов. а) без использования Грид технологии, б) с использованием Грид технологии

Литература

1. Институт системного анализа РАН. Курс "Grid-технологии" Лекция 1. Введение. Грид технологии. Москва-2016. Стр. 34.

2. Ian Foster. What is the Grid? A Three Point Checklist. Argonne National Laboratory & University of Chicago. July 20, 2002

3. Боев В.Д., Кирик Д.И., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование пособие для курсового и дипломного проектирования военная академия связи. Санкт-Петербург-2011. Стр. 125. УДК 681.142.1.001.57 681.142.33 62-506/507

В.А. Засов, К.К. Смаилов

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Многие прикладные задачи управления решаются на основе анализа математических моделей процессов и систем представленных в виде дифференциальных уравнений в частных производных. Наиболее распространенным подходом к численному решению дифференциальных уравнений является метод конечных разностей или метод сеток [1]. Сеточные методы характеризуются большими временными затратами на решение, определяемыми величиной $T = kmN^2$, где N есть количество узлов по каждой из координат области определения D уравнения, m - число операций, выполняемых для одного узла сетки, k - количество итераций метода до выполнения условий погрешности вычислений [1]. Одним из перспективных направлений повышения производительности при решении таких сложных задач является использование параллельных вычислительных систем (ВС) и параллельных алгоритмов решения дифференциальных уравнений.

Оценка эффективности применяемых параллельных алгоритмов производится на основе вычисления ряда показателей эффективности: ускорения $S_p(n)$; эффективности $E_p(n)$; стоимости $C_p(n)$ вычислений и др.[1,2], определяемых при использовании параллельного алгоритма для p процессоров (ядер) и числа узлов сетки N.

Показатели эффективности параллельных алгоритмов являются противоречивыми и действия по повышению значений одного из показателей могут привести к ухудшению значения другого показателя. Например, повышение ускорения $S_p(n)$ обычно может быть обеспечено за счет увеличения числа p процессоров, что приводит, как правило, при фиксированной сложности задачи к уменьшению эффективности $E_p(n)$.

Поэтому важно определить минимальную сложность задачи (размер сетки), при которой для заданного числа процессоров (ядер) и ускорения обеспечивается требуемые значения показателей эффективности.

Кроме того, эффективность параллелизма в значительной мере зависит от того, в какой мере параллельный алгоритм учитывает архитектуру конкретной параллельной ВС[1,2].

Таким образом, эффективное применение параллельных алгоритмов в конкретной вычислительной системе основано на определении некоторого компромиссного сочетания требуемых значений разных показателей эффективности: $S_p(n)$, $E_p(n)$, $C_p(n)$ для заданной размерности задачи или выбора размерности задачи, при которой будут обеспечиваться требуемые значения группы показателей.

Актуальность определения такого компромиссного сочетания значений показателей эффективности еще более возрастает при разработке высокопроизводительных вычислительных систем для бортового применения и мобильного приложений.

Из вышесказанного следует актуальность проведения этапа тестирования конкретной вычислительной системы для получения значений показателей эффективности параллельных алгоритмов, реализуемых на ее платформе.

Для решения этой актуальной задачи разработан тестовый программный комплекс позволяющий выполнять вычислительные эксперименты для определения показателей эффективности различных параллельных алгоритмов решения дифференциальных уравнений в частных производных.

В качестве тестового примера используется численное решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона, которая определяется как задача нахождения функции $u = u(x, y)$, удовлетворяющей в области определения D уравнению

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y),\ (x, y) \in D,$$

$$u(x, y) = g(x, y) \in D^0,$$

и принимающей значения $g(x, y)$ на границе D^0 области D, функции задаются при постановке задачи. Эта модель широко применяется для описания стационарных тепловых полей, процессов теплопередачи с внутренними источниками тепла, деформации упругих пластин и др. физических процессов.

Программный комплекс позволяет определять показатели эффективности параллельных алгоритмов и программ, выполняемых на многоядерных ВС, использующих технологию многопоточной обработки OpenMP. Для бортовых высокопроизводительных систем многоядерная архитектура ВС наиболее эффективна, а ограничение числа ядер (обычно до 8) в универсальных процессорах CPU преодолевается использованием графических процессоров (GPU) с числом ядер достигающим 10^3.

В программном комплексе для увеличения масштабируемости параллельных алгоритмов применяется технология CUDA (Computer Unified Device Architecture) на основе применения графических процессоров GPU.

Разработанная программный комплекс позволяет:

- произвести выбор для моделирования из базы алгоритмов того или иного последовательного или параллельного алгоритма решения дифференциальных уравнений в частных производных: алгоритмов Гаусса-Зейделя с классической и волновой схемой расчета, алгоритмов Гаусса-Якоби, алгоритмы с чередованием обработки четных и нечетных строк, алгоритмы с шахматным разбиением области вычислений, с использованием технологии CUDA и др.;
- произвести выбор для моделирования размер и шаг сетки, количество потоков для проведения расчетов;

- произвести оценку ускорения и времени решения;
- вычислить зависимости времени решение от числа узлов, а также от числа используемых ядер;
- получить сравнительные оценки времени проведения решения дифференциальных уравнений для разных видов алгоритмов;
- проводить вычислительные эксперименты с целью определения затрат на синхронизацию потоков, исключения неоднозначности вычислений и взаимной блокировки в параллельных алгоритмах;
- сформировать обзорные отчеты в табличной и графической форме по результатам вычислительных экспериментов.

Пользовательский интерфейс программного комплекса представлен на рисунке1, а примеры результатов вычислительных экспериментов в графической и табличной формах – на рисунке 2 и таблице.

Программный комплекс эффективно использовался при разработке систем мониторинга по динамическим параметрам крупномасштабных объектов транспортной инфраструктуры – рельсовых цепей, мостов, сортировочных горок [3]. Проведенные на комплексе вычислительные эксперименты позволили разработать программное обеспечение и выбрать оптимальную по соотношению «производительность-цена» архитектуру вычислительной системы для обработки в реальном времени сигналов системы автоматической локомотивной сигнализации [3,4], обеспечивающей безопасность движения поездов.

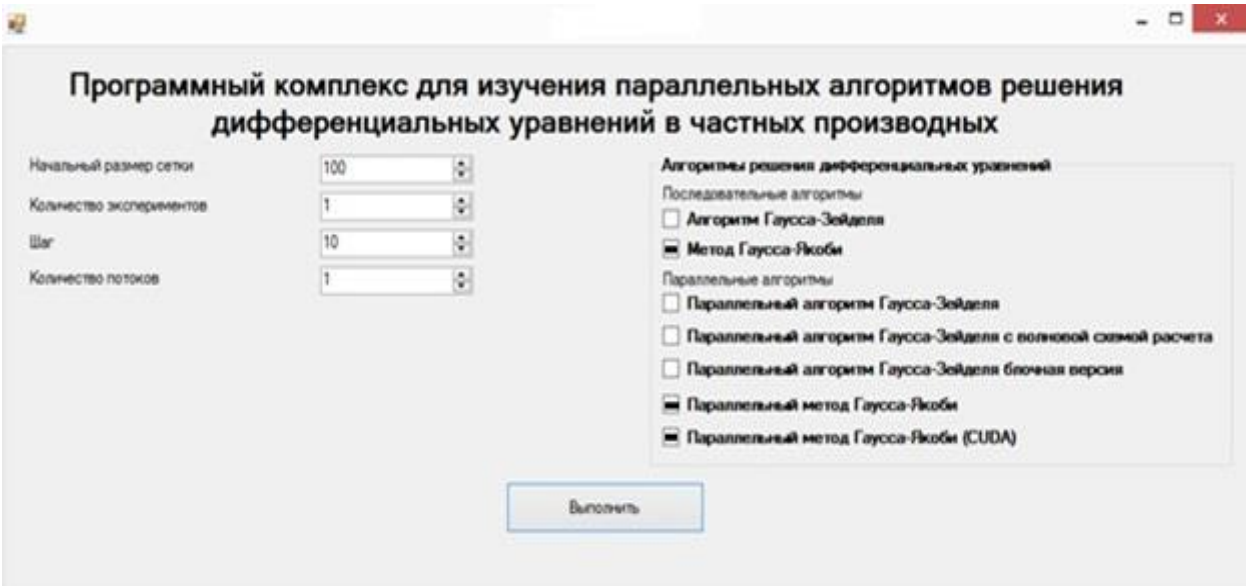


Рисунок1 – Интерфейс программного комплекса

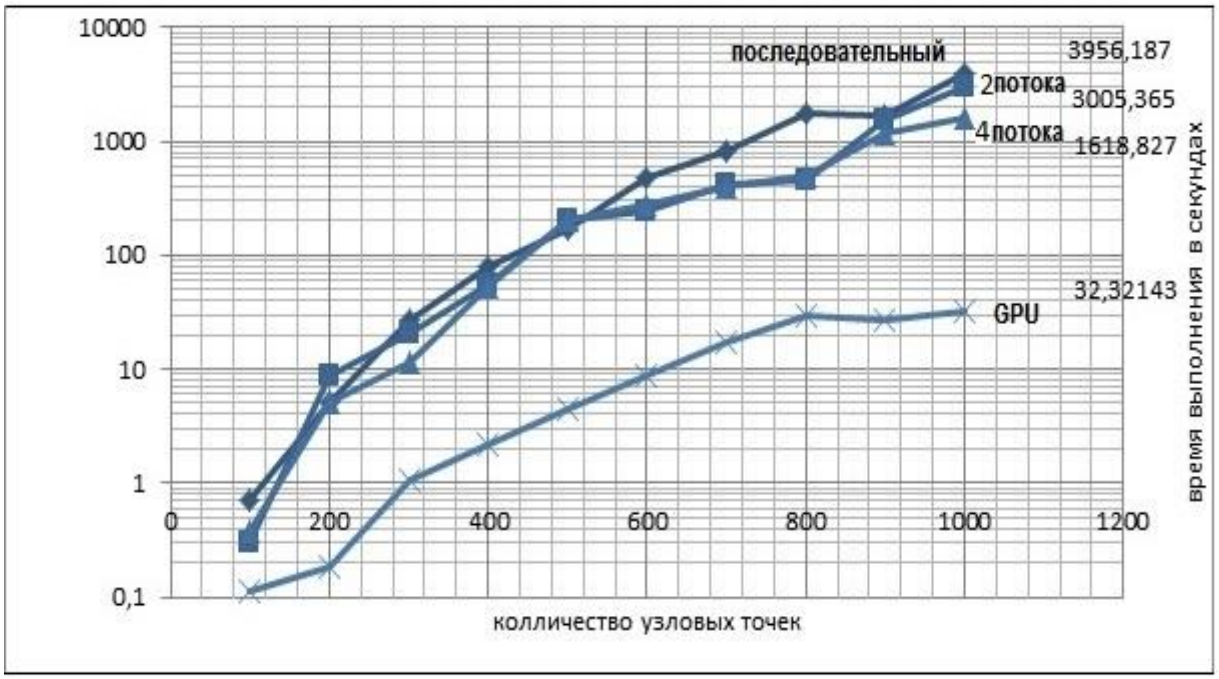


Рисунок 2 – Зависимость времени решения задачи Дирихле методом Гаусса-Якоби от числа ядер и количества узловых точек

Таблица - Время и ускорение решения дифференциального уравнения Пуассона параллельными алгоритмами в зависимости от числа ядер

Количество узловых точек дифференциальных уравнений	Последовательный метод Гаусса-Якоби	Параллельный метод Гаусса-Якоби					
		2 потока		4 потока		GPU	
		Время (сек)	Ускорение	Время	Ускорение	Время	Ускорение
100	0,703525	0,295874	1,376208	0,383992	1,351991	0,11204	9,778235
200	5,14226	8,824108	1,427296	5,031053	1,88388	0,186467	41,17471
300	27,45753	20,65497	1,389197	11,39528	1,72433	1,046881	55,76511
400	79,22281	54,22827	1,47745	53,88307	1,942143	2,22455	60,26964
500	169,7012	202,3873	1,331636	206,0666	1,965262	4,453022	66,55243
600	470,1044	243,7881	1,372349	276,015	1,945489	8,707889	71,63771
700	824,5963	426,2822	1,300534	395,2749	1,95244	17,53718	72,75664
800	1735,924	457,0978	1,394176	490,8026	1,941489	30,05934	73,17973
900	1683,662	1563,369	1,420016	1168,412	1,487688	27,16877	74,75528
1000	3956,187	3005,365	1,405529	1618,827	1,979912	32,32143	74,60107

Литература

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 423 с.: ил.

2. Параллельные алгоритмы. Разработка и реализация /Ю.К. Демьянович и др. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 344 с.: ил.

3. Засов В.А., Ромкин М.В. Параллельные вычисления в задаче разделения сигналов в многомерных динамических системах //Труды VI международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления, PACO-

2012». – М.: Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, 2012. – С. 96-102.

4. Засов В.А., Никоноров Е.Н. Параллельные вычисления в задачах мониторинга объектов по параметрам динамических процессов //Труды V международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления, PACO-2010». – М.: Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, 2010. – С. 335-341.

А.А. Иглин, С.В. Востокин

РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ШАБЛОНОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ

(Самарский университет)

Динамические системы изучаются при решении большого количества задач в разных областях физики, химии, механики, биологии, экологии и других. Весьма распространённым случаем задания математической модели динамической системы является конечное число дифференциальных уравнений, при решении которых находятся зависимости переменных от времени и анализируется фазовый портрет системы, наглядно характеризующий изменение состояния системы во времени [1].

Для нахождения решений таких систем и построения фазовых портретов удобно использовать средства автоматизации вычислений. В настоящее время широко распространены различные вычислительные шаблоны и предметно-ориентированные языки программирования, имеющие синтаксис и семантику, напоминающие обычный математический язык (решение описывается набором формул, таблиц и так далее). За счёт использования подобных средств процесс разработки программы значительно упрощается, а также от разработчика не требуется навыков программирования на языках общего назначения [2]. Концепция предметно-ориентированного программирования подразумевает, что от разработчика требуется только представить решение в виде формальной модели (математических формул) и описать его на предметном языке. Затем на основе такой программы автоматически генерируется исполняемый код на языке общего назначения [3].

Чтобы эффективно производить вычисления на большом наборе исходных данных, необходимы большие вычислительные мощности: грид-системы, кластеры, суперкомпьютеры. Использование ресурсов суперкомпьютера позволяет обрабатывать большие объёмы данных за меньшее время по сравнению с произведением вычислений на локальной машине, что позволяет значительно увеличить размерность решаемых задач, а также снизить затраты времени на произведение вычислений. На данный момент для исполнения параллельных программ на суперкомпьютере «Сергей Королёв» используется система Tem-

plet Web, поддерживается язык C/C++, предметный язык Templet и имеются различные шаблоны параллельных программ.

В данной работе предлагается инструмент, предназначенный для решения задач анализа динамических систем и процессов путём написания программы с использованием вычислительного шаблона, исполняемой на суперкомпьютере «Сергей Королёв».

Разрабатываемый вычислительный шаблон позволяет задавать математическую модель динамической системы, набор граничных условий, описывать решение (например, указывать метод интегрирования, используемый при решении дифференциальных уравнений) и экспортировать результаты в виде таблиц, графиков и фазовых портретов.

На основе программного кода, написанного с использованием данного вычислительного шаблона, генерируется код параллельной программы на языке C++, исполняемый на суперкомпьютере. Результатом работы такой программы являются найденные решения динамической системы, графики зависимостей координат от времени, фазовые портреты и так далее.

Для организации параллельных вычислений используется модель акторов, при которой программа организуется в виде асинхронно исполняемых потоков (акторов), обменивающихся между собой сообщениями [4]. Акторная модель вычислений реализована с использованием инструментов Templet Web.

Разработан конечный автомат для синтаксического анализа программы, написанной с использованием шаблона, с целью определения её принадлежности к грамматике предметного языка [5].

Разрабатываемый вычислительный шаблон состоит из двух модулей: из транслятора с предметного языка на язык C++ и из движка, исполняющего параллельную программу. Написанная разработчиком программа на предметном языке в трансляторе проверяется синтаксическим анализатором и затем транслируется в код на C++. Движок исполняет программу, то есть производит вычисления и формирует результаты. В движке используются средства языка разметки Templet для организации параллельных вычислений [6]. На рисунке 1 приведена обобщённая архитектура вычислительного шаблона.

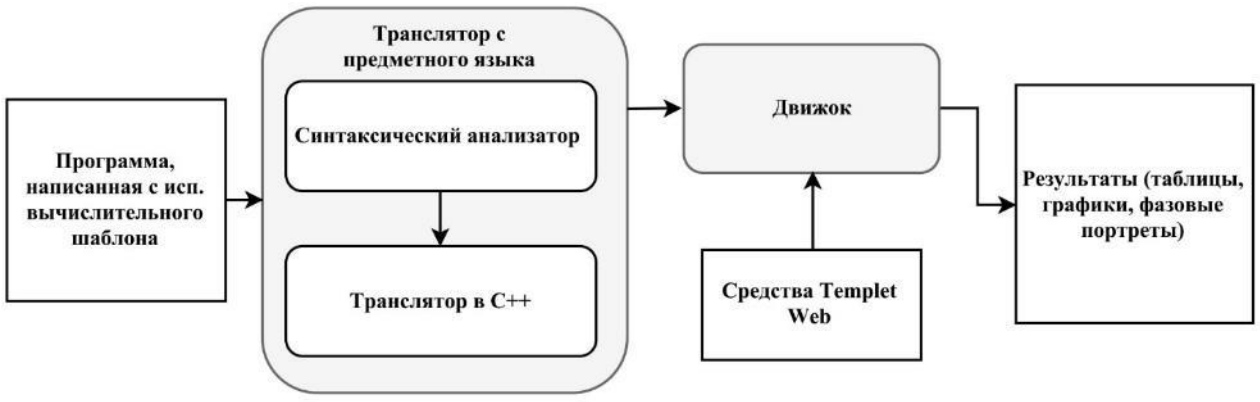


Рисунок 1 – Архитектура вычислительного шаблона

Результатом данной работы будет являться развёрнутая в системе Templet Web интегрированная среда разработки, позволяющая использовать разработанный вычислительный шаблон для анализа динамических систем и процессов на суперкомпьютере «Сергей Королёв». Планируется исследовать эффективность параллельных программ, написанных с использованием разработанного шаблона.

Литература

1 Дорошин, А.В. Математическое моделирование в нелинейной динамике [Текст]: учебное пособие/А.В. Дорошин. – Самара: Издательство СГАУ, 2008.-105 с.

2 Востокин, С.В. Применение предметных языков для автоматизации высокопроизводительных вычислений. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.490-493.

3 Dmitriev, S. Language oriented programming: The next programming paradigm // JetBrains onBoard, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2004.

4 Agha G., Thati P. An Algebraic Theory of Actors and Its Application to a Simple Object-Based Language // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 26–57, 2004.

5 Чигарина, Е.И. Теория конечных автоматов и формальных языков [Текст]: учебное пособие / Е.И. Чигарина, М.А. Шамашов. – Самара: Изд-во СГАУ, 2007.-96 с.

6 Vostokin S.V. Templet: a markup language for concurrent actor oriented programming / CEUR Workshop Proceedings, 2016; 1638: 460-468.

В.П. Корячко, М.А. Иванчикова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БАЛАНСИРОВКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЯХ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

В настоящее время количество информационных систем, технологий и методик, связанных с передачей и обработкой больших объемов данных возрастает, и предприятия используют центры обработки данных (ЦОД) для виртуализации своей сетевой инфраструктуры и управления топологией и функциями сети в режиме реального времени. Однако для развертывания крупномасштабных систем с поддержкой эффективной производительности и отказоустойчивости целесообразно распределять информационные ресурсы между нескольких ЦОД. Такая распределенная сеть ЦОД может обслуживаться несколькими провайдерами связи [1]. Для решения задачи адаптивной маршрутизации в таких сетях применяются новые алгоритмы адаптивного управления и обработки данных [2, 3]. Важными показателями эффективности функциониро-

вания новой сетевой структуры являются высокая производительность, масштабируемость, отказоустойчивость и надежность сети. Необходимо обеспечить передачу потоков данных в обход сильно загруженных каналов связи, поэтому основное внимание уделяется эффективности применяемых алгоритмов балансировки потоков данных в распределенных сетях ЦОД.

Для поиска оптимальных маршрутов в сетях ЦОД и построения таблиц коммутации пакетов данных используются алгоритмы многопутевой маршрутизации. Алгоритм k-кратчайших путей (алгоритм Йена) позволяет сбалансировать нагрузку на каналы связи путем распределения сетевого трафика по резервным маршрутам. Однако классический алгоритм имеет высокую трудоемкость вычисления ($O(kN^4)$) оптимальных маршрутов и при обновлении маршрутной информации выполняет полный пересчет таблиц маршрутизации. В связи с этим в данной работе предложена новая математическая модель балансировки потоков данных в распределенных сетях ЦОД.

Математическую модель распределенной сети ЦОД представим в виде неориентированного взвешенного связного мультиграфа $\mathbf{G} = (\mathbf{DC}(\mathbf{S}, \mathbf{ND}(\mathbf{SND})), \mathbf{E}(\mathbf{W}, \mathbf{Z}))$, где **DC** – множество вершин (площадок ЦОД), $|\mathbf{DC}| = N$, **E** – множество ребер (каналов или линий связи), $|\mathbf{E}| = M$, **W** – множество весов ребер (стоимость каналов связи между ЦОД), **Z** – множество провайдеров связи в ЦОД, $|\mathbf{Z}| = m$, **S** – множество весов вершин (стоимость подключения каналов связи к ЦОД), $|\mathbf{S}| = Nm$, **ND –** множество сетевых устройств в ЦОД, $|\mathbf{ND}| = n$, **SND** – множество весов сетевых устройств (стоимость подключения каналов связи к сетевым устройствам в ЦОД), $|\mathbf{SND}| = nm$, $\mathbf{S} = \sum_{i=0}^{nm} \mathrm{SND}$.

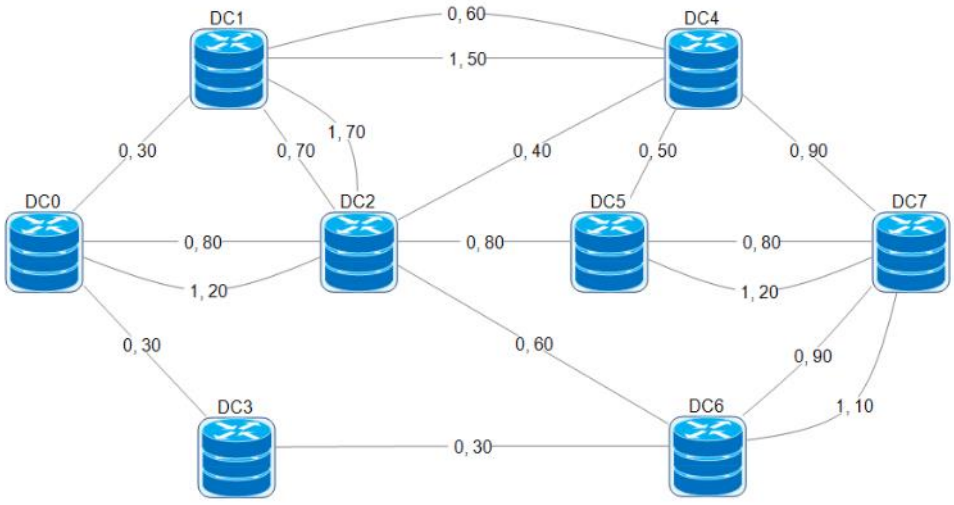


Рис. 1. Мультиграф распределенной сети ЦОД

На основе предложенной математической модели разработан модифицированный алгоритм балансировки потоков данных в распределенных сетях ЦОД, вычисляющий оптимальные маршруты до каждого ЦОД без полного повторного построения дерева оптимальных маршрутов. Предложенный алгоритм позволяет быстро реагировать на возможные динамические изменения нагрузки в каналах связи и в структуре сети.

Анализ вычислительной сложности подтверждает эффективность предложенного алгоритма по сравнению с классическим алгоритмом Йена. Вычислительная сложность разработанного алгоритма составляет величину $O(kmN^3)$, где k – число найденных кратчайших маршрутов, m – число провайдеров связи, N – число площадок ЦОД. В дальнейшем планируется развитие предложенного подхода с целью создания единой сетевой инфраструктуры распределенной обработки и передачи потоков данных для мультипровайдера связи Рязанского региона.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-505.2016.5 и гранта РФФИ 16-47-620300 р_а.

Литература

1. Горшков С.Г., Никитин Е.В., Саксонов Е.А. Задача формирования структуры базовой сети // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2010. № 2. С. 59-66.

2. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Иванчикова М.А. Алгоритм адаптивной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 2 (44). С. 52-56.

3. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Иванчикова М.А. Алгоритм парных переходов каналов связи при динамическом изменении нагрузки в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи с различными зонами покрытия // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 48. С. 68-76.

Н.С. Куликов

ЦИФРОВОЙ МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ВО ВРЕМЯ ПРОИЗВОДСТВА

(Московский авиационный институт)

Одной из важных проблем в ходе производства печатных плат (ПП) на текущий момент является возникновение деформации в структуре композитного материала основания, которые могут возникнуть из-за несоответствия исходных материалов требованиям производителей ПП, воздействия высоких температур и влажности на этапе производства ПП, вследствие совершения ошибки при проектировании ПП и даже из-за длительного хранения. Наличие деформаций может привести к ряду неисправимых дефектов, а именно: смещению проводников, уходу контактных площадок, изменению в геометрии ПП, разрыву проводников и других, не позволяющих изготавливать ПП высокого класса точности.

Существующие методы оценки деформации ПП имеют такие недостатки, как высокая стоимость реализации, малая скорость определения уровня деформации платы.

В работе представлен альтернативный метод оценки величины деформации ПП, целью которого является устранение недостатков существующих методов. Предложенный метод оценки основан на сравнении оцифровки ПП до (эталон) и после технологических этапов. Оцифрованное графическое представление поверхности печатной платы сравнивается с эталоном, происходит расчет величины деформации (смещения) для каждого отверстия ПП и расчет интегральной оценки деформации.

Метод подразумевает определение и оценку уровня деформации ПП без применения на нее физических воздействий и предполагает работу на реальных ПП в отличие от метода обсчета математической модели деформации ПП в CAE системах. Предлагаемый метод позволяет производить оперативную оценку деформации ПП, что дает возможность своевременно вносить коррективы в последующие этапы производственной линии по изготовлению ПП. Также метод обозначает область наибольшей деформации для введения частичных масштабных коэффициентов или изменения расположения элементов в выявленной области при проектировании на последующих ПП.

Проведены испытания метода на реальных образцах и создано программное обеспечение на основе разработанного метода для автоматизированной оценки величины деформации ПП.

Результаты испытания метода на реальных образцах показали, что, исходя из средней величины направления деформации платы можно: прогнозировать направление самой деформации, управлять величиной за счет внесения корректировок в фотошаблон. Корректировка фотошаблона позволила уменьшить деформацию по всей плате на 20%, что уменьшает вероятность возникновения критичных при производстве дефектов на последующих этапах.

Литература

1. Mordvintsev A., Abid K. OpenCV-Python Tutorials Documentation Release 1/

A. Mordvintsev, K. Abid K. // 2017.

2. IPC/JEDEC-9704, PRINTED WIRING BOARD STRAIN GAGE TEST GUIDELINE, Developed by the JEDEC Reliability Test Methods for Packaged Devices Committee, 2005

3. Ronen A. Predicting Deformation and Strain Behavior in Circuit Board Bend Testing. / A. Ronen // Army Research Laboratory, 2012.

4. Бегер Е. Деформация печатных плат: как их предотвратить на этапе конструирования. / Бегер Е.// Печатный монтаж 1/2009.

5. ГОСТ Р 53429-2009. ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ. Основные параметры конструкции. Москва: Стандартинформ.

6. IPC/JEDEC-9702, MONOTONIC BEND CHARACTERIZATION OF BOARD-LEVEL INTERCONNECT, Developed by the JEDEC Reliability Test Methods for Packaged Devices Committee, 2004

И.Н. Курганский, С.В. Востокин

ПРОЕКТ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УДАЛЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ПОТОКА РАБОТ НА ТЕРМИНАЛАХ ANDROID

(Самарский университет)

На практике часто возникают задачи, требующие организации координированной работы большого числа исполнителей. Например, может потребоваться произвести разметку изображений для обучения систем распознавания, выполнить ручное фотографирование заданных объектов на местности, расклейку объявлений в заданных местах, распределённые вычисления и т. п. Перечисленные виды деятельности представляют собой пример бизнес-процессов, моделируемых в виде потока работ. В тоже время в современном мире почти у каждого человека есть смартфон или планшет. По данным сайта gartner.com [1] большая часть смартфонов управляется операционной системой Android. Это даёт техническую возможность направить работу из управляющей компьютерной системы непосредственно на персональное Android-устройство исполнителя и отслеживать её выполнение. При этом управляющая система при формировании работ и контроле их выполнения может использовать персонализацию исполнителя, его геолокацию, а также данные геопривязки объектов на местности, видео- фото- аудио- данные, консольный ввод-вывод, контроль времени и другие возможности мобильного устройства. В связи с этим актуальна идея реализации программы для выполнения потоков работ, которая бы использовала удаленные терминалы на платформе Android. В работе были проанализированы технические требования к данной системе и подходы её реализации.

Разрабатываемая система будет иметь распределенную клиент-серверную архитектуру. К серверу системы предъявляются следующие требования: (а) авторизация по логину-паролю или токену; (б) добавление и изменение существующей задачи; (в) предоставление возможности проверки результата задачи; (г) возможность добавления задач типа «сделать фотографию», «написать текстовое сообщение», «предоставить вычислительную мощность»; (д) данные системы должны храниться в базе данных SQL; (е) взаимодействие с системой должно осуществляться через REST API.

К клиенту предъявляются следующие требования: (а) авторизация на сервере при помощи логина-пароля; (б) возможность приложить снимки к задаче; (в) возможность запуска кода, полученного с сервера.

Для разработки приложения для ОС Android можно расширить существующее приложение или создать новое, которое делегирует все запросы, связанные с распределенными вычислениями, официальному приложению BOINC

из Google Play. Создать сервер возможно несколькими способами: (а) использовать фреймворк Spring, чтобы не разрабатывать сервер с нуля [2]; (б) расширить готовый BOINC [3] сервер под свои задачи. Рассмотрим каждый пункт отдельно, отметив его плюсы и минусы, после чего выберем наиболее оптимальный вариант.

Фреймворк Spring написан на языке программирования Java и содержит в себе инструменты для быстрого развертывания сервера с авторизацией и созданием REST API сервисов. Однако для того, чтобы создавать распределенные задачи, необходимо чтобы код, который будет выполняться на клиентах, был скомпилирован в готовую программу. Сложность заключается в том, что клиент должен работать под управлением операционной системы Android. По умолчанию язык разработки для приложения на Android – Java. Политика безопасности данного языка такова, что запускать исходный код из внешних источников без предварительной компиляции этого кода на клиенте невозможно. Вторым способом создания приложения является использование NDK и языка C++. В данном подходе Android также позволяет запускать программы, полученные из внешних источников, с ограниченными правами.

Платформа BOINC — это открытый программный комплекс, разработанный университетом Беркли для организации распределенных вычислений. Серверная часть состоит из HTTP-сервера с веб-сайтом проекта, базы данных MySQL и набора служб (генератор заданий, планировщик, валидатор, ассимилятор результатов). Основным преимуществом данной системы является реализация клиентов под большинство операционных систем, таких как Windows, Linux, MacOS и Android. Для реализации собственного BOINC-проекта достаточно расширить базовый функционал комплекса.

Таким образом, наиболее подходящим с точки зрения простоты реализации и удовлетворения заявленным техническим требованиям является использование Spring-сервера с агрегированием BONIC платформы.

Литература

1. Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Grew 9 Percent in First Quarter of 2017 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.gartner.com/newsroom/id/3725117 [Дата обращения 24.01.2018].

2. Spring: the source for modern java [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.spring.io [Дата обращения 24.01.2018].

3. BOINC:Open-source software for volunteer computing [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://boinc.berkeley.edu [Дата обращения 22.02.2018].

С.А. Никулин

МЕТОД ЖАДНОГО ПРОДВИЖЕНИЯ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СЕТЯХ

(Самарский университет)

Введение

Интернет вещей (Internet of Things) является частью будущей интернет-парадигмы, которая быстро меняет развитие технологий и способна перестроить различные экономические и общественные процессы, исключив из них необходимость участия человека. Возможность физических и виртуальных объектов идентифицировать и связываться друг с другом порождает огромное количество услуг в разных областях жизни. Проще говоря, это концепция подключения любых устройств к интернету и между собой. В качестве примера можно привести «Умный дом» и «Умный транспорт».

«Умный дом» позволяет пользователю избавиться от необходимости помнить, закрыл ли он дверь в квартиру, выключил ли электроприборы, система автоматически записывает все показания, поддерживает оптимальную температуру и влажность. «Умный транспорт» измеряет загруженность транспортных каналов и строит лучший маршрут. Также сейчас очень популярны автономные электромобили, которые способны без участия водителя доехать до конечной точки маршрута, найти ближайшие заправки и оптимизировать потребление электроэнергии.

Все эти устройства и объекты должны быть объединены в единую сеть. Поскольку устройства могут постоянно перемещаться, а отсутствие связи может стать критическим фактором, то наиболее оптимальным является выбор сети MANET.

Сеть MANET (Mobile Ad hoc Network) – беспроводная самоорганизующаяся сеть, состоящая из мобильных устройств (узлов), реализующих полностью децентрализованное управление при отсутствии базовых станций или опорных узлов. Каждый узел знает информацию только о ближайших соседях и не знает сеть целиком.

Узлы этих сетей являются не только оконечными пользовательскими терминалами, которые могут перемещаться в пространстве и разрывать/устанавливать соединения с соседями, но и являются ретрансляторами-маршрутизаторами, ретранслируя пакеты других абонентов и участвуя в нахождении маршрутов к ним. Такие сети могут состоять их десятков, сотен и тысяч узлов. Пример такой сети можно посмотреть на рисунке 1.

Сети MANET имеют следующие преимущества:

- Возможность передачи информации на длинные дистанции без увеличения мощности передатчика;
- Устойчивость к изменениям в инфраструктуре сети;
- Возможность быстрой реконфигурации и высокая скорость развертывания.

Когда в сети присутствует такое огромное количество узлов, очень важно настроить маршрутизацию между ними. Передача сигнала будет происходить быстрее, если правильно построить маршрут для его него. С этим может помочь метод жадного продвижения (Greedy Forwarding – жадный алгоритм).

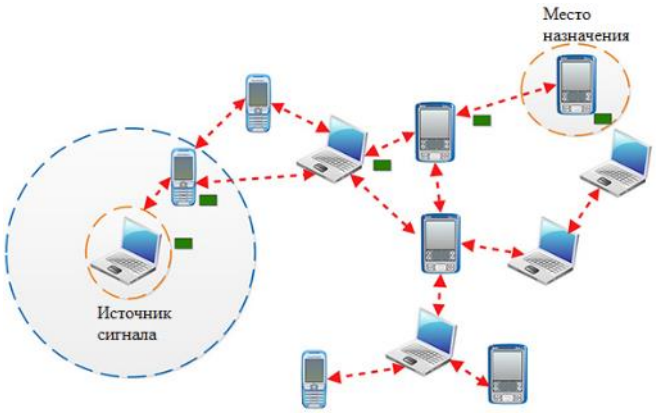


Рис. 1. Сеть MANET

Жадное продвижение в иерархических сетях

Под иерархической системой будем понимать некий набор узлов с возможностью организации связи между ними. Для этой системы можно построить иерархический граф связанности, выделяя центральный узел и дочерние. Все остальные связи между узлами при таком построении игнорируются.

Обычно маршрутизация в таких сетях выстраивается с помощью таблиц маршрутизации. Основная проблема в том, что каждый отдельно взятый узел сети должен полностью знать всю сеть, которая находится под ним. При огромном количестве узлов, необходимо будет помнить информацию о миллионе узлов, что требует памяти огромных размеров.

В работе Клейнберга [1], рассмотрен масштабируемый и надежный алгоритм маршрутизации точечной топологии для специальных беспроводных сетей и сенсорных антенн (гиперболическое преобразование). Он присваивает каждому узлу сети виртуальную координату в гиперболической плоскости и выполняет жадную географическую маршрутизацию относительно этих виртуальных координат. Это гарантирует, что жадный алгоритм всегда успешно находит маршрут к месту назначения, если такой маршрут существует.

Жадная маршрутизация не гарантирует двухточечного соединения в сети, поскольку сообщения могут попасть в локальные минимумы функции расстояния до места назначения (такие локальные минимумы иногда называют «пустотами», когда в области, занятой узлами, имеется большое пустое пространство).

Теорема 2 в статье Клейнберга гласит: каждый связный конечный граф имеет жадное вложение в гиперболическую плоскость (рис 2).

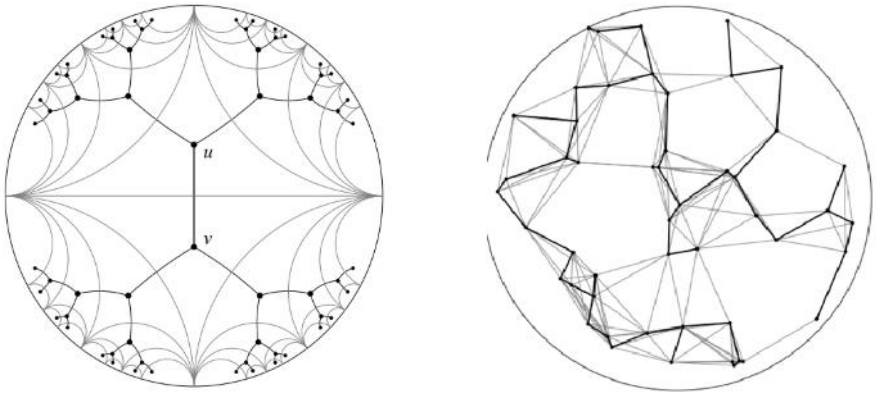


Рис. 2. Жадное вложение графа в плоскость

Чтоб использовать метод жадного продвижения в гиперболическом пространстве [3], необходимо вычислить расстояние между двумя узлами сети. Затем пакет данных будет перенесен на ближайший узел, который будет располагаться ближе всех к месту назначения.

В общем случае расстояние между двумя точками измеряется в этой метрике вдоль геодезических и равно:

$$\operatorname{dist}(\langle x_1, y_1\rangle, \langle x_2, y_2\rangle) = \operatorname{arch}(1 + \frac{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}{2y_1 y_2}) =$$

$$= 2\operatorname{arsh}\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}{y_1 y_2}}$$

$$= 2\ln\frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} + \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 + y_1)^2}}{2\sqrt{y_1 y_2}}$$

где arch и arsh — это обратные гиперболические функции:

$$\operatorname{arsh} x = \ln\left(x + \sqrt{x^2 + 1}\right),\ \operatorname{arch} x = \ln\left(x + \sqrt{x^2 - 1}\right); x \geq 1.$$

Также можно вычислить расстояние между двумя точками с помощью длины дуги вдоль (евклидовой) полуокружности[6]:

$$\operatorname{dist}(AB) = \left|\ln\left(\frac{|BA_\infty|\,|AB_\infty|}{|AA_\infty|\,|BB_\infty|}\right)\right|,$$

где A_∞ и B_∞ — точки полуокружности (концы), лежащие на граничной прямой, а | | — это евклидова длина сегмента окружности, соединяющей точки.

Кластеры в сети

Кластер – это совокупностью устройства и всех его дочерних узлов. Пример кластеров в сети изображен на рисунке 3.

Согласно общему определению, k-кластер - это набор узлов, которые взаимно достижимы не более чем в k хорд. На рисунке N представлен пример 2-кластер. Также, согласно другому определению, k-кластер определяется как набор узлов в пределах расстояния k-hop от данного узла, который обычно называется clusterhead [2].

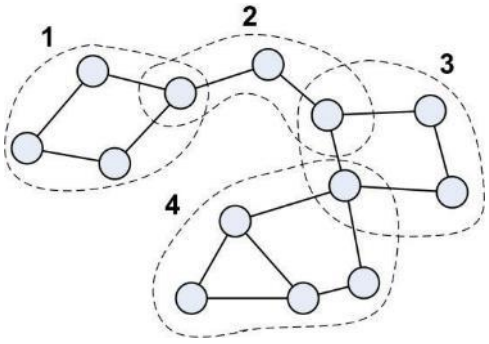


Рис. 3. 2-clusters

GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing)

Очень часто при передаче пакетов от узла к узлу, могут возникать пустоты или дыры [4][5]. Чтобы обойти эту проблему, можно использовать протокол GPSR. Greedy Perimeter Stateless Routing, является гибким и эффективным протоколом маршрутизации для мобильных, беспроводных сетей.

GPSR использует жадную пересылку пакетов в узлы, которые всегда постепенно приближаются к месту назначения (рис 4).

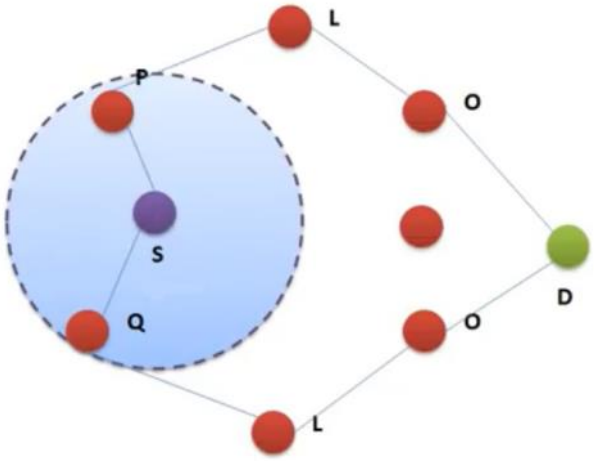


Рис. 4. Greedy Perimeter Stateless Routing

В регионах сети, где такой жадный путь не существует (т.е. путь временно удаляется от места назначения), пакет проходит попеременно более близкие грани до тех пор, пока не достигнет узла ближе к месту назначения, где возобновится жадная пересылка.

Литература

1. Kleinberg R. Geographic routing using hyperbolic space [Text] // INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE. – IEEE, 2007. – P. 1902-1909.

2. Kim Y. J. et al. Geographic routing made practical [Text] //Proceedings of the 2nd conference on Symposium on Networked Systems Design & Implementation-Volume 2. – USENIX Association, 2005. – P. 217-230.

3. Timofeeva S. V. et al. Greedy forwarding for hyperbolic space in MANET [Text] //Telecommunication Forum (TELFOR), 2017 25th. – IEEE, 2017. – P. 1-4.

4. Sukhov A. M., Onoprienko A. V. Evaluating the effectiveness of geographic routing based on RIPE Atlas data [Text] //Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), 2014 22nd. – IEEE, 2014. – P. 107-110.

5. Papadopoulos F. et al. Greedy forwarding in dynamic scale-free networks embedded in hyperbolic metric spaces [Text] //INFOCOM, 2010 Proceedings IEEE. – IEEE, 2010. – P. 1-9.

6. Sukhov A. M., Chemodanov D. Y. A metric for dynamic routing based on variational principles [Text] //Journal of High Speed Networks. – 2013. – Т. 19. – №. 2. – P. 155-163.

И.В. Казакова, С.Н. Попов, С.В. Востокин

МИКРОСЕРВИСНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ БЛОЧНОЙ СОРТИРОВКИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

При решении многих научных и технических задач возникает необходимость обработки больших массивов данных. Возможности последовательных приложений не позволяют эффективно использовать аппаратные ресурсы современных вычислительных систем, поэтому применение методов параллельного программирования вызывает активный интерес среди ученых и разработчиков программного обеспечения.

В работе на примере одной из актуальных задач распределенной обработки данных – блочной сортировки – рассматривается способ организации вычислений с применением акторной модели. Главными элементами модели являются акторы – активные агенты, выполняющие определенные действия согласно заданному сценарию [1]. Акторы были использованы для построения микросервисного приложения. Основным преимуществом данного стиля разработки является возможность такой организации приложения, при которой каждый из составляющих его сервисов выполняет часть задач, абстрагируясь от других, а взаимодействие между элементами происходит при помощи стандартных протоколов [2]. В результате нами разработано приложение, имеющее следующую структуру (рисунок 1).

Рассмотрим подробнее элементы структуры, представленной на рисунке 1, и схему их взаимодействия. Всю систему можно разделить на две подсистемы, а именно подсистему управления, включающую в себя акторы sorter (a), producer (b), merger (c), stopper (d), и подсистему выполнения, включающую акторы everest (f) и timer (g).

Предположим, что изначально есть массив данных, состоящий из M целых чисел, который необходимо отсортировать. Разделим его на N равных блоков. На каждый блок создается актор типа sorter (a). Sorter (a) взаимодействует с акторами producer (b) и everest (f).

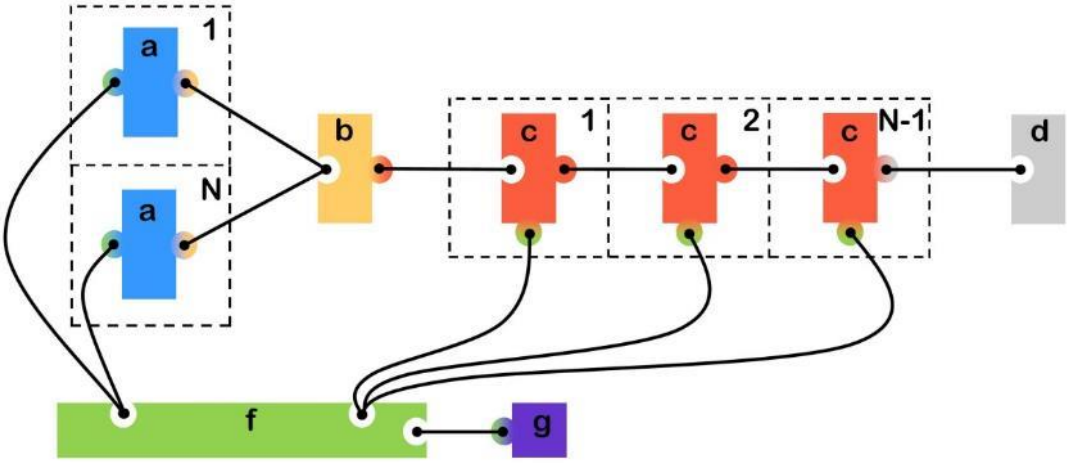


Рис. 9. Структура микросервисного приложения для распределенной обработки данных на примере задачи блочной сортировки

Важным элементом в этой системе является актор everest (f). В дальнейшем он будет взаимодействовать с сервисом Everest [3], который, в свою очередь, будет выполнять полученные задачи, используя имеющиеся аппаратные ресурсы, и возвращать результат. Актор everest (f) является прокси-сервером, основная функция которого состоит в том, чтобы согласовывать форматы запросов, полученных от акторов sorter (a) и merger (c), и ответы, полученные от сервиса Everest. На данный момент он является сервисом, который вызывает выполнение задач при помощи директивы *#pragma omp task* OpenMP 3.0, что позволяет сымитировать работу сервиса на многопроцессорной системе с общей памятью. Помимо акторов sorter (a) и merger (c), everest (f) взаимодействует с актором timer (g). Его основная задача заключается в том, чтобы производить периодический запуск актора everest (f). Если в процессе таких периодических запусков появляются задачи, которые находятся в очереди, то они отправляются на исполнение. Если есть исполненные задачи, то их результат возвращается отправителю.

После получения результата от everest (f), sorter (a) передает актору producer (b) сообщение о выполнении. Тот, в свою очередь, получив достаточное количество уведомлений, начинает передавать их по одному в цепочку акторов merger (c) в порядке возрастания номеров блоков. За счет взаимодействия акторов merger (c) и everest (f) происходит слияние блоков и их сортировка методом вставок, по завершению которых отправляется сообщение актору stopper (d), который останавливает вычисления.

Проведено экспериментальное исследование корректности работы и ускорения вычислений в разработанном микросервисном приложении (таблица 1).

Сортировка выполнялась на многоядерной системе с общей памятью с процессором Intel Core i7-3630QM 2.40 ГГц. Эксперимент по сортировке массива 128000000 чисел продемонстрировал ускорение в 2,76 раз на 4-х ядерной системе с поддержкой 8-ми аппаратных потоков. В дальнейшем планируется

проведение эксперимента блочной сортировки с реальным подключением к сервису Everest, используя сеть персональных рабочих станций в качестве исполнителя блочных операций сортировки и слияния.

Таблица 1 – Результаты экспериментов по блочной сортировке массива.

Количество блоков	Размер блоков, млн	Последовательный алгоритм сортировки, с	Последовательный алгоритм блочной сортировки, с	Параллельный алгоритм блочной сортировки, с	Ускорение
2	64	9,77	10,00	6,31	1,58
4	32	9,69	10,59	4,43	2,39
8	16	9,70	11,80	4,27	2,76
16	8	9,63	13,99	6,90	2,03
32	4	9,46	18,59	9,88	1,88
64	2	9,63	27,26	19,26	1,42
128	1	9,67	43,80	36,86	1,19

Таким образом, разработанное микросервисное приложение позволяет не только выполнять сортировку массива чисел на системе с общей памятью, но может применяться и для организации массивных вычислений на многопроцессорных системах с распределенной памятью. Предложенный подход построения приложений возможно также использовать для выполнения различных операций, требующих значительных аппаратных ресурсов, в компаниях, которые имеют обширную сеть рабочих станций. Приложения, создаваемые в соответствии с предложенной структурой, могут снизить затраты на организацию сетевой инфраструктуры за счёт более эффективного использования имеющихся рабочих станций.

Литература

1. Hewitt C. A universal modular ACTOR formalism for artificial intelligence // Proceedings of the 3rd IJCAI. SanFrancisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc. – 1973. – P.235–45.

2. Microservices, available at https://martinfowler.com/articles/microservices/

3. Sukhoroslov O. A Web-Based Platform for Publication and Distributed Execution of Computing Applications / Sukhoroslov O., Volkov S., Afanasiev A. // IEEE Xplore. – 2015. – Vol. 14. – P. 175-184.

А. Каримов

ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии)

Как и любой сложный технический объект, компьютерная сеть требует выполнения различных действий для поддержания ее в рабочем состоянии, анализа и оптимизации ее производительности, защиты от внутренних и внешних угроз. Среди многообразия средств, привлекаемых для достижения этих целей, важное место занимают службы (системы) управления сетью.

Система управления сетью (Network Management System, NMS) — это сложный программно-аппаратные комплекс, который контролирует сетевой трафик и управляет коммуникационным оборудованием крупной компьютерной сети.

Системы управления сетью работают, как правило, в автоматизированном режиме, выполняя наиболее простые действия автоматически и оставляя человеку принятие сложных решений на основе подготовленной системой информации.

Система управления сетью предназначена для решения следующих групп задач:

— *Управление конфигурацией сети и именованием* заключается в конфигурировании параметров как отдельных элементов сети, так и сети в целом. Для элементов сети, таких как маршрутизаторы, мультиплексоры и т. п., конфигурирование состоит в назначении сетевых адресов, идентификаторов (имен), географического положения и пр. Для сети в целом управление конфигурацией обычно начинается с построения карты сети, то есть с отображения реальных связей между элементами сети и связей между ними.
— *Обработка ошибок* включает выявление, определение и устранение последствий сбоев и отказов.

— *Анализ производительности и надежности* связан с оценкой на основе накопленной статистической информации таких параметров, как время реакции системы, пропускная способность реального или виртуального канала связи между двумя конечными абонентами сети, интенсивность трафика в отдельных сегментах и каналах сети, а также вероятность искажения данных при их передаче через сеть. Результаты анализа производительности и надежности позволяют контролировать *соглашение об уровне обслуживания* (SLA), заключаемое между пользователем сети и ее администраторами (или компанией, продающей услуги). Без средств анализа производительности и надежности поставщик услуг публичной сети или отдел информационных технологий предприятия не сможет ни проконтролировать, ни тем более обеспечить нужный уровень обслуживания для конечных пользователей сети.

— *Управление безопасностью* подразумевает контроль доступа к ресурсам сети (данным и оборудованию) и сохранение целостности данных при их хранении и передаче через сеть. Базовыми элементами управления безопасностью являются процедуры аутентификации пользователей, назначение и проверка прав доступа к ресурсам сети, распределение и поддержка ключей шифрования, управления полномочиями и т. п. Часто функции этой группы не включаются в системы управления сетями, а либо реализуются в виде специальных продуктов обеспечения безопасности, например сетевых экранов или централизованных систем авторизации, либо входят в состав операционных систем и системных приложений.

— *Учет работы сети* включает регистрацию времени использования различных ресурсов сети (устройств, каналов и транспортных служб) и ведение биллинговых операций (плата за ресурсы).

В стандартах систем управления не делается различий между управляемыми объектами, представляющими коммуникационное оборудование (каналы, сегменты локальных сетей, коммутаторы и маршрутизаторы, модемы и мультиплексоры), и объектами, представляющими аппаратное и программное обеспечение компьютеров. Однако на практике деление систем управления по типам управляемых объектов широко распространено.

В тех случаях, когда управляемыми объектами являются компьютеры, а также их системное и прикладное программное обеспечение, то для системы управления часто используют особое название — система управления системой (System Management System, SMS).

SMS обычно автоматически собирает информацию об установленных в сети компьютерах и создает записи в специальной БД об аппаратных и программных ресурсах. SMS может централизованно устанавливать и администрировать приложения, которые запускаются с серверов, а также удаленно измерять наиболее важные параметры компьютера, операционной системы, СУБД (например, коэффициент использования процессора или физической памяти, интенсивность страничных прерываний и др.). SMS позволяет администратору брать на себя удаленное управление компьютером в режиме эмуляции графического интерфейса популярных операционных систем.

Для решения перечисленных задач необходимо иметь возможность управления отдельным устройством (объектом). Обычно каждое устройство, которое требует достаточно сложного конфигурирования, производитель сопровождает автономной программой конфигурирования и управления, работающей в среде специализированной ОС, установленной на этом устройстве. Мы будем называть такой программный компонент **агентом**. Агенты могут встраиваться в управляемое оборудование либо работать на устройстве, подключенном к интерфейсу управления такого устройства. Один агент в общем случае может управлять несколькими однотипными устройствами.

Агент поддерживает интерфейс с оператором/администратором, который посылает ему запросы и команды на выполнение определенных операций.

Агент может выполнять следующие функции:

— хранить, извлекать и передавать по запросам извне информацию о технических и конфигурационных параметрах устройства, включая модель устройства, число портов, тип портов, тип ОС, связи с другими устройствами и др.;

— выполнять, хранить и передавать по запросу извне измерения (подсчеты) характеристик функционирования устройства, таких как число принятых пакетов, число отброшенных пакетов, степень заполнения буфера, состояние порта (рабочее или нерабочее);

— изменять по командам, полученным извне, конфигурационные параметры.

В описанной схеме агент играет роль сервера, к которому обращается клиент-администратор с запросами о значениях характеристик или об установлении конфигурационных параметров управляемого устройства.

Для получения требуемых данных об объекте, а также для выдачи на него управляющих воздействий агент должен иметь возможность взаимодействовать с ним. Многообразие типов управляемых объектов не позволяет стандартизовать способ взаимодействия агента с объектом. Эта задача решается разработчиками при встраивании агентов в коммуникационное оборудование или в операционную систему. Агент может снабжаться специальными датчиками для получения информации, например датчиками температуры. Агенты могут отличаться разным уровнем интеллекта: от минимального, достаточного лишь для подсчета проходящих через оборудование кадров и пакетов, до весьма высокого, позволяющего выполнять последовательности управляющих команд в аварийных ситуациях, строить временные зависимости, фильтровать аварийные сообщения и т. п.

М. Гофуров, А. Каримов

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии)

Концепция топологии сети в виде звезды пришла из области больших ЭВМ, в которой головная машина получает и обрабатывает все данные с периферийных устройств как активный узел обработки данных. Этот принцип применяется в системах передачи данных, например, в электронной почте RELCOM. Вся информация между двумя периферийными рабочими местами проходит через центральный узел вычислительной сети.

Пропускная способность сети определяется вычислительной мощностью узла и гарантируется для каждой рабочей станции. Коллизий (столкновений) данных не возникает.

Кабельное соединение довольно простое, так как каждая рабочая станция связана с узлом. Затраты на прокладку кабелей высокие, особенно когда цен-

тральный узел географически расположен не в центре топологии. При расширении вычислительных сетей не могут быть использованы ранее выполненные кабельные связи: к новому рабочему месту необходимо прокладывать отдельный кабель из центра сети. Топология в виде звезды является наиболее быстродействующей из всех топологий вычислительных сетей, поскольку передача данных между рабочими станциями проходит через центральный узел (при его хорошей производительности) по отдельным линиям, используемым только этими рабочими станциями. Частота запросов передачи информации от одной станции к другой невысокая по сравнению с достигаемой в других топологиях.

Производительность вычислительной сети в первую очередь зависит от мощности центрального файлового сервера. Он может быть узким местом вычислительной сети. В случае выхода из строя центрального узла нарушается работа всей сети.

Центральный узел управления - файловый сервер мотает реализовать оптимальный механизм защиты против несанкционированного доступа к информации. Вся вычислительная сеть может управляться из ее центра.

Кольцевая топология. При кольцевой топологии сети рабочие станции связаны одна с другой по кругу, т.е. рабочая станция 1 с рабочей станцией 2, рабочая станция 3 с рабочей станцией 4 и т.д. Последняя рабочая станция связана с первой. Коммуникационная связь замыкается в кольцо. Прокладка кабелей от одной рабочей станции до другой может быть довольно сложной и дорогостоящей, особенно если географически рабочие станции расположены далеко от кольца (например, в линию). Сообщения циркулируют регулярно по кругу. Рабочая станция посылает по определенному конечному адресу информацию, предварительно получив из кольца запрос. Пересылка сообщений является очень эффективной, так как большинство сообщений можно отправлять “в дорогу” по кабельной системе одно за другим. Очень просто можно сделать кольцевой запрос на все станции. Продолжительность передачи информации увеличивается пропорционально количеству рабочих станций, входящих в вычислительную сеть.

Основная проблема при кольцевой топологии заключается в том, что каждая рабочая станция должна активно участвовать в пересылке информации, и в случае выхода из строя хотя бы одной из них вся сеть парализуется. Неисправности в кабельных соединениях локализуются легко. Подключение новой рабочей станции требует кратко срочного выключения сети, так как во время установки кольцо должно быть разомкнуто. Ограничения на протяженность вычислительной сети не существует, так как оно, в конечном счете, определяется исключительно расстоянием между двумя рабочими станциями.

Структура логической кольцевой цепи. Специальной формой кольцевой топологии является логическая кольцевая сеть. Физически она монтируется как соединение звездных топологий. Отдельные звезды включаются с помощью специальных коммутаторов (англ. Hub - концентратор), которые по-русски также иногда называют “хаб”. В зависимости от числа рабочих станций и дли-

ны кабеля между рабочими станциями применяют активные или пассивные концентраторы. Активные концентраторы дополнительно содержат усилитель для подключения от 4 до 16 рабочих станций. Пассивный концентратор является исключительно разветвительным устройством (максимум на три рабочие станции). Управление отдельной рабочей станцией в логической кольцевой сети происходит так же, как и в обычной кольцевой сети. Каждой рабочей станции присваивается соответствующий ей адрес, по которому передается управление (от старшего к младшему и от самого младшего к самому старшему). Разрыв соединения происходит только для нижерасположенного (ближайшего) узла вычислительной сети, так что лишь в редких случаях может нарушаться работа всей сети.

Шинная топология. При шинной топологии среда передачи информации представляется в форме коммуникационного пути, доступного дня всех рабочих станций, к которому они все должны быть подключены. Все рабочие станции могут непосредственно вступать в контакт с любой рабочей станцией, имеющейся в сети. Рабочие станции в любое время, без прерывания работы всей вычислительной сети, могут быть подключены к ней или отключены. Функционирование вычислительной сети не зависит от состояния отдельной рабочей станции.

В стандартной ситуации для шинной сети Ethernet часто используют тонкий кабель или Cheapernet-кабель с тройниковым соединителем. Выключение и особенно подключение к такой сети требуют разрыва шины, что вызывает нарушение циркулирующего потока информации и зависание системы.

Новые технологии предлагают пассивные штепсельные коробки, через которые можно отключать и / или включать рабочие станции во время работы вычислительной сети. Благодаря тому, что рабочие станции можно включать без прерывания сетевых процессов и коммуникационной среды, очень легко прослушивать информацию, т.е. ответвлять информацию из коммуникационной среды.

В ЛВС с прямой (не модулируемой) передачей информации всегда может существовать только одна станция, передающая информацию. Для предотвращения коллизий в большинстве случаев применяется временной метод разделения, согласно которому для каждой подключенной рабочей станции в определенные моменты времени предоставляется исключительное право на использование канала передачи данных. Поэтому требования к пропускной способности вычислительной сети при повышенной нагрузке снижаются, например, при вводе новых рабочих станций. Рабочие станции присоединяются к шине посредством устройств TAP (англ. Terminal Access Point - точка подключения терминала). TAP представляет собой специальный тип подсоединения к коаксиальному кабелю. Зонд игольчатой формы внедряется через наружную оболочку внешнего проводника и слой диэлектрика к внутреннему проводнику и присоединяется к нему. В ЛВС с модулированной широкополосной передачей информации различные рабочие станции получают, по мере надобности, частоту, на которой эти рабочие станции могут отправлять и получать информацию.

Пересылаемые данные модулируются на соответствующих несущих частотах, т.е. между средой передачи информации и рабочими станциями находятся соответственно модемы для модуляции и демодуляции. Техника широкополосных сообщений позволяет одновременно транспортировать в коммуникационной среде довольно большой объем информации. Для дальнейшего развития дискретной транспортировки данных не играет роли, какая первоначальная информация подана в модем (аналоговая или цифровая), так как она все равно в дальнейшем будет преобразована.

На ряду с известными топологиями вычислительных сетей кольцо, звезда и шина, на практике применяется и комбинированная, на пример древовидна структура. Она образуется в основном в виде комбинаций вышеназванных топологий вычислительных сетей. Основание дерева вычислительной сети располагается в точке (корень), в которой собираются коммуникационные линии информации (ветви дерева).

Вычислительные сети с древовидной структурой применяются там, где невозможно непосредственное применение базовых сетевых структур в чистом виде. Для подключения большого числа рабочих станций соответственно адаптерным платам применяют сетевые усилители или коммутаторы. Коммутатор, обладающий одновременно и функциями усилителя, называют активным концентратором. На практике применяют две их разновидности, обеспечивающие подключение соответственно восьми или шестнадцати линий. Устройство, к которому можно присоединить максимум три станции, называют пассивным концентратором. Пассивный концентратор обычно используют как разветвитель. Он не нуждается в усилителе. Предпосылкой для подключения пассивного концентратора является то, что максимально возможное расстояние до рабочей станции не должно превышать нескольких десятков метров.

Д.М. Умурзакова, С.К. Ахмедов

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ ТРАФИКА

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми)

Аннотация: Данная статья посвящена вопросам применение нейронных сетей в задачах классификации трафика. Рассмотрены основные виды нейронных сетей. В работе предлагается использование нейронной сети Кохонена в качестве инструмента классификации трафика провайдера телекоммуникационных услуг, представленного в виде временных рядов.

Ключевые слова: нейронные сети, телекоммуникационные сеты, идентификация, ресурсы хранения данных, сетевые ресурсы.

Abstract: This article is devoted to the use of neural networks in traffic classification problems. The main types of neural networks are considered. The paper pro-

poses the use of the Kohonen neural network as an instrument for the classification of the traffic of a telecommunications service provider, represented in the form of time series.

Key words: neural networks, telecommunication sets, identification, data storage resources, network resources.

Использование в современных телекоммуникационных сетях большего количества сетевых сервисов и приложений, аппаратного и программного обеспечения приводит к появлению в сети большого разнообразия трафиков. При этом для проведения эффективного мониторинга и управления телекоммуникационных сетях решение задачи точной идентификации и классификации трафиков относительно сетевых сервисов, приложений и протоколов является очень важной. Потому, что сетевой трафик является одним из важнейших фактических показателей работы телекоммуникационных сетях. Сетевой трафик является носителем информации о поведении пользователей и функционировании телекоммуникационных сетях. На основе статистического анализа сетевого трафика можно косвенно определить статистические характеристики поведения телекоммуникационных сетях. Идентификация и классификация сетевого трафика особенно важна для решения таких задач, как определение приоритетов при формировании полосы пропускания для отдельных трафиков, установление правил по управлению сети, обеспечение безопасности сети, диагностический мониторинг телекоммуникационных сетях и т.д. Кроме того, эффективное решение большинства технических задач, таких как определение параметров и моделирование рабочей нагрузки каналов связи, планирование загрузки сетевых оборудований, инициализация маршрутов и т.д., также зависит от точной идентификации и классификации сетевого трафика. Прежде чем классифицировать сетевой трафик, очень важно определить их классификационные характеристики. Эти характеристики могут быть определены в результате анализа свойств, описывающих сетевой трафик, к которым могут относиться различные особенности общего сетевого трафика телекоммуникационных сетях. Классификацию сетевого трафика можно определить как анализ трафиков, созданных различными сетевыми приложениями. Другими словами, цель классификации состоит в определении того, какие типы трафика передаются по телекоммуникационных сетях.

Для классификации сетевого трафика обычно применялись простые методы, основанные на анализе информации, характеризующей пакеты (номера портов, IP-адреса отправителей и получателей, типы приложений и протоколов и т.д.). Однако сегодня классификация сетевого трафика на основе номеров портов является малоэффективной. Это, в основном, связано с появлением большего количества сетевых приложений и сервисов, использующих нестандартные TCP-порты, а также приложений, туннелирующих HTTP и широкое использование в Интернете P2P приложений. В результате некоторые приложения не могут быть идентифицированы вовсе.

Выходом из этой ситуации могут быть анализ содержимого пакетов и создание для каждого приложения сигнатуры, но при этом появляются как мини-

мум две проблемы: юридическая, которая связана с частной жизнью пользователя, и невозможность идентификации зашифрованных трафиков. Несмотря на то, что классификация сетевого трафика является довольно определенной областью исследования, цели имеющихся в этой области работ не идентичны. Целью некоторых работ является только классификация P2P трафика, целью других – детальная классификация сетевого трафика, то есть точная идентификация приложения, генерирующего конкретный трафик. К тому же с появлением новых сетевых приложений может изменяться характер существующих сетевых характеристик и для классификации сетевого трафика могут использоваться иные классификационные характеристики. Например, появление некоторых новых приложений, таких как BitTorrent, PPStream, PPLive и т.д., привело к широкому использованию протокола UDP. В ряде работах были предложены методы классификации сетевого трафика с детальным анализом содержимого пакетов. Главным недостатком этих методов является то, что они требуют очень больших вычислительных ресурсов. В то же время точность классификации сетевого трафика в основном зависит от моделей, построенных на основе выявленных закономерностей и отражающих основные особенности сетевого трафика. Исследование недостатков методов классификации сетевого трафика, основанных на анализе номеров портов и содержимого пакетов, показало, что для классификации сетевого трафика более подходящими являются методы машинного обучения (МО).

В работе предлагается использование нейронной сети Кохонена в качестве инструмента классификации трафика провайдера телекоммуникационных услуг, представленного в виде временных рядов. Для контроля объемных и динамических процессов, которые имеют место в сетях операторов связи, необходимо использование быстродействующих алгоритмов и методов мониторинга и анализа трафика. Представление трафика в виде временного ряда позволяет использовать инструментарий прикладного анализа данных. При этом целесообразно отдельно рассматривать и анализировать ряды с различными аргументами, параметрами или показателями. Например, при рассмотрении трафика операторов сотовой связи, это могут быть ряды, отображающие загруженность каналов связи в фиксированные моменты времени, активность отдельных абонентов во времени, количество и продолжительность звонков, проходящих через конкретную базовую станцию, активность абонентов отдельного тарифного плана, трафик роуминга и прочее.

Литература

[1] Lippman R.P., Review of neural networks for speech recognition, Neural Computation, 1991, vol 1, no 1, p 1 38.

[2] Lippman R.P., An Introduction to Computing with Neural Nets, IEEE ASSP Magazine, Vol 4, No 2, Apr 1987, pp 4-22.

А.С. Чириков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АЛГОРИТМОВ УМНОЖЕНИЯ МАТРИЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АКТОРНОЙ МОДЕЛИ ВЫЧИСЛЕНИЙ

(Самарский университет)

Умножение матриц широко используются при выполнении многих научных и инженерных расчетов. Поэтому ускорение нахождения произведения матриц является актуальной задачей. Многие организации и предприятия, сталкивающиеся с такими задачами, пока не имеют в распоряжении современных суперкомпьютеров, но могут выполнять расчеты с использованием кластеров невыделенных рабочих станций. Поэтому является актуальным исследование возможностей реализации алгоритмов умножения матриц в такой вычислительной среде с учетом ее технических характеристик. К ним, в частности, относятся: число узлов кластера, быстро действие процессоров, объем доступной оперативной памяти, наличие в узлах многоядерных процессоров, пропускная способность сети, характеристики сетевых карт. [1]

Умножение матрицы A размера mxn и матрицы B размера nxl приводит к получению матрицы C размера mxl, каждый элемент которой определяется в соответствии с выражением:

$$c_{ij} = \sum_{k=0}^{n-1} a_{ik} \cdot b_{kj},\ 0 \le i < m,\ 0 \le j < l$$

Рисунок 1 – Умножение матрицы

Каждый элемент результирующей матрицы C есть скалярное произведение соответствующих строки матрицы A и столбца матрицы B. Этот алгоритм предполагает выполнение mxnxl операций умножения и столько же операций сложения элементов исходных матриц. При умножении квадратных матриц размера nxn количество выполненных операций имеет порядок $O(n^3)$.

В данной работе будет использован ленточный алгоритм перемножения матриц. Алгоритм представляет собой итерационную процедуру, количество итераций которой совпадает с числом подзадач. На каждой итерации алгоритма каждая подзадача содержит по одной строке матрицы A и одному столбцу матрицы B. При выполнении итерации проводится скалярное умножение содержащихся в подзадачах строк и столбцов, что приводит к получению соответствующих элементов результирующей матрицы C. По завершении вычислений в конце каждой итерации столбцы матрицы B должны быть переданы между подзадачами с тем, чтобы в каждой подзадаче оказались новые столбцы матрицы B и могли быть вычислены новые элементы матрицы C. При этом данная передача столбцов между подзадачами должна быть организована таким образом, чтобы после завершения итераций алгоритма в каждой подзадаче последовательно оказались все столбцы матрицы B.

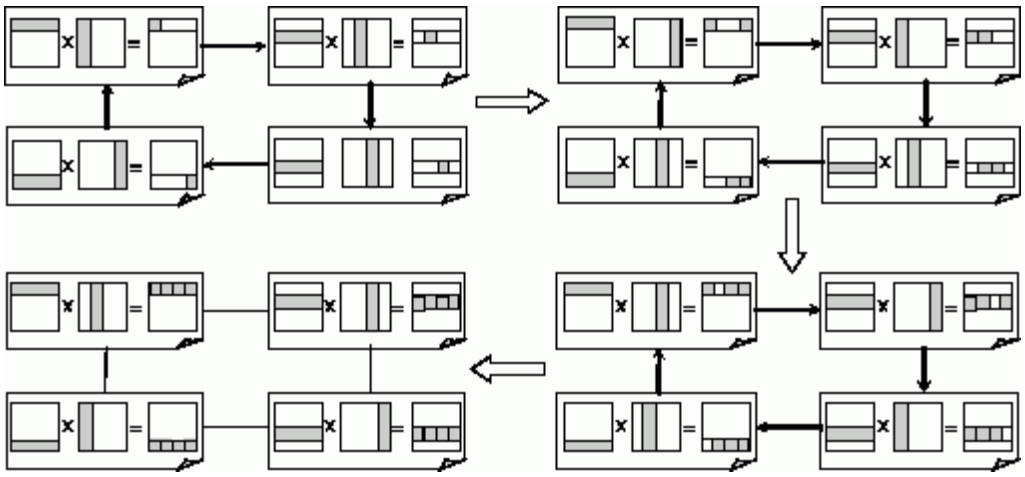


Рисунок 2 - Общая схема передачи данных для параллельного алгоритма матричного умножения при ленточной схеме разделения данных

В данной работе предлагается инструмент, предназначенный для решения задач исследования распределенных алгоритмов умножения матриц путём написания программы с использованием вычислительного шаблона, исполняемой на суперкомпьютере «Сергей Королёв». Для организации параллельных вычислений используется модель акторов, при которой программа организуется в виде асинхронно исполняемых потоков (акторов), обменивающихся между собой сообщениями [3]. Акторная модель вычислений реализована с использованием инструментов Templet Web.

Результатом данной работы будет программа, развернутая в Templete Web и предназначенная для вычисления результатов при умножении матриц и анализа эффективности использованного при этом алгоритма. Планируется исследовать эффективность распределенных алгоритмов умножения матриц при использовании акторной модели вычислений.

Литература

1. Гергель В. П. Теория и практика параллельных вычислений. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 423 с.

2. Intuit. Параллельные методы матричного умножения.
https://www.intuit.ru/studies/courses/2065/190/lecture/4954

3. Hewitt C. A universal modular ACTOR formalism for artificial intelligence // Proceedings of the 3rd IJCAI. SanFrancisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc. – 1973. – P.235–45.

Ю.А. Храмкова, С.В. Востокин

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ОДНОМЕРНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИЕЙ ДАННЫХ НА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский научный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Первым этапом разработки параллельного алгоритма является анализ и определение степени декомпозиции задачи. Чем меньше размер подзадач, следующих из декомпозиции, тем легче обеспечить равномерную нагрузку рабочих процессов, но тем интенсивнее становится обмен данными между процессами. Существует несколько методов декомпозиции, при которых возможно сегментирование как вычислительного алгоритма, так и данных.

В работе рассматриваются задачи, для которых применяется метод декомпозиции данных. В данном методе сегментируются сначала данные, а затем алгоритм их обработки. Данные разбиваются на фрагменты приблизительно одинакового размера. С фрагментами данных связываются операции их обработки, из которых и формируются подзадачи. Определяются необходимые пересылки данных. Пересечение частей, на которые разбивается задача, должно быть сведено к минимуму, чтобы избежать дублирования вычислений [1]. Одномерная же декомпозиция подразумевает разбиение массива данных по одной оси. Для трёхмерного массива данных схему разбиения можно представить на рисунке 1.

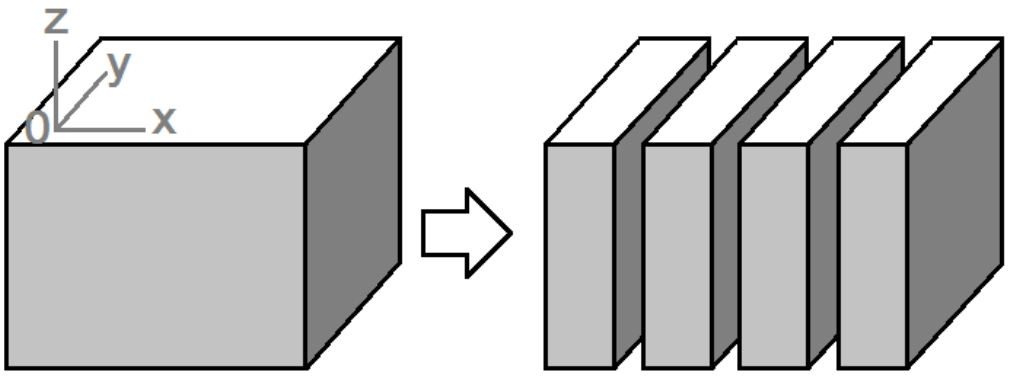


Рисунок 1 – Декомпозиция данных по оси Ox

Из рисунка наглядно следует, что граничных значений данных, зачастую требующих особенных условий обработки, стало больше. В случае, когда обработка данных требует соседние значения для вычисления, увеличивается количество обменов данными между процессами. Параллельный алгоритм, должен быть построен таким образом, чтобы параллельная обработка декомпозированных данных давала значительный выигрыш, учитывая все накладные затраты распараллеливания.

Для упрощения написания конкретного параллельного алгоритма решения задачи с одномерной декомпозицией данных разрабатываются алгоритмические шаблоны. Шаблоны позволяют автоматизировать программирование задач, основываясь на концепциях скелетного программирования и предметных языков. Под скелетом программы подразумевается ее схематичное описание, по форме напоминающее псевдокод. В отличие от псевдокода, код скелета пишется на языке программирования высокого уровня и компилируется. Однако код скелета не компонуется и не исполняется, потому что в нем не содержится необходимая компоновщику информация [2]. Предметные языки широко применяются для автоматизации научных расчетов. Роль предметного языка заключается в передаче той информации, которая отсутствует в скелете [2].

Целью данной работы является разработка алгоритмических шаблонов для решения задач с одномерной декомпозицией данных на высокопроизводительных вычислительных системах. Для достижения данной цели можно выделить следующий ряд задач: реализация алгоритмического скелета или скелетов для задач с одномерной декомпозицией данных, описание предметного языка для передачи необходимой информации в алгоритмический шаблон, применение полученных шаблонов для ряда задач, произведение расчётов на суперкомпьютере «Сергей Королев» и анализ полученных результатов. Реализация алгоритмических шаблонов будет осуществляться в системе Templet Web с применение языка разметки Templet.

Литература

1. Немнюгин С. А. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002.

2. Востокин, С.В. Применение предметных языков для автоматизации высокопроизводительных вычислений. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2016.

3. Востокин С.В. Templet: язык разметки для параллельного программирования // Известия Самарского научного центра РАН. Том 17.2015.№2(5).

Б. Хошимов, У. Ахунджанов

ПРОТОКОЛЫ СЕТИ INTERNET И ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ УСЛУГИ СЕТЬЮ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии, Узбекистан)

Основное, что отличает Internet от других сетей, - это ее протоколы - TCP/IP. Вообще, термин TCP/IP обычно означает все, что связано с протоколами взаимодействия между компьютерами в Internet. Он охватывает целое семейство протоколов, прикладные программы, и даже саму сеть. TCP/IP - это

технология межсетевого взаимодействия, технология internet. Сеть, которая использует технологию internet, называется "internet". Если речь идет о глобальной сети, объединяющей множество сетей с технологией internet, то ее называют Internet.

Свое название протокол TCP/IP получил от двух коммуникационных протоколов (или протоколов связи). Это Transmission Control Protocol (TCP) и Internet Protocol (IP) . Несмотря на то, что в сети Internet используется большое число других протоколов, сеть Internet часто называют TCP/IP-сетью, так как эти два протокола, безусловно, являются важнейшими.
Как и во всякой другой сети, в Internet существует 7 уровней взаимодействия между компьютерами: физический, логический, сетевой, транспортный, уровень сеансов связи, представительский и прикладной уровень. Соответственно каждому уровню взаимодействия соответствует набор протоколов (т.е. правил взаимодействия).

Протоколы физического уровня определяют вид и характеристики линий связи между компьютерами. В Internet используются практически все известные в настоящее время способы связи от простого провода (витая пара) до волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

Для каждого типа линий связи разработан соответствующий протокол логического уровня, занимающийся управлением передачей информации по каналу. К протоколам логического уровня для телефонных линий относятся протоколы SLIP (Serial Line Interface Protocol) и PPP (Point to Point Protocol). Для связи по кабелю локальной сети - это пакетные драйверы плат ЛВС.
Протоколы сетевого уровня отвечают за передачу данных между устройствами в разных сетях, то есть занимаются маршрутизацией пакетов в сети. К протоколам сетевого уровня принадлежат IP (Internet Protocol) и ARP (Address Resolution Protocol).

Протоколы транспортного уровня управляют передачей данных из одной программы в другую. К протоколам транспортного уровня принадлежат TCP (Transmission Control Protocol) и UDP (User Datagram Protocol).

Протоколы уровня сеансов связи отвечают за установку, поддержание и уничтожение соответствующих каналов. В Internet этим занимаются уже упомянутые TCP и UDP протоколы, а также протокол UUCP (Unix to Unix Copy Protocol).

Протоколы представительского уровня занимаются обслуживанием прикладных программ. К программам представительского уровня принадлежат программы, запускаемые, к примеру, на Unix-сервере, для предоставления различных услуг абонентам. К таким программам относятся: telnet-сервер, FTP-сервер, Gopher-сервер, NFS-сервер, NNTP (Net News Transfer Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), POP2 и POP3 (Post Office Protocol) и т.д.

К протоколам прикладного уровня относятся сетевые услуги и программы их предоставления. Все услуги, предоставляемые сетью Internet, можно условно поделить на две категории: обмен информацией между абонентами се-

ти и использование баз данных сети. К числу услуг связи между абонентами принадлежат:

Telnet - удаленный доступ. Дает возможность абоненту работать на любой ЭВМ сети Internet, как на своей собственной. То есть запускать программы, менять режим работы и т.д.

FTP (File Transfer Protocol) - протокол передачи файлов. Дает возможность абоненту обмениваться двоичными и текстовыми файлами с любым компьютером сети. Установив связь с удаленным компьютером, пользователь может скопировать файл с удаленного компьютера на свой или скопировать файл со своего компьютера на удаленный. NFS (Network File System) - распределенная файловая система. Дает возможность абоненту пользоваться файловой системой удаленного компьютера, как своей собственной.

Электронная почта - обмен почтовыми сообщениями с любым абонентом сети Internet. Существует возможность отправки как текстовых, так и двоичных файлов. На размер почтового сообщения в сети Internet накладывается следующее ограничение - размер почтового сообщения не должен превышать 64 килобайт.

Новости - получение сетевых новостей и электронных досок объявлений сети и возможность помещения информации на доски объявлений сети. Электронные доски объявлений сети Internet формируются по тематике. Пользователь может по своему выбору подписаться на любые группы новостей.

Rsh (Remote Shell) - удаленный доступ. Аналог Telnet, но работает только в том случае, если на удаленном компьютере стоит ОС UNIX. Rexec (Remote Execution) - выполнение одной команды на удаленной UNIX-машине.

Lpr - сетевая печать. Отправка файла на печать на удаленном (сетевом) принтере.

Lpq - сетевая печать. Показывает файлы, стоящие в очереди на печать на сетевом принтере.

Ping - проверка доступности удаленной ЭВМ по сети. Talk - дает возможность открытия "разговора" с пользователем удаленной ЭВМ. При этом на экране одновременно виден вводимый текст и ответ удаленного пользователя.

Iptunnel - дает возможность доступа к серверу ЛВС NetWare с которым нет непосредственной связи по ЛВС, а имеется лишь связь по сети Internet. Whois - адресная книга сети Internet. По запросу абонент может получить информацию о принадлежности удаленного компьютера, о пользователях. Finger - получение информации о пользователях удаленного компьютера. Кроме вышеперечисленных услуг, сеть Internet предоставляет также следующие специфические услуги:

Webster - сетевая версия толкового словаря английского языка. Факс-сервис - дает возможность пользователю отправлять сообщения по факсимильной связи, пользуясь факс-сервером сети. Электронный переводчик - производит перевод присланного на него текста с

одного языка на другой. Обращение к электронным переводчикам происходит посредством электронной почты. Шлюзы - дают возможность абоненту отправлять сообщения в сети, не работающие с протоколами TCP\IP (Fido, Goldnet, AT50). К системам автоматизированного поиска информации в сети Internet принадлежат следующие системы:

Gopher - наиболее широко распространенное средство поиска информации в сети Internet, позволяющее находить информацию по ключевым словам и фразам. Работа с системой Gopher напоминает просмотр оглавления, при этом пользователю предлагается пройти сквозь ряд вложенных меню и выбрать нужную тему. В Internet в настоящее время свыше 2000 Gopher-систем, часть из которых является узкоспециализированной, а часть содержит более разностороннюю информацию.

Gopher позволяет получить информацию без указания имен и адресов авторов, благодаря чему пользователь не тратит много времени и нервов. Он просто сообщает системе Gopher, что именно ему нужно, и система находит соответствующие данные. Gopher-серверов свыше двух тысяч, поэтому с их помощью не всегда просто найти требуемую информацию. В случае возникших затруднений можно воспользоваться службой VERONICA.

VERONICA осуществляет поиск более чем в 500 системах Gopher, освобождая пользователя от необходимости просматривать их вручную. WAIS - еще более мощное средство получения информации, чем Gopher, поскольку оно осуществляет поиск ключевых слов во всех текстах документов. Запросы посылаются в WAIS на упрощенном английском языке. Это значительно легче, чем формулировать их на языке алгебры логики, и это делает WAIS более привлекательной для пользователей-непрофессионалов.

При работе с WAIS пользователям не нужно тратить много времени, чтобы найти необходимые им материалы. В сети Internet существует более 200 WAIS-библиотек. Но поскольку информация представляется преимущественно сотрудниками академических организаций на добровольных началах, большая часть материалов относится к области исследований и компьютерных наук.

WWW - система для работы с гипертекстом. Потенциально она является наиболее мощным средством поиска. Гипертекст соединяет различные документы на основе заранее заданного набора слов. Например, когда в тексте встречается новое слово или понятие, система, работающая с гипертекстом, дает возможность перейти к другому документу, в котором это слово или понятие рассматривается более подробно. WWW часто используется в качестве интерфейса к базам данных WAIS, но отсутствие гипертекстовых связей ограничивает возможности WWW до простого просмотра, как у Gopher.

Практически все услуги сети построены на принципе клиент-сервер. Сервером в сети Internet называется компьютер способный предоставлять клиентам (по мере прихода от них запросов) некоторые сетевые услуги. Взаимодействие клиент-сервер строится обычно следующим образом. По приходу запросов от клиентов сервер запускает различные программы предоставления сетевых

услуг. По мере выполнения запущенных программ сервер отвечает на запросы клиентов.

Все программное обеспечение сети также можно поделить на клиентское и серверное. При этом программное обеспечение сервера занимается предоставлением сетевых услуг, а клиентское программное обеспечение обеспечивает передачу запросов серверу и получение ответов от него.

Литература

1. Фролов А.В. Фролов Г.В. Локальные сети персональных компьютеров. Монтаж сети, установка программного обеспечения. М.: Диалог-МИФИ, 1993.

2. Фролов А.В., Фролов Г.В. Локальные сети персональных компьютеров. Использование протоколов IPX, SPX, NETDBIOS M: Диалог-МИФИ, 1993.

3. Ганигрсон Г. Делайте ваши ставки (сетевые операционные системы). PC Magazine, Russian Edition, спец. выпуск 1993/1994.

Л.Н. Худоёров

ПРОЕКТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЛЕРА ARDUINO

(Каршинский филиал Ташкентского университета
информационных технологий, Узбекистан)

Arduino - это физическая вычислительная платформа с открытым исходным кодом, основанная на простой плате ввода-вывода (I / O) и среде разработки, которая реализует язык обработки (www.processing.org). Arduino может использоваться для разработки автономных интерактивных объектов или может быть подключен к программному обеспечению вашего компьютера (например, Flash, Processing, Max / MSP). Платы можно собирать вручную или приобретать предварительно собранными; Среда с открытым исходным кодом (Integrated Development Environment) может быть бесплатно загружена с сайта www.arduino.cc. Arduino отличается от других платформ на рынке из-за этих особенностей:

- Это мультиплатформенная среда; Он может работать на Windows, Macintosh и Linux.

- Он основан на среде IDE Processing, простой в использовании среде разработки, используемой художниками и дизайнерами.

- Вы программируете его через кабель USB, а не через последовательный порт. Эта функция полезна, поскольку многие современные компьютеры не имеют последовательных портов.

- Это аппаратное и программное обеспечение с открытым исходным кодом, если вы хотите, вы можете загрузить схему, купить все компоненты и сделать свой собственный, не платя ничего производителям Arduino.

Arduino - торговая марка аппаратного и программного обеспечения для создания простых систем автоматизации и робототехники, ориентированных на непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из оболочки свободного программного обеспечения (IDE) для написания программ, их компиляции и аппаратного программирования. Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продаваемых как официальным производителем, так и сторонними производителями. Полностью открытая архитектура системы позволяет вам свободно копировать или дополнять линейку продуктов Arduino.

Arduino может использоваться как для создания автономных объектов автоматизации, так и для подключения к программному обеспечению на компьютере через стандартные проводные и беспроводные интерфейсы. Под торговой маркой Arduino выпускаются несколько плат с микроконтроллером (английские платы) и карты расширения (так называемые Shilds [2] - калька с английскими экранами). Большинство материнских плат с микроконтроллером оснащены минимально необходимым комплектом для нормальной работы микроконтроллера (стабилизатор мощности, кварцевый резонатор, схемы сброса и т. Д.).

Микроконтроллеры для Arduino отличаются наличием в них загрузочного загрузчика (загрузчика). С помощью этого загрузчика пользователь загружает свою программу в микроконтроллер без использования традиционных отдельных аппаратных программистов. Загрузчик подключается к компьютеру через интерфейс USB (если он находится на плате) или с отдельным адаптером UART-USB. Поддержка загрузчика встроена в среду разработки Arduino и выполняется одним щелчком мыши. В случае затирания загрузчика или покупки микроконтроллера без загрузчика разработчики предоставляют возможность самостоятельно загружать загрузчик в микроконтроллер. Для этого у Arduino IDE есть встроенная поддержка нескольких популярных дешевых программистов, и большинство плат Arduino имеют разъем для внутрисхемного программирования (ICSP для AVR, JTAG для ARM).

Arduino IDE от компании, основанная на веб-сайте arduino.cc, имеет встроенную возможность создавать собственные аппаратные и программные платформы. Этот вариант используется сторонними компаниями, добавляя к ним Arduino IDE свои наборы плат и компиляторов загрузчика. Компания на сайте arduino.org не поддерживает эту возможность.

Линейка устройств Arduino в основном использует микроконтроллеры Atmel AVR ATmega328, ATmega168, ATmega2560, ATmega32U4, ATTiny85 с тактовой частотой 16 или 8 МГц. Старые продукты, используемые ATmega8, ATmega1280 и другие. ARM Cortex M

Сторонние разработчики портировали поддержку Arduino для популярного микроконтроллера Wi-Fi ESP8266. Теперь вы можете скомпилировать и загрузить прошивку для ESP8266 с вашими эскизами и поддержкой Wi-Fi прямо из Arduino IDE, получив схему с одной платой, поддерживающую Wi-Fi. Подробное описание процесса установки на русском языке и доступный API

В дополнение к портам на плате микроконтроллеров периферийные устройства иногда устанавливаются в виде интерфейсов USB или Ethernet. Дополнительный набор внешних периферийных устройств в модулях расширения включает:

• USB-устройство (чаще всего в качестве виртуального COM-порта через FTDI FT232, также имеются версии с эмуляцией USB HID Класса и мыши).

• Проводной и беспроводной Ethernet как на основной плате, так и на платах расширения.

• GSM-модуль и другие беспроводные интерфейсы

• USB-хост

• SD Card.

Модуль управления низковольтным двигателем на базе L298. Поддерживаются шаговые и коллекторные двигатели с напряжением до 12 В и током до 2А на канал. Реле, электромагниты и т. Д. Также могут быть подключены. Модуль не имеет гальванической развязки.

Wemos d1 mini esp 8266 влажность и температура

Чип EPS8266 от китайской компании Espressif появился на рынке в 2014 году и сразу привлек внимание общественности. С одной стороны, EPS8266 - это чип, который интегрировал обвязку и позволяет создавать очень простые платы с минимумом элементов и даже со встроенным современным Wi-Fi

По этой причине многие производители с неиссякаемым энтузиазмом начали выпускать новые платы на основе чипа Espresiff. Хотя, имея немного навыков, которые можно использовать в своих проектах, вы можете и использовать чип ESP8266, в него встроено преимущество самой необходимой типизации. Это невероятно удобно. Espresiff создал свой собственный чип с прицелом на «Интернет вещей», поэтому он имеет очень скромные размеры, емкую память, возможности разгона и несколько режимов энергосбережения. Кстати, ESP8266 даже реализовал суперэкономичный режим, в котором устройство потребляет самую жалкую минуту энергии, но не отключается от сети Wi-Fi. Разработчики имеют невероятную возможность реализовать первоклассные проекты с батарейным питанием.

Литература

1. Getting Started with Arduino, Massimo Banzi, O’Reilly 130, 2011.

Д.А. Царев

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ В АКАДЕМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ

(Самарский университет)

Разработка любого программного обеспечения (ПО), используемого широкой аудиторией – это очень трудоёмкий процесс, включающий в себя помимо собственно разработки два не менее сложных и настолько же важных этапа: тестирование и поставку ПО конечному пользователю. Одним из решений данных проблем является автоматизация процессов с помощью внедрения подходов непрерывной интеграции и развертывания (англ. CI / CD), что на сегодняшний день де-факто стало стандартом и применяется повсеместно [1]. Суть этих подходов заключается в уменьшении времени введения в эксплуатацию любых изменений, вносимых в продукт. На рисунке 1 схематично представлены зоны ответственности перечисленных выше принципов.

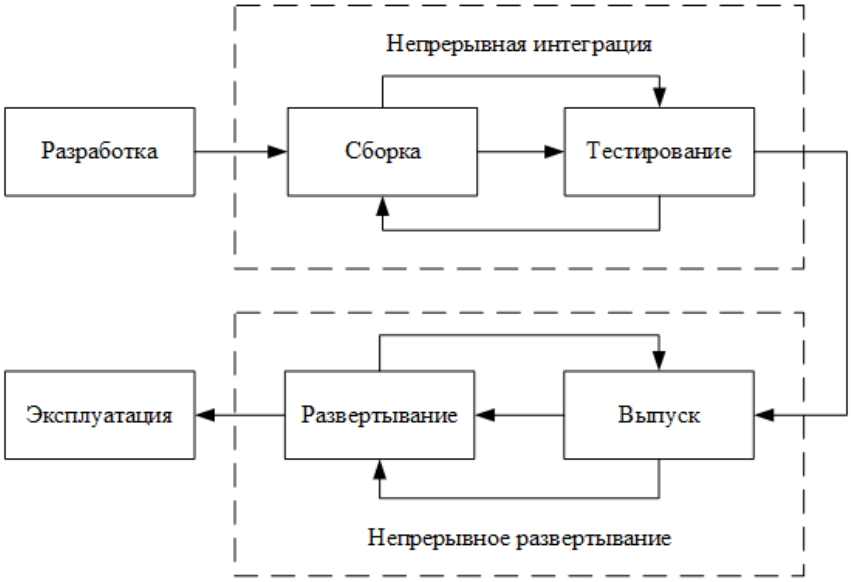


Рисунок 1 – Зоны ответственности принципов CI / CD

Данные принципы применимы и для отдельных частей программного обеспечения. В работе [2] представлена система, основанная на принципе добровольных вычислений и обеспечивающая доступ к суперкомпьютерному кластеру Самарского университета. Изначально эксплуатация этой системы заключалась в запуске и мониторинге задач, позднее в неё была внедрена облачная среда разработки, предоставляющая единую точку входа с целью создания и запуска программ для высокопроизводительных научных вычислений [3].

Одна из концепций, используемых для упрощения работы с системой – использование так называемых скелетных программ: предопределённых шаблонов, реализующих некоторый алгоритм [4]. Однако в отличие от типичного

представления шаблонов, скелетные программы могут быть скомпилированы и запущены. В рамках вышеуказанной системы скелетоны реализованы на языке Templet, описанном в работе [5]. Главный мотив – позволить пользователям, не имеющим опыта, применять параллелизм при решении их задачах.

Данные скелетоны могут как подвергаться некоторым модификациям с целью оптимизации или исправления ошибок, так и использоваться для создания новых версий. И так как данные шаблоны являются своего рода фундаментом при создании параллельных программ для высокопроизводительных вычислений, критически важно гарантировать их корректность. Эту задачу может помочь решить внедрение CI / CD системы. Далее приведены основные задачи, которые могут быть возложенные на такую систему:

1. модульное тестирование – успешная компиляция и запуск в качестве самого простого критерия отдельно взятого шаблона;
2. функциональное тестирование – ход работы простейшей программы, основанной на данном шаблоне, соответствует алгоритму, заложенному в шаблоне;
3. развертывание – сборка пакета шаблонов и доставка на целевое окружение;
4. информирование – обновление статуса шаблона в основной системе.

На рисунке 2 представлен основной алгоритм работы системы непрерывной интеграции и развёртывания.



Рисунок 2 – Алгоритм работы CI / CD системы

Таким образом, использование подходов и систем непрерывной интеграции и развертывания позволяет снизить трудоёмкость процесса разработки скелетонов, повысить качество и гарантировать стабильность работы параллельных программ, созданных на их основе. Показано, каким образом данная технология может быть внедрена в академическую систему управлением задач.

Литература

1. Gusev, V Use of Continuous Integration in BOINC Projects Development [Текст] /V. Gusev //BOINC:FAST – 2017.

2. Артамонов, Ю.С. Востокин, С.В. Инструментальное программное обеспечение для разработки и поддержки исполнения приложений научных вычислений в кластерных системах [Текст] /Ю.С. Артамонов, С.В. Востокин //Вестн. Сам. Гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки – 2015 – С.785-798.

3. Царёв, Д.А. Артамонов, Ю.С. Сравнение основных возможностей и классификация облачных инструментов разработки [Текст] /Д.А. Царёв, Ю.С. Артамонов //Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016): труды Международной научно-технической конференции /под ред. С.А. Прохорова – Самара: Издательство СНЦ РАН – 2016 – С.539-542.

4. Царёв, Д.А. Востокин, С.В. Технология развёртывания скелетных программ для автоматизации вычислений на суперкомпьютере «Сергей Королёв» [Текст] /Д.А. Царёв, С.В. Востокин //Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции /под ред. С.А. Прохорова – Самара: Издательство СНЦ РАН – 2017.

5. Vostokin, S.V. Templet: A markup language for concurrent actor oriented programming [Текст] /S.V. Vostokin //CEUR Workshop Proceedings – 2016 – С.460-468.

Х.М. Шерматова

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МИКРОПРОГРАММИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ФУНКЦИЙ

(Ферганский государственный университет)

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы создания параллельного микропрограммирования для алгоритма вычисления стандартных функций и на их основе – параллельной работы микропрограммного автомата с памятью произвольной выборки.

В результате исследований основанный на средства параллельного представления алгоритмов и способов их микропрограммной интерпретации называется параллельным микропрограммированием.

Распараллелирование процесса обработки информации обнаруживается на всех уровнях организации вычислительного процесса, причем прогресс технологии способствует проникновению параллельности на самые низкие уровни, вплоть до элементарных операций (предельное распараллеливание). Это проявляется в основном в применении устройств массовой обработки информации (матричные арифметические устройства, ассоциативное процессоры). Такие устройства предназначены для реализации узкого класса алгоритмов, которые естественным образом распараллеливаются до микроопераций.

Устройства, в котором возможна реализация параллельной микропрограммы, можно себе представить в виде сети элементарных автоматов, совокупная внутренняя память которых образует общую память данных. Логика

каждого автомата должна обеспечить ему способность самому выбрать ту микрокоманду, которую он должен выполнить над содержимым своей памяти. Иными словами, параллельная микропрограмма реализуется устройством с полной децентрализацией функций хранения, преобразования и управления, и поэтому микропрограммный принцип здесь относится не только к способу управления, но с к преобразованию информации.

Итак, основные тенденции современного развития информационной системы требуют расширения самого понятия микропрограммирования таким образом, чтобы, оно включало в себя способы упорядоченного проектирования микроструктуры устройств, интерпретирующих алгоритмы с разной степенью распараллеливания, а также их асинхронной композиции.

Микропрограммными автоматами будем называть такие конечные автоматы, у которых значения функций переходов и выходов хранятся в памяти микропрограмм и в каждом такте выбираются оттуда в зависимости от внутреннего и входного состояний. Смена микропрограммы в сети автоматов, интерпретирующей алгоритмы параллельных постановок, дает возможность программировать сеть, настраивая ее на реализацию того или иного алгоритма. Здесь в отличие от параллельных машин микропрограмма повторяется в каждом автомате сети, и, следовательно, достигается предельная для данного алгоритма параллельность. Естественность что такие реализации не универсальны. Каждая из них предназначена для класса машин, ограниченного количеством подставок и межавтоматными связями. Сети микропрограммных автоматов, интерпретирующих алгоритмы параллельных подстановок, будем называть параллельными микропрограммными структурами.

Рассмотрим возможные способы практической реализации параллельных микропрограммных структур. Структурная схема микропрограммного автомата зависит от организации хранения микропрограмм и типа используемой для этого памяти.

Память с произвольной выборкой. Блок-схема такого автомата изображена на рисунке.

Основным блоком является память микропрограмм (блок 2), в которой записаны двоичные коды состояний переходов и выходов $S_i = (t+1) = \delta(\sigma_k, S_j)$. Следует учесть, что в микропрограммную память целесообразно вносить только микрокоманды, определяющие переходы автомата, обусловленные удачным сравнением состояний входов от M_{in}^1 с левой частью подстановки. Это соответствует переходам вида $\delta(\sigma_i, a_{i0}) = C_{i0}$ под воздействием входных состояний $\sigma_i \in \Sigma'$. Изменение внутреннего под воздействием входных состояний $\sigma_{ik} \in \Sigma''$ целесообразнее осуществлять непосредственно, коммутирую входы от $M_{in}'(x)$ автоматов с элементом памяти. Это выполняется также, как в ячейках памяти данных. Таким образом, число микрокоманд, хранящихся в памяти блока 2, равно числу подстановок алгоритма.

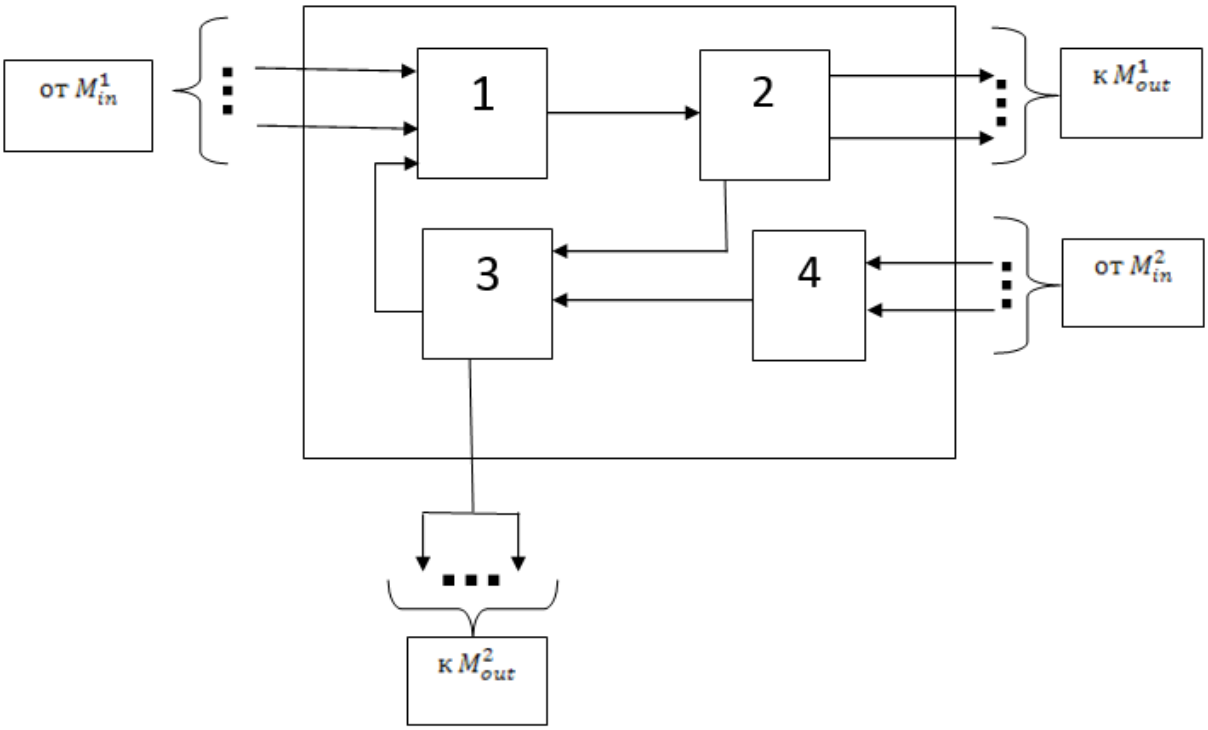


Рис. 1. Блок схеме микропрограммного автомата с памятью произвольной выборки, где 1-логика определения адреса; 2-памяти микропрограмм; 3-внутренняя память; 4-комутатор.

Адрес микрокоманды формируется в блоке-1 как функция от состояний (a_{ip}, σ_i). Считанная микрокоманда поступает на вход внутренней памяти (блок 3) и выходы автомата. Длина слова микрокоманды равна числу выходов, т.е. n+1.

Отсюда необходимый объём памяти блока-2 $V_1 = V_{n+1}$. Вместо памяти с произвольной выборкой можно использовать постоянное перепрограммируемое запоминающее устройство.

Литература

1. Алеева В.Н. Параллельные алгоритмы для аппроксимации функций и их реализации на спецпроцессорах. Новосибирск, 1985. 160-ст.

2. Морозов В.Н. Оптоэлектронные матричные процессоры. М.Радиосвязь. 1986.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

Д.Р. Абдрахимова, М.М. Тюрина

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ПАРАМЕТРОВ ПЕРВИЧНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДИСТРЕСС

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева)

Каждый человек современности подвержен многим неблагоприятным стрессовым воздействиям, заставляющим наш организм в короткие сроки адаптироваться под жесткие условия внешних стимулов, или другими словами-стрессоров. Данное явленье ученный Г. Селье рассматривал как общий адаптационный синдром. Он разделял общий адаптационный синдром на две категории – эустресс и дистресс. Эустресс — это так называемая «положительная» форма стресса. Дистресс же является «отрицательным» его проявлением. Во время дистресса у пациента может наблюдаться один, или несколько из следующих признаков: повышение давления, температуры, нарушения в работе желудочно-кишечного тракта, увеличение уровня холестерина, боль в мышцах, уменьшение работоспособности и расстройство репродуктивной функции. При длительном пребывании организма в состоянии дистресс возникает стадия истощение организма, при которой он теряет способность к нормальному функционированию. Стадия истощения может привести к язвенной болезни желудка, гипертонической болезни, к бронхиальной астме, язвенной болезни двенадцатиперстной кишки, нейродермиту, язвенному колиту, ревматоидному артриту и множеству других заболеваний.

Для диагностики состояния дистресс предложено разработать прибор с тремя каналами для общей первичной оценки состояния больного. Данный прибор будет делать выводы основываясь на артериальном давлении, температуре тела и кожно-гальваническом рефлексе в биологически активной точке (БАТ) «Шен Мен» на верхней части треугольной ямочки уха, прямо над центральной частью со слуховым проходом. Стимулирование данной точки помогает избавиться от тревоги, стресса, головных болей и депрессии.

Для измерения давления планируется использовать метод аппланационной тонометрии включающий в себя высокочувствительный датчик в виде полусферы, который путем давления на лучевую артерию будет фиксировать систолу и диастолу пульсовой волны. Повышенное или пониженное артериальное давление и частота сердцебиения в пределах 30% от нормы свидетельствуют о том, что симпатическая система пребывает в состоянии повышенной активности.

Для определения температуры тела предлагается использовать инфракрасный датчик с измерением температуры в ушной раковине, что позволит исключить погрешность, вносимую окружающей средой. Повышенная температура тела в пределах от 36,7°С до 37,5°С является признаком напряженного состояния организма.

В БАТ Шен-Мен будет измеряться кожная проводимость методом Р. Фолля с помощью активного точечного электрода. Известно, что при различном роде стрессовых реакциях возникают кожно-гальванические реакции, выражающиеся в изменении импеданса кожи. Однако и этот способ дает лишь ориентировочные результаты, не позволяющие судить о степени развития стресса, так как кожно-гальванические реакции разных людей весьма индивидуальны. К тому же импеданс зависит от целого ряда побочных факторов, таких как влажность кожи, температура окружающей среды, возраст и т.д. Данный способ позволяет выявить только лишь периодические эмоциональные реакции и недостаточен для того, чтобы определить степень развития стресса как состояния организма [1].

Сбор и анализ перечисленных данных предложенными методами поможет выявить группу риска людей, склонных к дистрессу. Это поспособствует поднятию общего уровня здоровья населения и повысить его работоспособность. В ближайший год нами планируется более подробное изучение возможных способов диагностики дистресса с целью разработки аппаратуры для предупреждения его возникновения.

Литература

1. Юматов Е.А. Способ определения эмоционального стресса и устройство для его осуществления [Электронный ресурс] URL: http://www.findpatent.ru/patent/207/2073484.html (дата обращения 22.03.2018)

М.К. Аверкиев, В.А. Буланов

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ЭМГ

(Самарский университет, компания IT-universe)

Введение

В компании IT-universe проводятся исследования по определению напряженности мышц с помощью оцифровки электрического сигнала, поступающего с кожного покрова, в рамках проекта «eeOnDo». Цель исследований заключается в сравнении двух алгоритмов дифференцирования сигнала ЭМГ: амплитудного и частотного. Данные на компьютер поступают от устройства, разработанного в нашей компании в рамках того же проекта. По результатам сравнения данных алгоритмов требуется вынести решение о том, какой алгоритм будет реализован в коде для использования в дальнейшем. От правильного выбора будет зависеть точность определения напряженности мышцы компьютером.

Основные принципы исследования

Электромиография (ЭМГ) – метод исследования нервно-мышечной системы путем регистрации электрических потенциалов мышц [1].

Амплитудный алгоритм заключается в вычислении суммы значений квадратов амплитуд ЭМГ в окне 1000 мс и с шагом смещения окна 200 мс. Среднеквадратическое отклонение (далее - RMS) при напряжении мышцы сравнивается с RMS при расслаблении. На основании сравнения соотношений определяется сила напряжения мышцы.

Частотный алгоритм использует частотное разделение ЭМГ на два диапазона, вычисление RMS в каждом частотном диапазоне. На основании сравнения соотношений определяется сила напряжения мышцы.

Обработка экспериментальных данных производилась с помощью программного пакета MATLAB.

Методика выполнения тестирования для частотного алгоритма

1. Сигнал поступает на вход обработчика с модуля регистрации ЭМГ-сигнала. Внешний вид сигнала представлен на рис. 1.

Длительность записи составляет ~36 сек. В записи шесть подходов сжатия бицепса. Границы команд на сжатие/расслабление мышцы обозначены вертикальными пунктирными линиями. Частота дискретизации сигнала составляет 3319,1 Гц

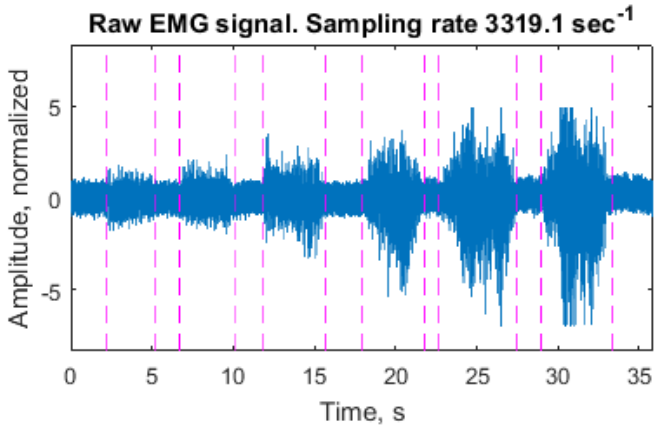


Рис. 1. Исходный ЭМГ-сигнал

2. Сигнал обрабатывается режекторным фильтром для удаления частоты наводки от электросети 50 Гц, а также её гармоник на частотах 100, 150, 200 Гц. Сигнал после обработки представлен на рис. 2. Хорошо видно, что моменты сжатия и расслабления мышцы стали более отличимыми.

3. После обработки частотными фильтрами к сигналу было применено частотно-временное Фурье-преобразование. Спектрограмма изменения частот в ЭМГ-сигнале во времени представлена на рис. 3. Хорошо видно, что от силы напряжения мышцы в сигнале появляются более высокие частоты (жёлтые и зелёные участки). Промежутки расслабления мышцы хорошо различимы (синие участки).

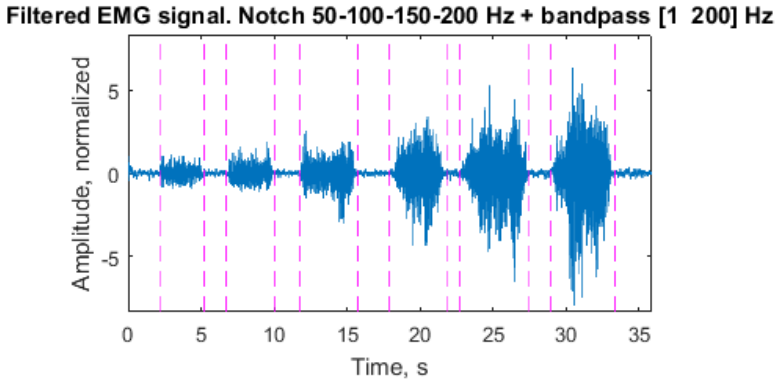


Рис. 2. Сигнал ЭМГ после обработки частотными фильтрами

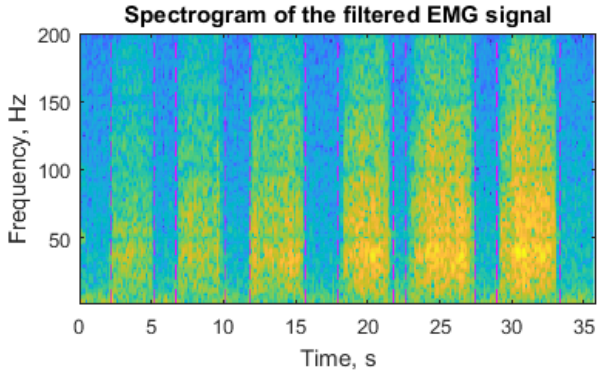


Рис. 3. Спектрограмма ЭМГ-сигнала

4. На рис. 4 представлено сравнение спектральной плотности мощности для ЭМГ-сигнала в периоды расслабления и сжатия. Хорошо видно, что во время расслабления мышцы мощность в сигнале существенно ниже, чем во время напряжения мышцы. Мощность на более высоких частотах (вплоть до 200 Гц) также хорошо отличается. Максимальный пик мощности во время напряжения мышцы приходится на частоту ~38 Гц. Пик мощности при расслаблении мышцы приходится на частоту ~4 Гц.

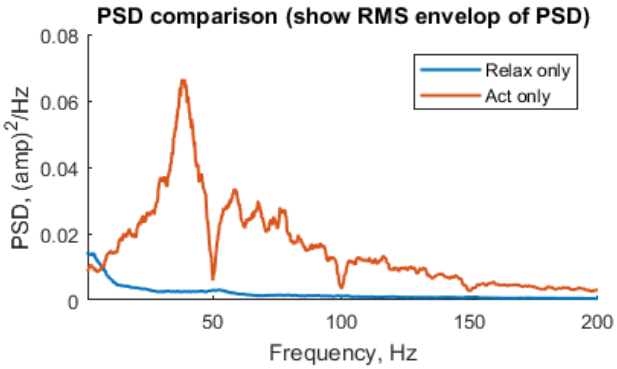


Рис. 4. Графики спектральной плотности мощности ЭМГ-сигнала во время напряжения и расслабления мышцы

5. Для того, чтобы определить, насколько отличается мощность сигнала на различных частотах при расслаблении и напряжении мышцы, был осуществлён перебор различных сочетаний двух частотных диапазонов и вычисление

соотношения их мощности. Данный подход показал, что наиболее выраженную дифференциацию расслабление/напряжение мышцы даёт сравнение мощности в частотном диапазоне 1-15 Гц с диапазоном 16-200 Гц. Это различие показано на рис. 5.

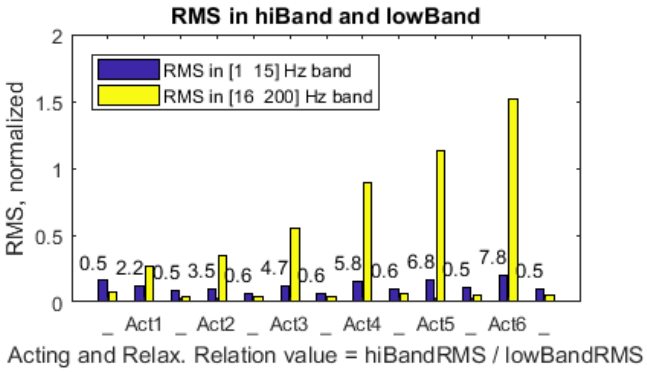


Рис. 5. Сравнение мощности при расслаблении/напряжении мышцы

Всего представлено 7 периодов расслабления (показано знаком «_») и 6 периодов напряжения (показано как «Act1 – Act6»). Синим столбиком показано значение мощности в диапазоне 1-15 Гц. Жёлтым столбиком показано значение мощности в диапазоне 16-200 Гц. Цифрами представлено отношение мощности при напряжении к мощности при расслаблении.

На рис. 5 хорошо видно, что в моменты расслабления мощность в верхнем диапазоне (16-200 Гц) всегда ниже мощности в нижнем диапазоне (1-15 Гц): среднее соотношение мощностей составляет 0.55. В моменты напряжения мышцы мощность в верхнем диапазоне всегда выше мощности в нижнем диапазоне. Причём, чем выше напряжение мышцы, тем более высокое значение соотношения мощностей – от 2.2 до 7.8.

На основании данного наблюдения можно определить следующее правило: *Если мощность в диапазоне 1-15 Гц выше, чем мощность в диапазоне 16-200 Гц, то мышца расслаблена. Если мощность в диапазоне 1-15 Гц ниже, чем в диапазоне 16-200 Гц, то мышца напряжена. Соотношение мощностей от силы напряжения мышцы можно считать условно линейным.*

6. Далее производилось моделирование в MATLAB работы амплитудного алгоритма дифференциации ЭМГ (назван «old») и частотного алгоритма (назван «new»).

На рис. 6 представлена визуализация работы старого и нового алгоритма, а также наложение графиков (для сравнения).

Выводы

1. Частотный алгоритм более требователен к обработке в режиме реального времени, чем амплитудный алгоритм. Так, в амплитудном алгоритме нужно применять один частотный фильтр: пропускать диапазон 35-45 Гц. Частотный алгоритм требует применения 6 фильтров: вырезать 50, 100, 150, 200 Гц, пропускать 1-15 Гц, пропускать 16-200 Гц.

2. Из рис. 6 видно, что амплитудный алгоритм отображает график более равномерно. На графике частотного алгоритма видно, что встречаются «прова-

лы» (в т.ч. до нуля) в периоды напряжения мышцы. Это говорит о том, что правило соотношения мощности верхнего/нижнего диапазона частот в период напряжения мышцы не всегда выполняется.

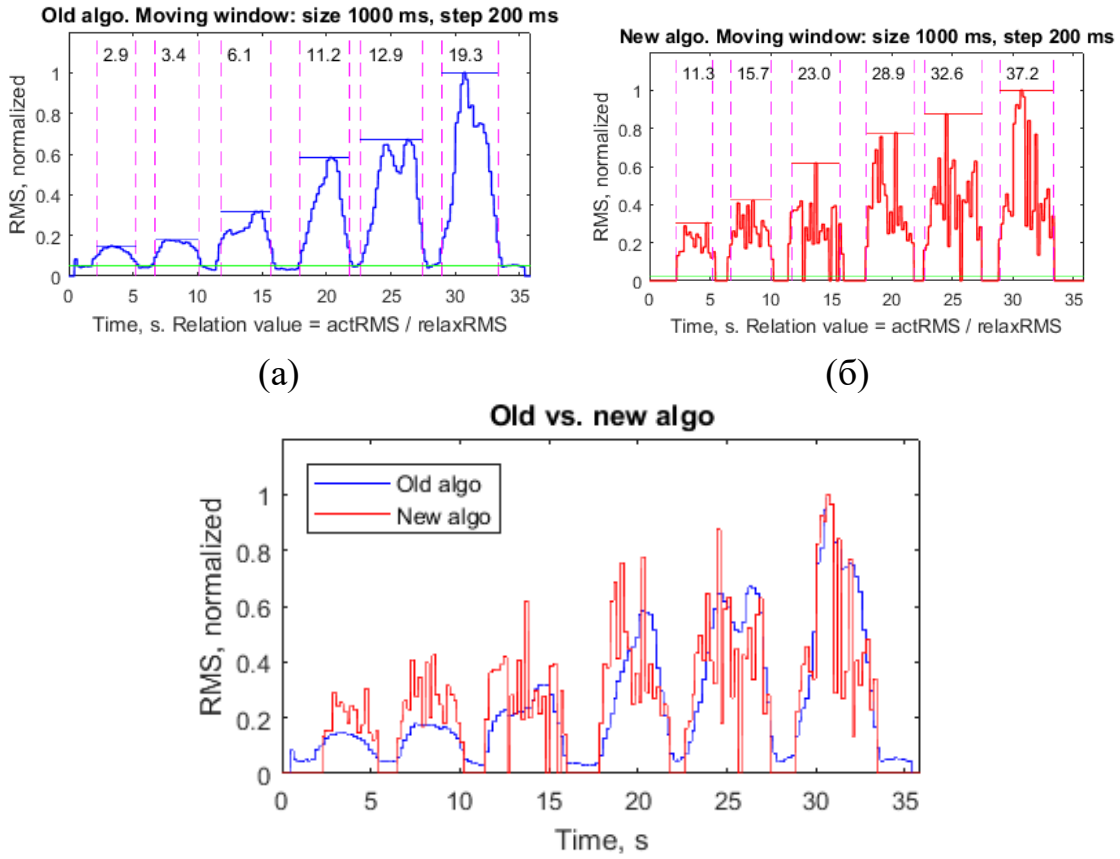


Рис. 6. Визуализация работы старого и нового алгоритмов обработки ЭМГ: (в) представлено наложение графиков (а) и (б)

3. Оба алгоритма показывают одинаковую, почти линейную, зависимость значений RMS от силы напряжения мышцы.

4. Частотный алгоритм показывает значительно выше разницу между расслаблением и минимальным напряжением мышцы, чем амплитудный алгоритм. Это является большим плюсом частотного алгоритма, так как теоретически позволит фиксировать менее слабые напряжения мышцы.

5. Плюсом частотного алгоритма является отсутствие необходимости предварительной калибровки уровня расслабленной мышцы.

Литература

1. Николаев С.Г. «Практикум по клинической Электромиографии», Иваново, 2003. – 264 с.

А.К. Алимурадов, А.Ю. Тычков, П.П. Чураков

ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЙ АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

(Пензенский государственный университет)

Введение

Современные системы обнаружения психоэмоционального состояния обеспечивают высокую точность при невысоком уровне или полном отсутствии фонового шума (лабораторные условия). В ситуациях, когда разница между зарегистрированными речевыми сигналами и сигналами, зарегистрированными в процессе обучения системы, из-за посторонних шумов становится значительной, эффективность обнаружения психоэмоционального состояния стремительно ухудшается. Свободная двигательная активность испытуемых требует от систем обнаружения психоэмоционального состояния возможность функционировать в условиях интенсивных помех. По этой причине актуальным является повышение помехоустойчивости обработки речевых сигналов.

На сегодняшний день широкую практическую популярность получили различные алгоритмы помехоустойчивой обработки:

– алгоритмы повышения четкости (корректировки) речи, хорошо известные как методы вычитания спектра [1];

– алгоритмы на основе фильтров Винера [2], используемые в предварительной обработке для удаления шумовой составляющей речевого сигнала;

– алгоритмы постобработки, основанные на кепстральном среднем вычитании (*Cepstral Mean Subtraction, CMS*) [3], нормализации кепстральных отклонений (*Cepstral Variance Normalization, CVN*) [4] и выравниванием гистограммы (*Histogram Eualization, HEQ*) [5], направленные на преобразование необработанных информативных параметров речи в форму, которая в меньшей степени подвержена к искажениям в зашумленной окружающей среде.

В данной работе кратко представлены результаты исследования алгоритма помехоустойчивой обработки, основанного на улучшенной полной множественной декомпозиции на эмпирические моды с адаптивным шумом (ПМДЭМАШ) [6]. Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ в рамках проекта № СП-246.2018.5 и является продолжением ранее опубликованного труда авторов [7].

Улучшенная полная множественная декомпозиция на эмпирические моды с адаптивным шумом

Декомпозиция на эмпирические моды [6] – это адаптивная технология разложения нестационарных сигналов, возникающих в нелинейных системах. ДЭМ обеспечивает локальное разложение сигнала на быстрые и медленные колебательные функции. В результате разложения исходный сигнал может быть

представлен в виде суммы амплитудных и частотных модулированных функций, называемых эмпирическими модами (ЭМ). Аналитическое выражение ДЭМ выглядит следующим образом:

$$x(n) = \sum_{i=1}^{I} IMF_i(n) + r_i(n)$$

где $x(n)$ – исходный сигнал, $IMF_i(n)$ – ЭМ, $r_i(n)$ – конечный остаток, i=1, 2, …, I – номер ЭМ, n – дискретный отсчет времени ($0<n\leq N$, N – количество дискретных отсчетов в сигнале).

Среди всех разновидностей методов декомпозиции наиболее адаптивной к речевым сигналам является улучшенная ПМДЭМАШ. Математическое описание метода улучшенной ПМДЭМАШ представлен ниже:

1. С помощью аппарата ДЭМ и выражая из формулы $\langle E_1(x_j(n))\rangle = \langle x_j(n)\rangle - \langle M(x_j(n))\rangle$ локальные средние значения шумовых копий исходного сигнала ($x_j(n) = x(n) + \beta_0 E_1(w_j(n))$) определяется первый остаток:

$$r_1(n) = \langle M(x_j(n))\rangle$$

где $E_i(\cdot)$ – аппарат извлечения ЭМ методом ДЭМ (i – номер моды), $x_j(n) = x(n) + w_j(n)$ – шумовые копии исходного сигнала ($x(n)$ – исходный речевой сигнал, $w_j(n)$ – реализации белого шума с нулевой средней единичной дисперсией), $M(\cdot)$ – аппарат, создающий локальное среднее значение применяемого сигнала, $\beta_i = \varepsilon_i \mathrm{std}(r_i)$ – коэффициент, допускающий выбор различных значений отношения сигнал/шум.

2. На первом этапе для i = 1 вычисляется первая мода: $IMF_1(n) = x(n) - r_1(n)$.

3. Вычисляется второй остаток как усредненное локальное среднее значение шумовых копий первого остатка $r_1(n) + \beta_1 E_2(w_j(n))$ и определяется вторая мода:

$$\widetilde{IMF}_2(n) = r_1(n) - r_2(n) = r_1(n) - \langle M(r_1(n) + \beta_1 E_2(w_j(n)))\rangle$$

4. На последующих этапах для i = 3,.., I вычисляется i-й остаток

$$r_i(n) = \langle M\left(r_{i-1}(n) + \beta_{i-1} E_i(w_j(n))\right)\rangle$$

5. Вычисляется i-ая мода

$$\widetilde{IMF}_i(n) = r_{i-1}(n) - r_i(n)$$

6. Переход к шагу 4 для следующего значения i.

Константы β_i выбираются так, чтобы получить желаемое отношение сигнал/шум между добавленным шумом и остатком, к которому добавляется шум.

Помехоустойчивый адаптивный алгоритм обработки речевых сигналов

На основании вышеупомянутого и собственных исследований [7] разработан помехоустойчивый адаптивный алгоритм обработки речевых сигналов для систем обнаружения психоэмоционального состояния (см. рисунок 1). За основу алгоритма взят классический способ обнаружения психоэмоциональных состояний [8]. Штриховой линией отмечен режим обучения алгоритма, сплош-

ной линией – рабочий режим. Серым цветом отмечен блок 1 помехоустойчивой обработки на основе улучшенной ПМДЭМАШ. Суть обработки заключается в уменьшении разницы между поступающими в систему речевыми сигналами и сигналами, зарегистрированными в процессе обучения. С помощью улучшенной ПМДЭМАШ, исходный зарегистрированный речевой сигнал (как функция времени) разлагается на ЭМ. Основной идей предлагаемого алгоритма является то, что ЭМ низкого порядка содержат высокочастотные шумовые составляющие, которые могут быть удалены для уменьшения разницы:

$$x'(n) = x(n) - \sum_{i=1}^{I} IMF_i(n)$$

где $x'(n)$ – отфильтрованный речевой сигнал.

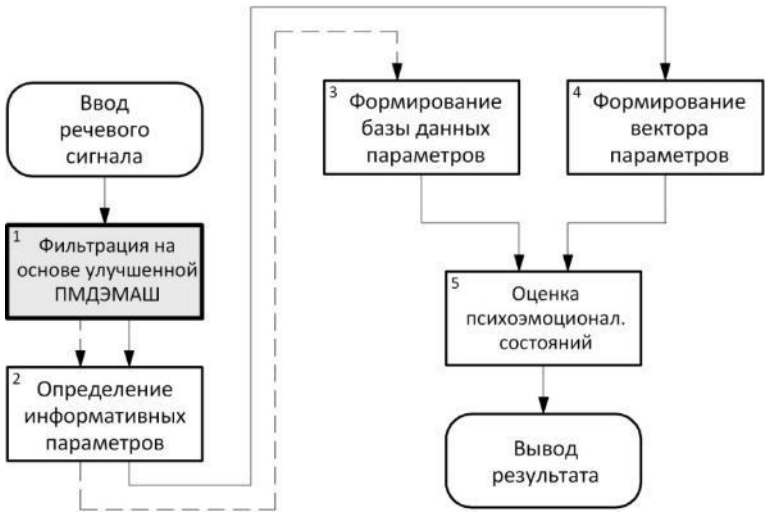


Рисунок 1 – Помехоустойчивый адаптивный алгоритм обработки речевых сигналов для систем обнаружения психоэмоционального состояния

Исследование помехоустойчивого адаптивного алгоритма

Исследование помехоустойчивого адаптивного алгоритма обработки проводилось в пакете прикладных программ *MATLAB*. Для оценки эффективности обнаружения психоэмоциональных состояний предлагаемого авторами алгоритма при поддержке Областной клинической больницы им. К.Р. Евграфова (г. Пенза) и Пензенского государственного университета сформирована группа испытуемых и верифицированная база сигналов. В группу испытуемых отобрано 100 чел. мужского и женского пола, в возрасте от 18 до 60 лет, поступивших с явно выраженной симптоматикой психических расстройств. Для оценки эффективности, использовался параметр – ошибки первого и второго рода. Задачей исследования являлось обнаружение психоэмоциональных состояний классическим способом и предлагаемым авторами алгоритмом с фильтрацией на основе улучшенной ПМДЭМАШ. В таблице 1 представлены результаты обнаружения психоэмоциональных состояний.

В соответствии с полученными данными можно сделать вывод, что применение улучшенной ПМДЭМАШ для фильтрации в классическом способе позволяют повысить помехоустойчивость и эффективность обнаружения психоэмоциональных состояний. Лучшие результаты достигаются при вычитании из исходного речевого сигнала первой шумовой и последних трех трендовых ЭМ. Объясняется это тем, что первая ЭМ содержит большую часть остаточного шума, а три последние трендовые моды – результат разложения суммы гармонического сигнала и полиномиального тренда. Вычитание данных ЭМ избавляет исходный сигнал от шума.

Таблица 1

Результаты обнаружения пограничных психических расстройств

Прогнозируемый результат	Результат определения		Ошибки первого и второго рода, %	
	Патология	Норма		
Классический алгоритм обнаружения				
Патология	78 чел.	22 чел.	1-ого	22
Норма	16 чел.	84 чел.	2-ого	16
Предлагаемый помехоустойчивый адаптивный алгоритм				
Патология	91 чел.	9 чел.	1-ого	9
Норма	6 чел.	94 чел.	2-ого	6

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что предложенный авторами помехоустойчивый алгоритм, может успешно тестироваться в системах обнаружения психоэмоциональных состояний.

Литература

1. Boll S. Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtraction. IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. - 1979. - V. 27 (2). - P. 113 - 120.

2. Berstein A., Shallom I. A hypothesized Wiener filtering approach to noisy speech recognition / International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing // Canada, Toronto, May 14 - 17, 1991. - P. 913 - 916.

3. Furui S. Cepstral analysis technique for automatic speaker verification. IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. - 1981. - V. 29 (2). - P. 254 - 272.

4. Viikki O., Bye D., Laurila K. A recursive feature vector normalization approach for robust speech recognition in noise/ International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing // USA, Washington, May 14 - 15, 1998. - P. 733 - 736.

5. A de La Torre, Peinado A., Segura J., Perez-Cordoba J., Benitez M. A Rubio, Histogram equalization of speech representation for robust speech recognition. IEEE Trans. Speech Audio Process. - 2005. - V. 13 (3). - P. 355 - 366.

6. Marcelo A. Colominasa, Gaston Schlotthauera, Maria E. Torres. Improved complete ensemble EMD: A suitable tool for biomedicalsignal processing. Biomedical Signal Processing and Control. - 2014. - V. 14. - P. 19 - 29.

7. Алимурадов А.К. Разработка алгоритма обработки речевых сигналов для определения информативно-значимых параметров пограничных психиче-

ских расстройств / А.К. Алимурадов, А.Ю. Тычков, П.П. Чураков, А.В. Агейкин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2017. - № 3 (47). - С. 4 - 25.

8. Schuller B.W., Batliner A.M. Computational Paralinguistics: Emotion, Affect and Personality in Speech and Language Processing. New York: Wiley, 2013, 344 p.

А.К. Алимурадов, А.Ю. Тычков, П.П. Чураков, А.В. Агейкин

ОЦЕНКА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

(Пензенский государственный университет)

Введение

Оценка психоэмоционального состояния населения на сегодняшний день является социально-значимой проблемой для каждого государства, поскольку напрямую связана с формированием здорового образа жизни населения и профилактикой психических заболеваний. По данным ВОЗ современные социально-значимые заболевания, являющиеся главной причиной временной нетрудоспособности, инвалидности и смертности населения, напрямую связаны с психоэмоциональным состоянием населения.

В статье кратко представлен обзор современного состояния области оценки психоэмоционального состояния человека на основе речевых сигналов; выявлены проблемы и определены перспективы развития данной области. Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ в рамках проекта № СП-246.2018.5 и является продолжением ранее опубликованных трудов авторов [1, 2].

Обзорный анализ [3 - 5] выявил, что оценка психоэмоционального состояния человека на основе анализа речи сводится к выполнению трех ключевых задач: выбор/создание базы исследуемых речевых сигналов, выделение информативных параметров и построение алгоритма классификации психоэмоциональных состояний.

База данных речевых сигналов

Проведен обзор 64 баз данных эмоционально окрашенных речевых сигналов [5]. Базы были систематизированы по следующим параметрам: язык; количество и профессия испытуемых; физиологические особенности; виды психоэмоциональных состояний (радость, нейтралитет, скука, печать, раздражение, страх, отвращение и гнев); условия их воспроизведения (вынужденные, смоделированные и естественные). Вынужденные и смоделированные эмоции, как правило, воспроизводятся профессиональными актерами. Речь, произносимая профессионалами, является самой эмоциональной окрашенной, так как эмоции актеров имеют большой диапазон амплитуды и продолжительности. Но основ-

ным их недостатком является тот факт, что они не похожи на естественно выраженные психоэмоциональные состояния. Под естественно выраженными психоэмоциональными состояниями, подразумеваются эмоции, воспроизводимые в результате реакции на естественные ситуации. На самом деле, в реальной жизни, диалог между людьми может содержать массу эмоций и соотносить одно психоэмоциональное состояние с одной ситуацией затруднительно.

Информативные параметры

Речь представляет собой нестационарный акустический сигнал сложной формы, амплитудные и частотные характеристики которого быстро изменяются во времени. Речь – один из самых сложных приобретаемых навыков органов речевого аппарата и очень чувствительна к нарушениям работы скоплений нервных окончаний, участвующих в формировании речевых сигналов. Вид и степень выраженности психоэмоционального состояния кодируются в определенные акустические и лингвистические параметры речи [3, 4].

Акустические параметры. Данные параметры в большей степени характеризуют не сами психоэмоциональные состояния, а их поведение в течение времени. Идея использования акустических параметров для оценки психоэмоциональных состояний основывается на том факте, что люди используют вольные или невольные акустические вариации, чтобы подчеркнуть значимость отдельных элементов речи [3]. К акустическим параметрам относятся: интонация и интенсивность речи, коэффициенты предсказания и кепстральные коэффициенты, спектр и форманты, гармоничность и искажение речи, и др.

Лингвистические параметры. Слова или грамматические конструкции, используемые в речи, играют немаловажную роль в отражении психоэмоционального состояния. Выделение лексем может быть достигнуто путем преобразования текста в классы слов. Первый класс состоит из лексем, называется морфологическим и он группирует слова по их основам. Второй класс состоит из частей речи, таких как существительные, глаголы, прилагательные. Наконец, семантические единицы, представленные лексемами, могут быть сгруппированы в смысловые понятия высшего порядка, например, положительные или отрицательные выражения. [4, 5].

Функционалы. Данные вид информативных признаков представляет ряд математических операторов, применяемых к акустическим параметрам для получения векторов признаков одинаковой размерности. Функционалы обеспечивают своего рода нормализацию по времени, например можно получить один вектор параметров для одного слова с постоянным числом элементов [4, 5]. К функционалам относятся: среднее и стандартное отклонения, асимметрия, значения экстремумов, диапазон значений, моменты высшего порядка, пики, сегменты и др.

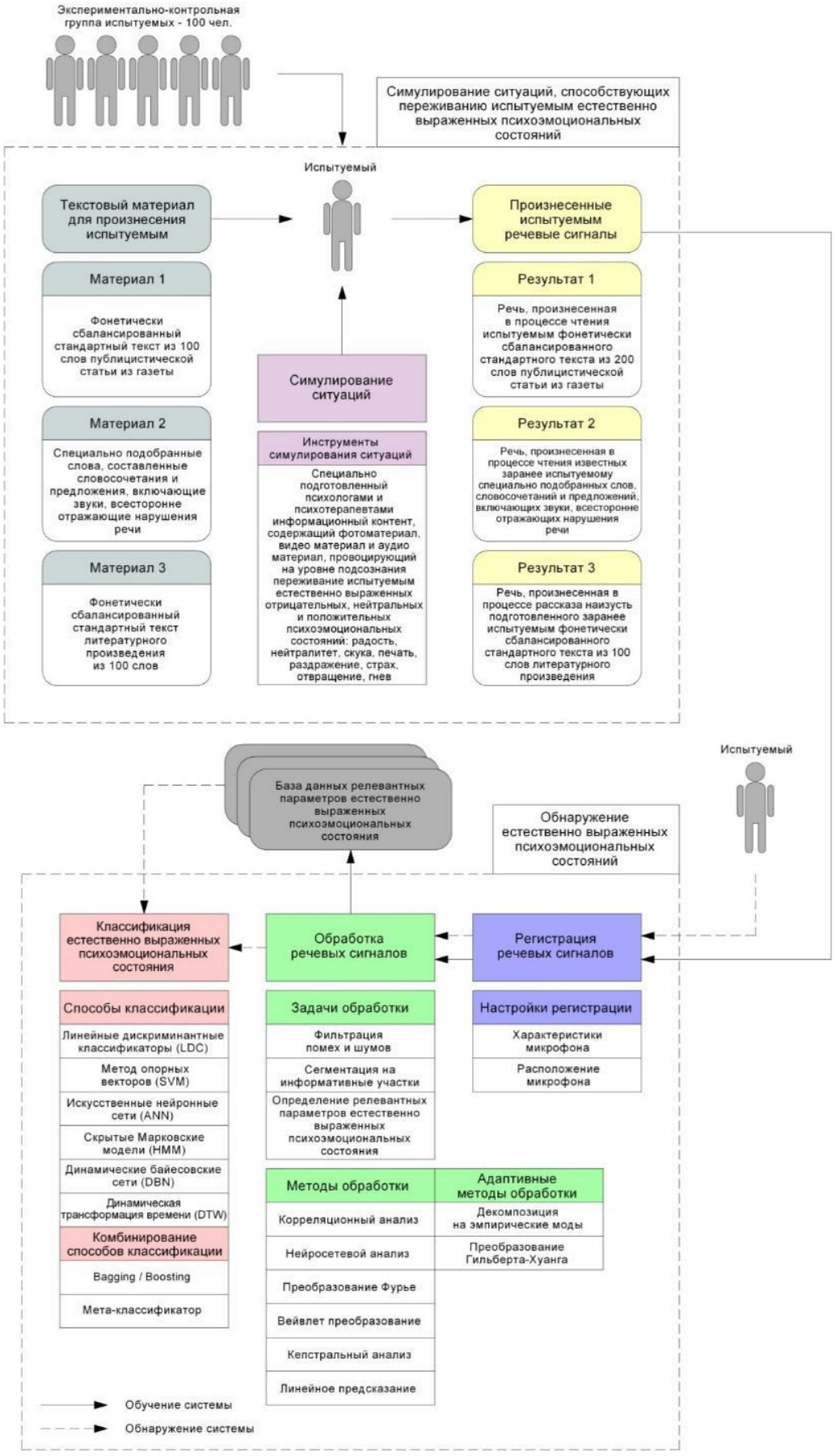


Рисунок 1 – Структура перспективных исследований в области оценки психоэмоционального состояния

Алгоритмы классификации психоэмоциональных состояний

Линейные дискриминантные классификаторы (*Linear Discriminant Classifiers, LDCs*) и классификаторы *k*-ближайших соседей (*k-Nearest Neighbour, kNN*) пользуются широкой популярностью, так как эффективны для смоделированных и выраженных психоэмоциональных состояний, но малопригодны для большого набора параметров.

Также хорошо известен метод опорных векторов (*Support Vector Machines, SVM*), который является продолжением метода *LDCs* и демонстрирует хорошие результаты для большого количества информативных параметров. Наиболее часто используемыми нелинейными дискриминантными классификаторами, являются искусственные нейронные сети (*Articial Neural Networks, ANNs*). Для метода *ANNs* необходимо большее количество данных, и поэтому они редко используются для смоделированных психоэмоциональных состояний, и еще меньше для естественных эмоций. Динамические классификаторы, такие как динамические байесовские сети (*Dynamic Bayesian Networks*), скрытые марковские модели (*Hidden Markov Models*) или простая динамическая трансформация времени (*Dynamic Time Warp*) обеспечивают меньшую точность классификации, чем статические. В работе [5] отмечается, что сочетание статической и динамической классификации может повысить точность обнаружения эмоций. Популярными подходами, объединяющими классификаторы, являются *Bagging* и *Boosting*.

Проблемы и перспективы развития

В соответствии с проведенным обзором, отметим ряд нерешенных проблем в данной области:

– создание базы данных речевых сигналов с естественными эмоциями, зарегистрированными в реальных условиях;

– создание модели информативных параметров в условиях проявления разных видов психоэмоциональных состояний - не установлена четкая взаимосвязь вида эмоционального состояния и объективного набора релевантных параметров речевых сигналов;

– оптимизация задач регистрации естественной эмоциональной речи, определения релевантного набора параметров и классификации эмоций в реальном времени для системы оценки психоэмоционального состояния.

На рисунке 1 структурно представлены перспективы развития данной области.

Литература

1. Алимурадов А.К. Способ определения кепстральных маркеров речевых сигналов при психогенных расстройствах / А.К. Алимурадов, А.Ю. Тычков, А.П. Зарецкий, А.П. Кулешов // Труды МФТИ. - 2017. - Т. 9, № 4. - С. 201 - 214.

2. Тычков А.Ю. Современные представления о специфике и проблемах диагностики пограничных психических расстройств / А.Ю.Тычков, А.В. Агейкин, А.К. Алимурадов, В.Б. Калистратов, С.Ю. Митрошина // Психическое здоровье. - 2017. - Т. 15. - № 5. - С. 69 - 75.

3. Schuller B.W., Batliner A.M. Computational Paralinguistics: Emotion, Affect and Personality in Speech and Language Processing. New York: Wiley, 2013, 344 p.

4. Schuller B. Recognising realistic emotions and affect in speech: State of the art and lessons learnt from the first challenge / B. Schuller, A. Batliner, S. Steidl, D. Seppi // Speech Communication. - 2011. - V. 53 (9-10). - P. 1062 - 1087.

5. Ververidis D. Emotional speech recognition: Resources, features, and methods / D. Ververidis, C. Kotropoulos // Speech Communication. - 2006. - V. 48 (9). - P. 1162 - 1181.

Б.Г. Алмухамедова[1], Д.А. Алиева[2], Б.Д. Юсупов[2], О.И Рузибоев[3]

НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ РАКА ШЕЙКИ МАТКИ В УЗБЕКИСТАНЕ

([1]Ташкентский городской филиал РСНПМЦОиР МЗ РУз,
[2]РСНПМЦОиР МЗ РУз,
[3]Ташкентский университет информационных технологий имени ал-Хоразми)

This article discusses the possibility of creating a computer program for the formation of a database of risk groups among women under examination for the early detection of cervical cancer and previous pathology. The established program will contribute to the formation and storage of the database, as well as the ability to monitor and timely control.

Злокачественные новообразования (ЗН) у женщин, такие как рак молочной железы (РМЖ), рак шейки матки (РШМ), рак яичников (РЯ), являются причиной преждевременной смерти сотен тысяч женщин. В структуре злокачественных новообразований (ЗН) женщин Узбекистана РШМ занимает второе место после рака молочной железы (РМЖ), при этом на его долю приходится 12,4%.

Стандартизированный показатель заболеваемости РШМ по республике составляет 5,5 на 100 тыс. населения, «грубый» – 4,7, [1] что выдвигает в первую очередь одну из глобальных проблем – решение вопроса раннего выявления фоновых и предраковых заболеваний, а также ранних стадий заболевания. При этом оказание своевременной помощи и проведение адекватного специфического лечения позволит снизить смертность и улучшить показатели выживаемости больных, тем самым обеспечивая высокий жизненный потенциал и качество жизни.

Существенное инвестирование в разработку программ, направленных на профилактику и лечение предраковых и раковых заболеваний у женщин, таких как РМЖ и РШМ значительно улучшили ситуацию и соответственно позволили снизить смертность от этих онкологических заболеваний в странах с высоким уровнем доходов[4]. Разработка и проведение широкомасштабных программ является затратным и требует больших финансовых вложений. В результате

низкой доступности скрининга и лечения большинство смертей от этого заболевания приходится на страны с низким и средним уровнем доходов.

Существуют эффективные методы ранней диагностики предраковых заболеваний шейки матки (цитологическое исследование мазков с шейки матки), что доказано в странах с высоким уровнем дохода. Тем не менее, имеющиеся приоритеты в здравоохранении, недостаточные финансовые ресурсы, слабость системы и ограниченное число имеющих подготовку провайдеров медицинских услуг вызывают определенные трудности для достижения полного охвата женского населения скринингом на РШМ в странах с низким и средним уровнем доходов[3.4].

Новые технологии создают возможности для комплексной борьбы с РШМ и построения более здорового будущего для девочек и женщин[2].

В настоящее время в век развития информационных технологий появились широкие возможности создания современных компьютерных информационных систем позволяющих оптимизировать и совершенствовать процессы формирования баз данных (БД) о прошедших скрининговые исследования, разделения их на группы риска и последовательного внесения полученных результатов исследования и своевременного мониторинга.

Разработка такого рода систем позволит обеспечить возможность проведения анализа объектов исследования (в нашем случае женского населения), дальнейшей обработки и внесения информации, что даст возможность осуществлять принятие решений по оптимальному ведению женщин из групп риска, вести контроль и мониторинг.

В настоящее время это является актуальной проблемой в различных областях, как в здравоохранении, так и информационных технологиях.

В настоящей работе рассмотрены вопросы возможности создания информационной системы для проведения скрининга РШМ, формирования БД с целью автоматизации работы медперсонала, обеспечения персонализированного подхода к каждой женщине, хранения и мониторинга информации с последующей возможностью осуществления обмена их между первичным звеном здравоохранения и специализированными онкологическими центрами.

Скрининг РШМ - это систематическое проведение тестирования с целью выявления патологии шейки матки среди женщин, не имеющих никаких симптомов заболевания. Женщины, входящие в целевую группу скрининга, могут чувствовать себя абсолютно здоровыми и не видеть причин для посещения медицинского учреждения. Услуги по скринингу могут оказываться либо специально организованным способом, либо при посещении женщиной медицинского учреждения, либо сочетание обоих способов. Широко признано, что организованный скрининг является более эффективным с точки зрения затрат, чем использующий посещение женщиной медицинского учреждения, что позволяет лучше использовать имеющиеся ресурсы и обеспечить получение преимуществ большим числом женщин [3].

Современная концепция программы по снижению смертности от РШМ основана на трех основных положениях: 1 – первичная профилактика (здоро-

вый образ жизни с исключением возможных факторов риска, вакцинация определенных групп населения), 2 - вторичная профилактика (качественный и хорошо организованный скрининг женского населения), 3 – внедрение единых для всех современных протоколов диагностики и лечения инвазивного РШМ и паллиативное лечение. Только такой комплексный подход позволит существенно снизить заболеваемость и смертность от РШМ.

Разработка программного комплекса будет включать в себя следующие задачи:

- с целью сбора медицинских данных необходимо осуществить моделирование бизнес-процессов для выявления этапов формирования первичных данных, с их последующим расчетом и определением персонала, ответственных за их формирование и внесение корректировки; разработка архитектуры информационной системы для осуществления автоматизации процесса сбора данных; формирование БД с внесением всех необходимых данных по разработанным таблицам и формирование отчетности в области здравоохранения на основании имеющихся первичных данных; реализация автоматизированной системы сбора БД и анализа полученных данных с выделением групп риска и определением последующих действий (на основании алгоритма, рис.1.).

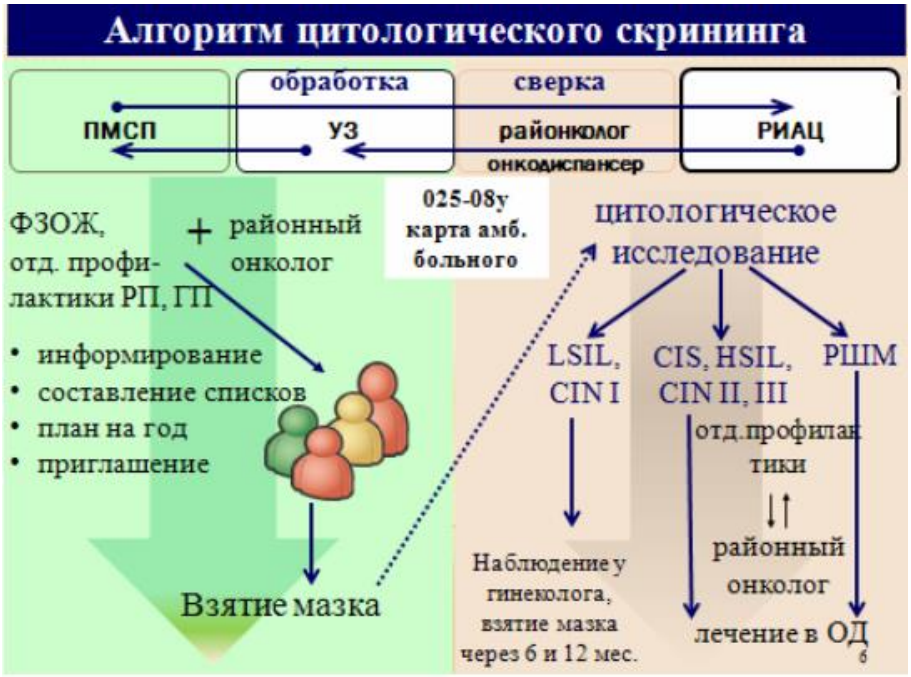


Рис.1 Алгоритм этапности проведения скрининговых исследований

Проведение скрининга можно разделить на несколько этапов:

1) Подготовительный – при этом проводится формирование целевых групп, которым необходимо обеспечить информационное сопровождение и соответственно, пригласить на прохождение скрининга. Данный этап осуществляется ответственным средним мед.персоналом поликлинического звена либо ПМСП. С это целью необходимо ежегодно составлять список женщин, который должен постоянно обновляться и корректироваться ежемесячно; необходимо

наладить систему оповещения целевых групп женского населения о необходимости скрининга. После приглашения на скрининг проводится запись пациенток подлежащих цитологическому скринингу, с этой целью необходимо создать электронный журнал учета пациентов, для обеспечения своевременного прохождения скрининга и формирования БД, затем проводится заполнение карты медицинского осмотра (скрининга) пациентки и взятие материала на цитологическое исследование из шейки матки. 2) Проведение скринингового осмотра целевых групп женского населения осуществляется специально обученной акушеркой поликлиники на уровне ПМСП. 3) Заключительный этап – получение результатов цитологии, информирование женщины и выработка дальнейшей тактики ведения, при этом проводится заполнение учетно-отчетной документации в журнал учета пациентов, подлежащих цитологическому скринингу. Ответственным за заключительный этап скрининга является врач/врач акушер-гинеколог организации ПМСМ.

Учитывая этапность проведения скрининга необходимым является на основании представленного алгоритма разработать информационную систему, отвечающую всем требованиям, предъявляемым к современным компьютерным БД, обеспечивающим хранение, анализ и своевременный контроль за контингентом обследуемых женщин с последующим их направлением при необходимости на лечение в общую лечебную сеть, либо в специализированное учреждение онкологической службы.

Информационная система должна включать в себя журнал учета пациентов, подлежащих цитологическому скринингу, в котором будут отражаться:

Ф.И.О., адрес, телефон, дата, месяц, год рождения, возрастная группа, даты приглашения на скрининг 1 2 3 4 5 6, дата взятия мазка на цитологию, результат по Bethesda, дата получения результата по Bethesda, мазок взят повторно, дата результат по Bethesda, повторно 7 8 9 10 11, дата проведения кольпоскопии, результат кольпоскопии по CIN, Дата получения результата по CIN, Дата направления к гинекологу, онкологу Клинический диагноз 12 13 14 15 16.

При этом в графе 5 – отмечается возрастная группа скрининга – 30, 35 и т.д.; графа 6 – может иметь несколько дат. Сбор этих данных будет в дальнейшем необходим для анализа отзывчивости пациентки на скрининг; графы 8, 11 – включает в себя результаты анализов в соответствии с классификацией Bethesda; графа 13 – соответствие с классификацией CIN; графа 16 – в ней отмечается диагноз, выставленный специалистом (гинекологом, онкологом) либо в соответствии с результатом цитологического (по Bethesda) или по гистологическому (по CIN) заключению.

Ведение и создание информационной системы и формирования данных в виде электронных журналов позволит создать полноценную БД и обеспечит возможностью правильного ведения женщин при выявлении той или иной патологии, а также проводить динамичное наблюдение и начало своевременного лечения. При накоплении большого массива данных появится возможность проведения научных исследований, необходимых для поиска и разработки со-

временных способов диагностики и лечения столь сложной патологии как РШМ.

№	ФИО	Адрес, телефон	Дата, месяц, год рождения	Возрастная группа	Даты приглашения на скрининг
1	2	3	4	5	6
…					

Дата взятия мазка на цитологию	Результат по Bethesda	Дата получения результата по Bethesda	Мазок взят повторно, дата	Результат по Bethesda, повторно
7	8	9	10	11

Дата проведения кольпоскопии	Результат кольпоскопии по CIN	Дата получения результата по CIN	Дата направления к гинекологу, онкологу	Клинический диагноз
12	13	14	15	16

Рис. 2

Литература

1. Тилляшайхов М.Н., Исламов Х.Д., Алиева Д.А. Состояние онкологической службы Узбекистана и перспективы ее развития. - // Евразийский онкологический журнал, 2017. – том №5, № 1, с. 25-29.

2. Профилактика рака шейки матки / под ред. акад. РАМН Г.Т. Сухих, проф. В.Н. Прилепской. - 3-е изд. доп. - М.: МЕДпресс-информ, 2012. - с. 190

3. Гончаревская З.Л. и др. Современные методы скрининга рака шейки матки и ВПЧ-тест: клинико-экономическая эффективность // Доктор РУз. Гинекология. Эндокринология. - 2014. - № 1. - с. 12.

4. World Health Organization. The Global Burden of Disease: 2015 Update. Geneva: World Health Organization, 2016.

А.Р.Габдрахманова, М.В.Казакова, С.В.Смирнова

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «MULTISIM» ДЛЯ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАНАЛА ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ ПАЦИЕНТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева – КАИ)

Электростимуляция представляет собой использование импульсных токов для восстановительного лечения органов и систем, особенно нервов и мышц, утративших свою нормальную функцию в результате болезни или травмы.[1].

Электростимуляция, вызывая двигательное возбуждение и сокращение мышц, усиливает весь комплекс обменно-трофических процессов, которые

направлены на энергетическое обеспечение работающих мышц, и повышает активность регулирующих систем, включающих клетки коры головного мозга. Прохождение стимулирующего электрического тока вдоль нервных стволов повышает их проводимость, тем самым ускоряется регенерация поврежденных нервов. Сокращение мышц, которое вызвано стимулирующим электрическим током даже при полном нарушении проводимости нерва, тормозит развитие атрофии мышц и склеротических изменений в них.

Процедура электростимуляции выполняется следующим образом: накладываются накожные электроды на соответствующие мышцы, прибор генерирует электрический импульс, который идет через электроды к мышце, вследствие чего мышца сокращается. После ее сокращения импульс идет по рефлекторной дуге в головной мозг. У людей, перенесших инсульт, импульсы из головного мозга не поступают, поэтому мышцы не сокращаются, и не происходит движение.

Электростимуляцию можно проводить только на мышцах, тонус которых снижен. Поэтому электростимуляцию больных после инсульта проводят только в специализированных учреждениях под контролем врачей. На данный момент, ни один прибор, который можно приобрести для личного использования не содержит определенной системы контроля воздействия на организм человека. Следовательно, актуализируются исследования в данном направлении.

В проекте разработана структурная схема аппарата для электростимуляции представлена на рис.1.

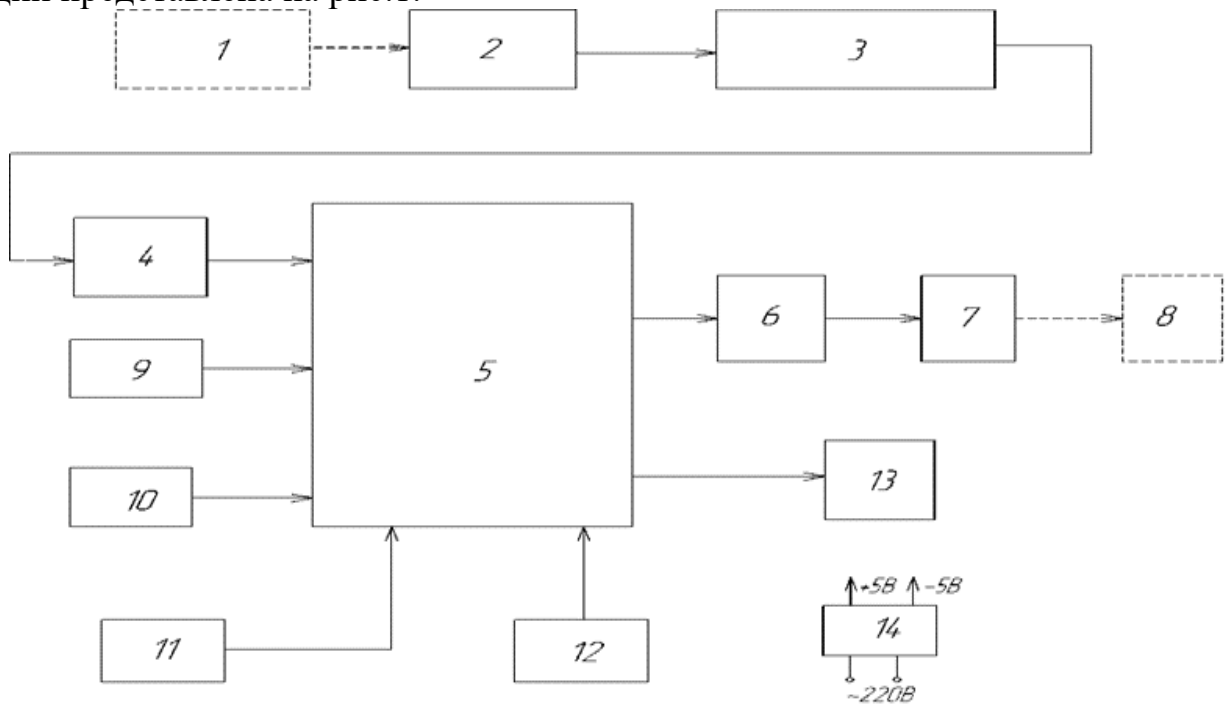


Рис.1. Структурная схема аппарата для электростимуляции.
Здесь: 1 – источник сигнала; 2 – широкополосный входной усилитель; 3 – активный фильтр; 4 – АЦП; 5 – микропроцессорное устройство управления; 6 – выходной усилитель мощности; 7 – электроды; 8 – пациент; 9 – схема сброса; 10 – генератор тактовых импульсов; 11 – таймер; 12 – клавиатура; 13 – ЖКИ-индикатор; 14 – блок питания.

Основным блоком на схеме рис.1 является микропроцессорное устройство управления 5, которое выполняет функции: управления напряжением на электродах аппарата 7 - функции формирователя и распределителя широтно-импульсной модуляции (ШИМ) сигналов. Устройство управления 5 выполняется на микропроцессорной логике, генератор тактовый импульсов 10 обеспечивает синхронизацию микропроцессора, схема сброса 9 формирует сигнал сброса до тех пор, пока не стабилизируется напряжение питания.

Аналоговые сигналы с внешнего источника сигнала 1 подаются на широкополосный входной усилитель 2 и активный фильтр 3, где происходит усиление входного сигнала и его фильтрация от помех, затем сигнал поступает на АЦП 4. В АЦП 4 осуществляется оцифровка входных сигналов и формируется цифровой код, поступающий в устройство управления 5. В микропроцессорном устройстве управления 5 в зависимости от частоты, амплитуды входного сигнала и заранее заданных параметров выходного сигнала (задается с помощью клавиатуры 12), формирует соответствующие ШИМ-сигналы, которые через выходной усилитель мощности 6 подается на электроды аппарата 7 подключенные к пациенту 8.

Управление работой аппарата осуществляется с помощью клавиатуры 12, с помощи клавиатуры задаются время сеанса, которое отсчитывает таймер 11.

Управляющие команды, вводимые параметры и входные сигналы отображаются на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ) 13.

Для схемотехнического моделирования при разработке данного прибора используется программа «Multisim». Это среда разработки, позволяющая наиболее эффективно размещать и соединять компоненты двух категорий – реальных и виртуальных. У реальных компонентов, в отличие от виртуальных есть определенное, неизменяемое значение и свое соответствие на печатной плате. Виртуальные компоненты нужны только для эмуляции, пользователь может назначить им произвольные параметры. Виртуальные компоненты помогают разработчикам при проверке с помощью схем с известными значениями компонентов.

В «Multisim» разработана схема (рис.2) канала управления параметрами стимуляции и получения сигналов ШИМ, которые формируются на электродах. На этой схеме представлены реальные компоненты.

Схема (рис.2) готова для трансляции в Ultiboard, это приложение в котором разработчик решает задачи компоновки – определение местоположения всех конструктивных модулей; размещения – позиционирование элементов схем в монтажном пространстве этих модулей; трассировки – определение траекторий линий связи.

Таким образом, с помощью «Multisim» были отработаны схемные решения и канал для конструирования печатной платы канала управления параметрами стимуляции и получения сигналов ШИМ, которые формируются на электродах.

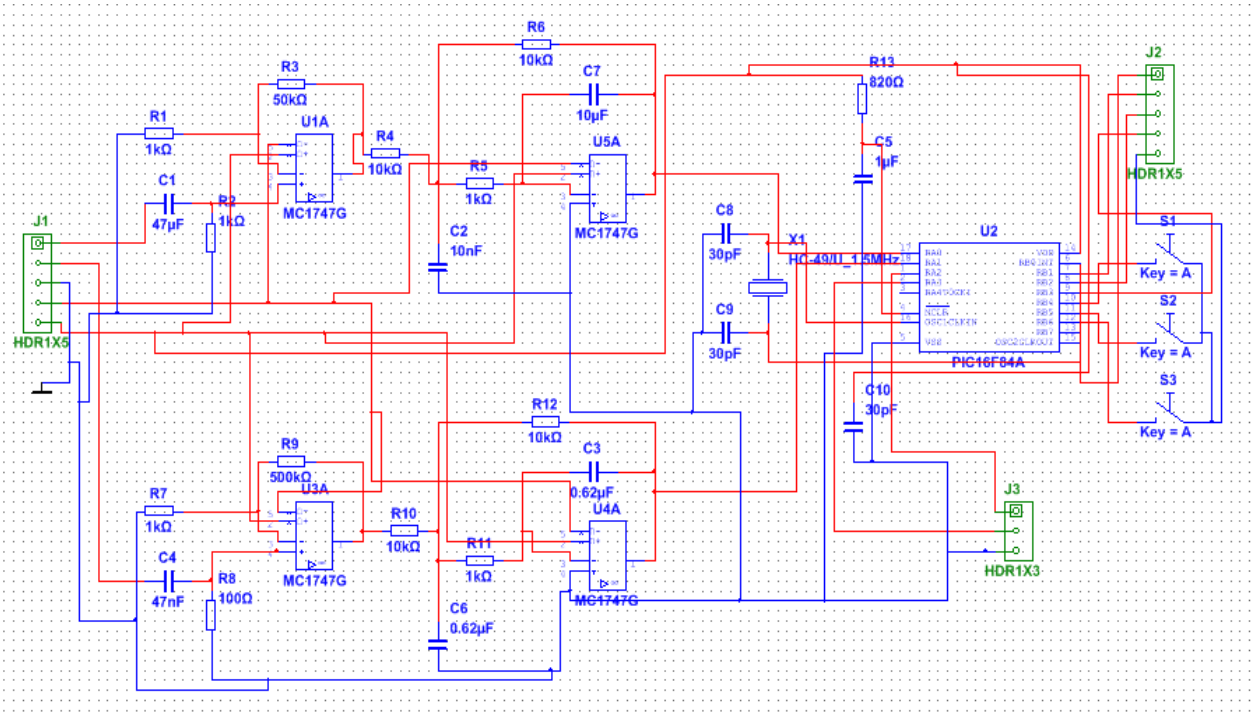


Рис.2.Схема для конструирования печатной платы

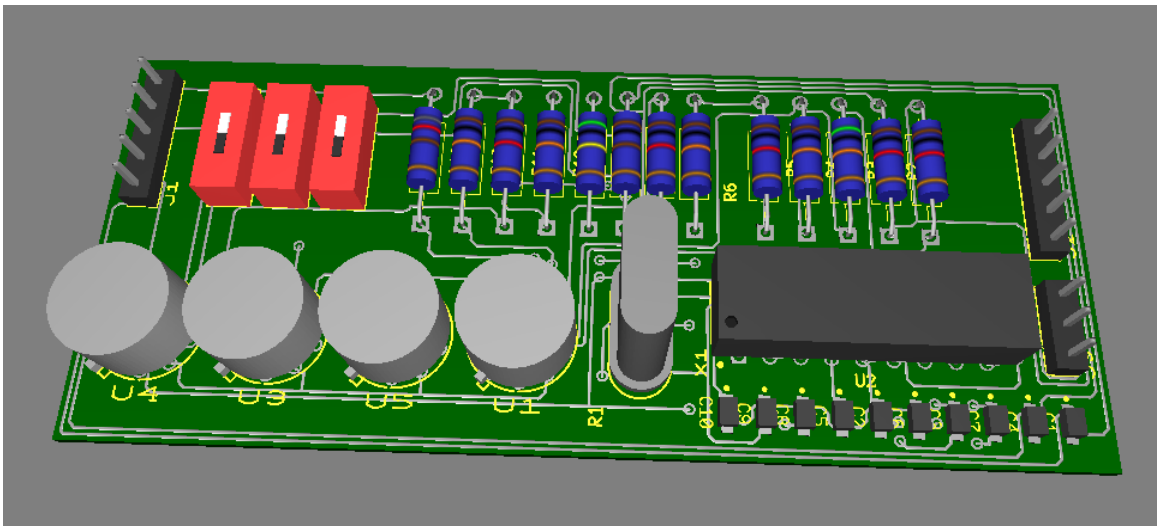


Рис.3. Конструкция печатной платы канала управления параметрами стимуляции и получения сигналов ШИМ

В дальнейшем планируется разработать отдельные платы для индикации, блока электропитания, плата формирования ШИМ-сигналов с выходом на электроды.

Литература

1. Осипов А.Н. Учебно-методический комплекс по дисциплинам Электронная лечебная аппаратура / А.Н. Осипов, В.М. Бондарик. – Минск, 2006. – 222 с.

Н.С. Давыдов

ОБНАРУЖЕНИЕ ИНФАРКТА МИОКАРДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕКРЁСТНОГО ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗА ЦИФРОВОГО ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА

(Самарский университет)

Задача анализа сигнала электрокардиограммы (ЭКГ) является актуальной в современной медицине и биотехнологиях. Именно в сигнале ЭКГ заключена наиболее важная информация о здоровье пациента, необходимая для того, чтобы поставить правильный диагноз. На данный момент существуют различные методы анализа кардиосигналов, которые основываются на преобразовании Фурье [1, 5], преобразовании Гильберта [2] или иных методах выделения значимых областей кардиограммы.

Однако сигнал кардиограммы не является стационарным потому, одним из наиболее перспективных подходов в анализе нестационарных сигналов является вейвлет-преобразование [3]. Благодаря вейвлет-анализу можно получить вид сигнала в частотно-временной области, что позволяет локализовать определённые пики и частоты, позволяющие провести дальнейшее исследование сигнала и его особенностей [4]. Также данный подход позволяет производить фильтрацию входного сигнала и удаления линии тренда посредством дискретного вейвлет-преобразования с последующим восстановлением сигнала по коэффициентам определённого уровня.

Исходные сигналы были взяты из базы Physikalisch-Technische Bundesanstalt [6]. Записи в выбранной базе данных сопровождены аннотациями с описанием пациента и диагноза, который был ранее поставлен врачом-кардиологом. Каждый сигнал записывался на протяжении 1 минуты с частотой дискретизации в 1000 Гц. Перед применением перекрёстного вейвлет преобразования требуется предварительную обработку сигнала, которая заключается в следующих шагах:

6) Удаление шумов и линии тренда сигнала;
7) Выделение R-пиков и сегментация сигнала на сердечные такты;
8) Интерполяция каждого сегмента и приведение его к длине в 1000 отсчётов;
9) Сдвиг R-пика сегмента в середину;
10) Расчёт среднего сегмента сигнала.

Каждый сигнал проходит предварительную обработку независимо и перед последним шагом представляет собой набор сердечных тактов. Пример подобного набора продемонстрирован на рисунке 1. Для обобщения информации о пациенте и уменьшения времени и сложности дальнейших вычислений целесообразно будет рассчитать среднее значение сердечного такта в сигнале.

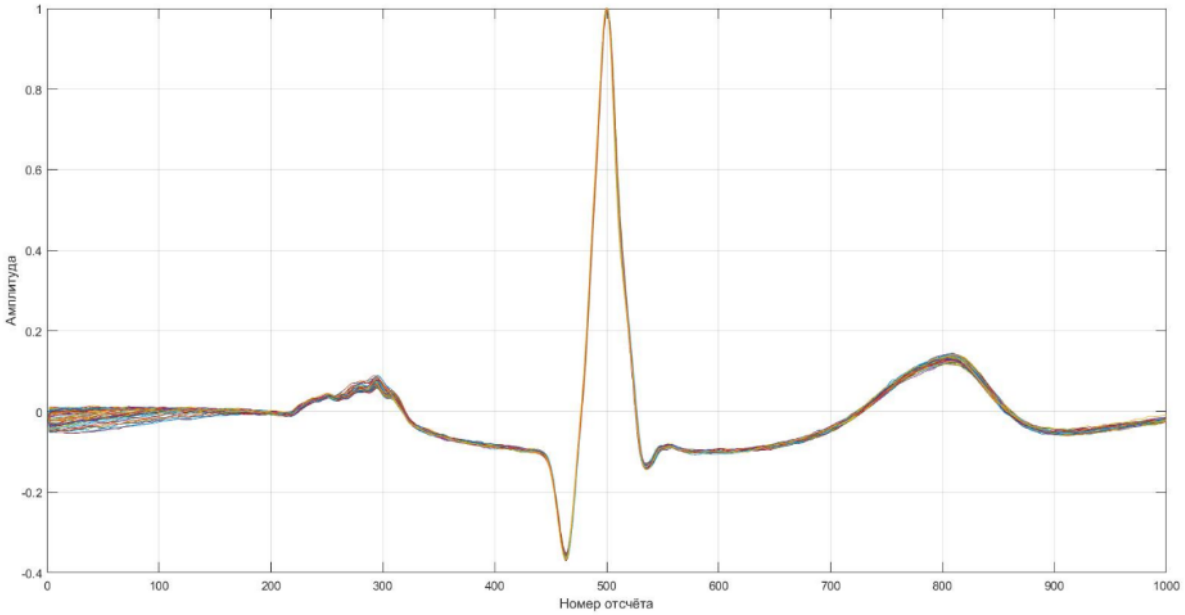


Рис. 1. Набор сердечных тактов сигнала

После получение среднего сердечного такта сигнала требуется провести перекрёстное вейвлет преобразование с сегментом-шаблоном, за основу которого взят сигнал здорового пациента. Результатом данного преобразования будут являться вейвлет-корреляция и взаимный вейвлет-спектр двух сегментов, представленные на рисунке 2.

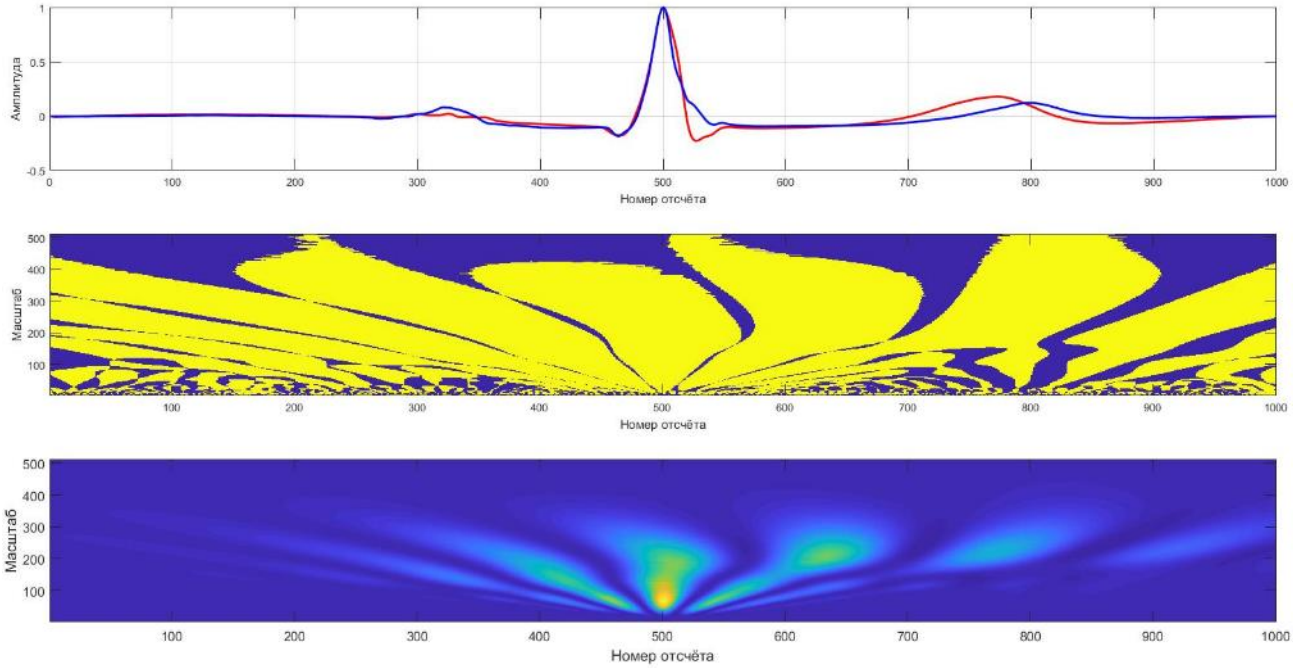


Рис. 2. Сравнение сегмента с шаблоном, вейвлет-корреляция и вейвлет спектр

Для того чтобы сформировать признаки для каждого классифицируемого сердечного такта, требуется провести суммирование вейвлет-корреляции и вейвлет-спектра в интервале от 420 до 900 отсчётов по временной шкале и от 100 до 450 масштаба по шкале масштабов. В результате суммирования спектра и корреляции будут получены два значения, которые будут являться отличительным признаком сигнала.

Следующим шагом будет проведение классификации с помощью метода опорных векторов, основанным на оптимизации минимальной последовательности. Результат классификации продемонстрирован на рисунке 3.

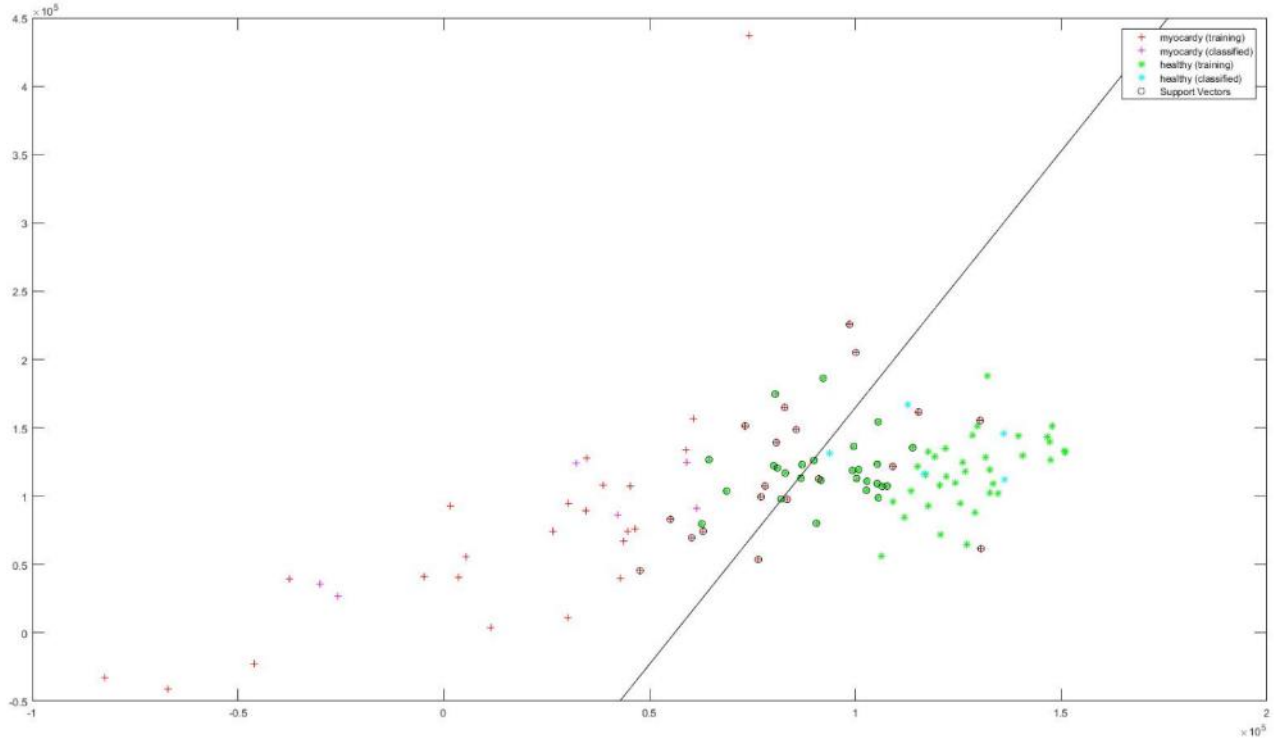


Рис. 3. Результаты классификации методом опорных векторов

После прохождении кросс-валидации по десяти блокам были получены следующие результаты классификации линейным методом опорных векторов: чувствительность 81%, специфичность 87% и точность 84%.

Литература

1 Surda, J. Spectral Properties of ECG Signal / J. Surda, S. Lovas, J. Pucik, M. Jus – 17th International Conference Radioelektronika, 2007. – 5 p.

2 Fedotov, A.A. Effective QRS-Detector Based on Hilbert Transform and Adaptive Thresholding / A.A. Fedotov, A.S. Akulova, S.A. Akulov // IFMBE Proceedings. – 2016. - Vol 57. – P. 140-144.

3 Грибунин, В.Г. Введение в вейвлет-преобразование / В. Г. Грибунин. – Санкт-Петербург, АВТЭКС, 2000 – 59 с.

4 Daubechis, I. The wavelet transform time frequency localization and signal analysis / I. Daubechis – IEEE Transactions on Information Theory, 1990. – Vol. 36(5) – P. 961–1004.

5 Liping L. A Quality Assessment Method of Single-Lead ECG Signal Based on Spectral Analysis / Liping Li – 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education, 2016 – P. 35-38.

Ш. Давронов, М.Э. Шукурова, А. Бойтемиров

НАНОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

(Каршинский филиал Ташкентского университета информационных технологии имени Мухаммада ал-Харазми)

Введение

Прежде чем говорить о возможных рисках и перспективах нанотехнологий в медицине, надо сказать, что же это такое? Для этого понятия не существует исчерпывающего определения. «Нанотехнологии» - это технологии, оперирующие величинами порядка нанометра. Это ничтожно малая величина, в сотни раз меньше длины волны видимого света и сопоставимая с размерами атомов. Развитие нанотехнологии ведется в 3-х направлениях:

- изготовление электронных схем размером с молекулу (атом);
- разработка и изготовление машин;
- манипуляция атомами и молекулами[1].

Что такое наномедицина? «Наномедицина» – это слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне, используя разработанные нанороботы и наноструктуры (Р. Фрейтас) [2,4].

В настоящее время наномедицины не существует, есть лишь проекты, воплощение которых и приведет к наномедицине. Через несколько лет, когда будет создан первый наноробот, знания, накопленные наномедициной, воплотятся в жизнь. Тогда за считанные минуты вы избавитесь от вируса гриппа или от раннего атеросклероза. Нанороботы смогут вернуть даже очень старого человека в то состояние, в котором он был в молодости. От операции на органах перейдут к операции на молекулах и мы, таким образом, станем «бессмертны» [3].

Наномедицина. Перспективы развития и возможные риски

Ученые утверждают, что настанет тот день, когда с помощью нанотехнологий в кровяные клетки человека можно будет встраивать микроскопические датчики, предупреждающие о появление признаков радиационного из-лучения или развития болезни.

Прогнозируемый срок реализации – 1-ая половина XXI века[4], а пока журналисты и общественность спорят: могут ли наносенсоры повлиять губительно на организм человека? Ведь неизвестно, как отреагирует организм на введенные в него чужеродные тела? Как выразился Э. Дрекслер: «невидимое оружие всемирного переворота, покрывающие землю «серая слизь» (graygoo)» - крохотная причина конца света[5].

Действительно ли, нанотехнологии могут стать причиной конца света или это всего лишь богатая фантазия некоторых ученых? Упорядоченные одним образом, атомы составляют дома и свежий воздух; упорядоченные другим, они образуют золу и дым. Уголь и алмазы, рак и здоровая ткань: вариации в

упорядочении атомов различили дешевое от драгоценного, больное от здорового.

Рассматривая отдельный атом в качестве кирпичика или "детальки" нанотехнологи ищут практические способы конструировать из этих деталей материалы с заданными характеристиками. Многие компании уже умеют собирать атомы и молекулы в некие конструкции. В перспективе, любые молекулы будут собираться подобно детскому конструктору. Для этого планируется использовать нанороботов (наноботов). Любую химически стабильную структуру, которую можно описать, можно и построить.

Поскольку нанобот можно запрограммировать на строительство любой структуры, в частности, на строительство другогонанобота, они будут очень дешевыми. Работая в огромных группах, наноботы смогут создавать любые объекты с небольшими затратами, и высокой точностью[5,6].

В медицине проблема применения нанотехнологий заключается в необходимости изменять структуру клетки на молекулярном уровне, т.е. осуществлять "молекулярную хирургию" с помощью наноботов. Ожидается создание молекулярных роботов-врачей, которые могут "жить" внутри человеческого организма, устраняя все возникающие повреждения, или предотвращая возникновение таковых. Манипулируя отдельными атомами и молекулами, наноботы смогут осуществлять ремонт клеток. Прогнозируемый срок создания роботов-врачей, первая половина XXI века[4].

В действительности наномедицины пока еще не существует, существуют лишь нанопроекты, воплощение которых в медицину, в конечном итоге, и позволит отменить старение. Несмотря на существующее положение вещей, нанотехнологии - как кардинальное решение проблемы старения, являются более чем перспективными. Это обусловлено тем, что нанотехнологии имеют большой потенциал коммерческого применения для многих отраслей, и соответственно помимо серьезного государственного финансирования, исследования в этом направлении ведутся многими крупными корпорациями [7].

Наноботы или молекулярные роботы могут участвовать (как наряду с генной инженерией, так и вместо нее) в перепроектировке генома клетки, в изменении генов или добавлении новых для усовершенствования функций клетки. Важным моментом является то, что такие трансформации в перспективе, можно производить над клетками живого, уже существующего организма, меняя геном отдельных клеток, любым образом трансформировать сам организм! [8].

Описание нанотехнологии может показаться притянутым за уши, возможно потому, что ее возможности столь безграничны, но специалисты в области нанотехнологии отмечают, что на сегодняшний день не было опубликовано ни одной статьи с критикой технических аргументов Дрекслера.

Никому не удалось найти ошибку в его расчетах. Между тем, инвестиции в этой области (уже составляющие миллиарды долларов) быстро растут, а некоторые простые методы молекулярного производства уже вовсю применяются.Нанотехнологии могут привести мир к новой технологической революции

и полностью изменить не только экономику, но и среду обитания человека. В рамках этой статьи мы рассматриваем лишь перспективность этих технологий для отмены старения людей. Вполне возможно, что после усовершенствования для обеспечения "вечной молодости" наноботы уже не будут нужны или они будут производиться самой клеткой. Для достижения этих целей необходимо решить три основных задачи:

1. Разработать и создать молекулярных роботов, которые смогут ремонтировать молекулы.
2. Разработать и создать нанокомпьютеры, которые будут управлять наномашинами.
3. Создать полное описание всех молекул в теле человека, иначе говоря, создать карту человеческого организма на атомном уровне.

Основная сложность - создание первого нанобота. Существует несколько многообещающих направлений. Одно из них заключается в улучшении сканирующего туннельного микроскопа или атомно-силового микроскопа и достижении позиционной точности и силы захвата. Другой путь к созданию первого нанобота - химический синтез. Можно спроектировать и синтезировать химические компоненты, которые будут способны к самосборке в растворе. Еще один путь ведет через биохимию. Рибосомы (внутри клетки) являются специализированными наноботами, и их можно использовать для создания более универсальных роботов[9, 10].

Группа нанотехнологов из института предвидения заявила, что стремительный рост нанотехнологий выходит из-под контроля, но в отличие от Билла Джойа, вместо простого запрета на развитие исследований в этой области, они предложили установить правительственный контроль над исследованиями. Такой надзор может предотвратить случайную катастрофу, например, когда наноботы создают сами себя (до бесконечности), потребляя в качестве строительного материала все на своем пути, включая заводы, домашних животных и людей.

Рей Курцвейл утверждает, что к 2020 году появится возможность поместить внутри кровеносной системы миллиарды нанороботов размером с клетку. По оценкам Роберта Фрайтаса, ведущего ученого в области наномедицины, это случится не ранее, чем в 2030-2035 году. Эти наноботы смогут тормозить процессы старения, лечить отдельные клетки и взаимодействовать с отдельными нейронами. Так они практически сольются с нами.

Ученые из штата Мичиган утверждают, что с помощью нанотехнологий можно будет встраивать микроскопические датчики в кровяные клетки человека, которые будут предупреждать о признаках радиации или развития болезни. В США, по предложению NASA, ведется разработка таких наносенсоров. ДжеймБейнер представляет себе «наноборьбу» с космическими излучениями так: перед стартом астронавт, используя шприц для подкожных инъекций, вводит в кроветок прозрачную жидкость, насыщенную миллионами наночастиц, на время полета он вставляет себе в ухо маленькое устройство (наподобие слухового аппарата). В течение полета это устройство будет использовать

маленький лазер для поиска светящихся клеток. Это возможно, т.к. клетки проходят по капиллярам барабанной перепонки. По беспроводной связи информация клеток будет передаваться на главный компьютер космического корабля, а затем обрабатывается. В случае чего будут приниматься необходимые меры[11].

Все это может воплотиться в реальность примерно через 5-10 лет. А наночастицы ученые используют уже более 5 лет. Сейчас, сенсоры тоньше человеческого волоса могут оказаться в 1000 раз чувствительнее стандартных анализов ДНК. Американские ученые, разработавшие эти наносенсоры, полагают, что врачи смогут проводить целый спектр различных анализов, пользуясь лишь одной каплей крови. Одним из преимуществ этой системы является возможность моментально пересылать результаты анализа на карманный компьютер. Исследователи полагают, что на разработку полностью функциональной модели наносенсора, которым смогут воспользоваться врачи в повседневной работе, понадобиться около пяти лет. С помощью нанотехнологий медицина сможет не только бороться с любой болезнью, но и предотвращать ее появление, сможет помогать адаптации человека в космосе[12].

Могут ли влиять «устаревшиенанороботы» на человека? Когда механизм завершит свою работу, нанодоктора должны будут удалять нанороботов из организма человека. Поэтому опасность того, что «устаревшие нанороботы», оставшиеся в теле человека будут работать неверно, очень мала. Нанороботы должны будут спроектированы так, чтобы избежать сбоев в работе и уменьшить медицинский риск. А как нанороботы будут удалены из тела? Некоторые из них будут способны к самоудалению из организма человека путем естественных каналов. Другие же будут спроектированы таким образом, чтобы их могли удалить медики. Процесс удаления будет зависеть от устройства данного наноробота[11,12].

Что может быть сделано неправильно в течение лечения нанороботами человека? Считается, что первостепенной опасностью для пациента будет некомпетентность лечащего врача. Но ведь ошибки могут происходить и в неожиданных случаях. Одним из непредвиденных случаев может быть взаимодействие между роботами при их столкновении. Такие неисправности трудно будет определить. Иллюстрацией такого случая может служить работа двух видов нанороботов А и В в организме человека. Если наноробот А будет удалять последствия работы робота В, то это приведет к повторной работе А, и этот процесс будет продолжаться до бесконечности, то есть нанороботы будут исправлять работу друг друга. Чтобы таких ситуаций не позникало, лечащий врач должен постоянно следить за работой нанороботов и в случае чего, перепрограммировать их. Квалификация врача является важным фактором[13].

Как будет реагировать организм человека на нанороботы? Как известно, наша иммунная система реагирует на чужеродные тела. Поэтому размер наноробота играет важную роль, так же как шероховатость поверхности и подвижность устройства. Утверждается, что проблема биосовместимости не очень сложна. Выходом из этой проблемы будет создание роботов на основе алмазо-

идных материалов. Благодаря сильной поверхностной энергии и сильной ее гладкости, внешняя оболочка роботов будет химически инертной[14].

Уже сейчас нанотехнологии применяются в медицине. Основными областями ее применения являются: технологии диагностики, лекарственные аппараты, протезирование и имплантанты. Ярким примером является открытие профессора Азиза. Людям, страдающим болезнью Паркинсона, через два крошечных отверстия в черепе внедряют в мозг электроды, которые подключены к стимулятору. Примерно через неделю больному вживляют и сам стимулятор в брюшную полость. Регулировать напряжение пациент может сам с помощью переключателя. С болью удается справиться уже в 80 % случаях. У кого-то боль исчезает совсем, у кого-то затихает.

Через метод глубокой стимуляции мозга прошло около четырех десятков людей. Многие коллеги Азиза говорят, что этот метод не эффективен и может иметь негативные последствия. Профессор же убежден, что метод действенен. Ни то ни другое сейчас не доказано.

Еще одним революционным открытием является биочип – небольшая пластинка с нанесенными на нее в определенном порядке молекулами ДНК или белка, применяемые для биохимических анализов. Принцип работы биочипа прост. На пластиковую пластинку наносят определенные последовательности участков расщепленной ДНК. При анализе на чип помещают исследуемый материал. Если он содержит такую же гинетическую информацию, то они сцепливаются. Преимуществобиочипов - большое количество биологических тестов со значительной экономией исследуемого материала, реактивов, трудозатрат и время на проведение анализа[15].

Выводы

Перспективы развития нанотехнологий очень велики. Применяемые в настоящее время нанотехнологии безвредны. Примером являются наночипы и солнцезащитная косметика на основе нанокристаллов[16]. А такиетехнологии, как нанороботы и наносенсоры, пока еще находятся в процессе разработки. Разговоры о том, что из-за бесконечного процесса самовоспроизводства нанороботов толстый слой «серой слизи» может покрыть всю Землю, являются пока лишь теорией, не подтвержденной никакими дан-ными. Нанотехнологии являются той областью науки, которая подвергает-ся жесточайшей критике, прежде чем вводит какие-либо новшества. Уче-ные NASA говорят, что они успешно проводили испытания нанороботов на животных. Но стоит ли этому верить? Каждый решает это сам для себя. Использование, например, такихнанотехнологий, как наносенсоры, может иметь рискованный характер. Ведь любая, даже самая простейшая система может давать сбои, что уж говорить о таких передовых технологиях, как нанороботы? И, кроме того, надо учитывать индивидуальные физиологические особенности каждого человека.

Итак, перспективы развития нанотехнологий велики. В ближайшем будущем с их помощью можно будет не только побороть любую физическую болезнь, но и предотвратить ее появление. Но вот о рисках ученые ничего не го-

ворят. Есть только бесчисленные статьи в желтой прессе о том, что люди под воздействием нанороботов станут неуправляемыми, как зомби.

Так что общественности надо больше уделять внимания этому вопросу: чтобы ученые не только рассматривали «обе стороны монеты», но и ставили общество в известность об этом.

Литература

1. Игами М., Оказаки Т. Современное состояние сферы нанотехнологий: анализ патентов // Форсайт. — 2008.- № 3 (7). —с. 32-43.

2. Robert A. Freitas Jr. Current Status of Nanomedicine and Medical Nanorobotics//

Journal of Computational and Theoretical Nanoscience.—2005.— V. 2.— P.1-25.

3. Roco M.C. National nanotechnology initiative: Past, present and future // Hand-

book on nanoscience, engineering and technology. Ed. Goddard, W.A et al. CRC, Taylor and Francis, Boca Raton and London.—2007.— P.3.1-3.26.

4. Robert A. Freitas Jr. // Nanomedicine, Basic Capabilities. LandesBioscience, Aus-tin.— 1999.— V. 1. P.7-20.

5. K. Eric Drexler. Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing and Compu-tation.//John Wiley and Sons, NY, 1992.

6. K. Eric Drexler. // Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology.—1986.— V. 2.— P.17-25.

7. Lipsey R., Carlaw K., Bekar C. Economic Transformations: General Purpose Tech-nologies and Long-Term Economic Growth. // Oxford University Press.— 2005.— P. 87, 110, 131, 212-218.

8. Хульман А. Экономическое развитие нанотехнологий: обзор индикаторов // Форсайт. — 2009.— № 1. — с. 31-32.

9. Youtie J., lacopetta M., Graham S. Assessing the nature of nanotechnology: can we uncover an emerging general purpose technology? // Journal of Technology Transfer.— 2008. — V. 33. — P. 315-329.

10. Ратнер М. / М. Ратнер, Д.Ратнер. Нанотехнология: простое объяснение оче-редной гениальной идеи. // Пер. с англ. / М.: Вильямс. — 2004. — С. 2022.

11. Kearnes M. Chaos and Control: Nanotechnology and the Politics of Emergence //Paragraph. — 2006. — № 29. — P. 57-80.

12. Игами М. Библиометрические индикаторы: исследования в области нанонау-ки // Форсайт. — 2008. — № 2. — с. 36-45.

13. Miyazaki K., Islam N. Nanotechnology systems of innovation. An analysis of in-dustry and academiaresearch activities // Technovation. - 2007. - № 27. - P. 661-675.

14. Артюхов И.В., Кеменов В.Н., Нестеров С.Б.// Биомедицинские технологии. Обзор состояния и направления работы. Материалы 9-й научно-

технической конференции "Вакуумная наука и техника"-М.: МИЭМ.—2002, с. 244-247

15. Артюхов И.В., Кеменов В.Н., Нестеров С.Б.//Нанотехнологии, биология и ме-дицина. Материалы 9-й НТК "Вакуумная наука и техника"-М.: МИЭМ, 2002, с.248-253.

16. Магия микрочипов. // В мире науки. — 2002. — № 11. — с. 6-15.

С.К. Дауров, А.В. Каркавин

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАЗДЕЛЕНИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ОТДЕЛЬНЫЕ СОСУДЫ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ АНАЛИЗЕ АНГИОГРАММ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА

(Саратовский государственный технический университет)

Центральное место среди всех заболеваний глаза занимают дегенеративно-дистрофические изменения глазного дна и сетчатки. Для определения заболеваний и патологий, к которым приводят эти изменения, существуют различные методы и способы. Одним из них является ангиография [1, с.13] - способ детального изучения и исследования глазного дна, позволяющий оценить состояние сетчатки глаза по кровяному обращению в ней.

Определение изменений глазного дна и сетчатки проводит врач-офтальмолог по ангиограмме без применения специального оборудования. Главной проблемой является тот факт, что обнаруженная в ходе осмотра патология находится не на начальном этапе и для восстановления функций глаза потребуется длительный период времени. Решением данной проблемы является введение в анализ количественного показателя, который позволит оценить состояние глазного дна и сетчатки, а также сравнить текущие значения с предыдущими. Таким образом, появляется возможность быстро реагировать на изменения, тем самым препятствуя развитию патологии на ранних этапах.

Одними из основных количественных показателей развития той или иной патологии являются степень извилистости [2, с.92] и степень ветвистости [2, с.91]. Алгоритмы по их определению были разработаны ранее и успешно протестированы как на математических моделях, так и на реальных сосудах. Для правильной работы этих алгоритмов требуется в качестве входных данных предоставлять отдельный сосуд. Именно поэтому, целью настоящей работы и является разработка алгоритма вычленение отдельных сосудов на исходном изображении.

Задача разделения сосудистой системы на отдельные сосуды имеет множество сложностей. Очень важно при разделении определить чужие ветви и обойти их, поскольку именно от правильности работы алгоритмов зависит достоверность дальнейших количественных показателей, что, свою очередь, может сказаться на итоговом результате. В ходе детального изучения проблем были выделены следующие подзадачи, которые следует решить:

- предварительная обработка исходного изображения с целью повышения некоторых качеств, облегчающих процесс выделением отдельных сосудов;
- преобразование исходного изображения в бинарное с последующей морфологической обработкой;
- разработка алгоритма восстановления разорванных сосудов;
- разработка алгоритма выделения отдельного сосуда из сосудистой системы.

Подготовка исходного изображения перед выделением отдельного сосуда является самой важной частью настоящей работой, поскольку она определяет, насколько ярко будет выделена сосудистая система на исходном изображении. Целью данной подзадачи является максимизация контрастности изображения и удаление помех.

Для решения данной подзадачи сперва следует получить из исходного изображения (рис. 1а) полутоновое. Затем для удобства работы необходимо провести бинаризацию, чтобы вся работа сводилась к поиску решений в двумерной матрице *M*, состоящей из нулей и единиц. Полученное изображение состоит из множества связанных между собой белых объектов, среди которых даже невооружённым глазом заметно, что выделить сосуд из сосудистой системы будет довольно сложно (рис. 1б). Для того чтобы избавиться от помех на всём изображении, следует применить эрозию и удалить связанные объекты площадью менее семидесяти пикселей (рис. 1в).

В ходе работы со многими снимками ангиограмм также были обнаружены помехи в районе контура снимка (рис. 1в). Для удаления помех следует проходить по контуру матрицей размером 10x10 пикселей, которая постепенно смещается к центру изображения. Данные внутри матрицы будут приняты за помехи и удалены в случае, когда количество объектов больше одного и объект занимает всю область матрицы, что не представляет собой форму сосуда (рис. 1г). Полученное изображение можно считать подготовленным для дальнейшей работы.

Промежуточным этапом является **разработка алгоритма восстановления разорванных сосудов**. В результате эрозии возможен разрыв сосудов, вследствие чего сосуд будет разбит на части и проход по сосуду будет прерван в месте разрыва. Для того чтобы восстановить имеющиеся разрывы, необходимо для всего изображения получить конечные точки. При работе с большим количеством изображений было обнаружено, что в среднем величина меняется в диапазоне от трёх до семи пикселей. Примем за максимальную величину - десять пикселей и для всех точек будем осуществлять проход. Если две точки находятся на расстоянии десять пикселей друг от друга и на исходном изображении до эрозии разрыв отсутствует, то разрыв следует заполнить. Таким образом, мы восстановим разрывы и подготовим изображение для выделения сосуда из сосудистой системы.

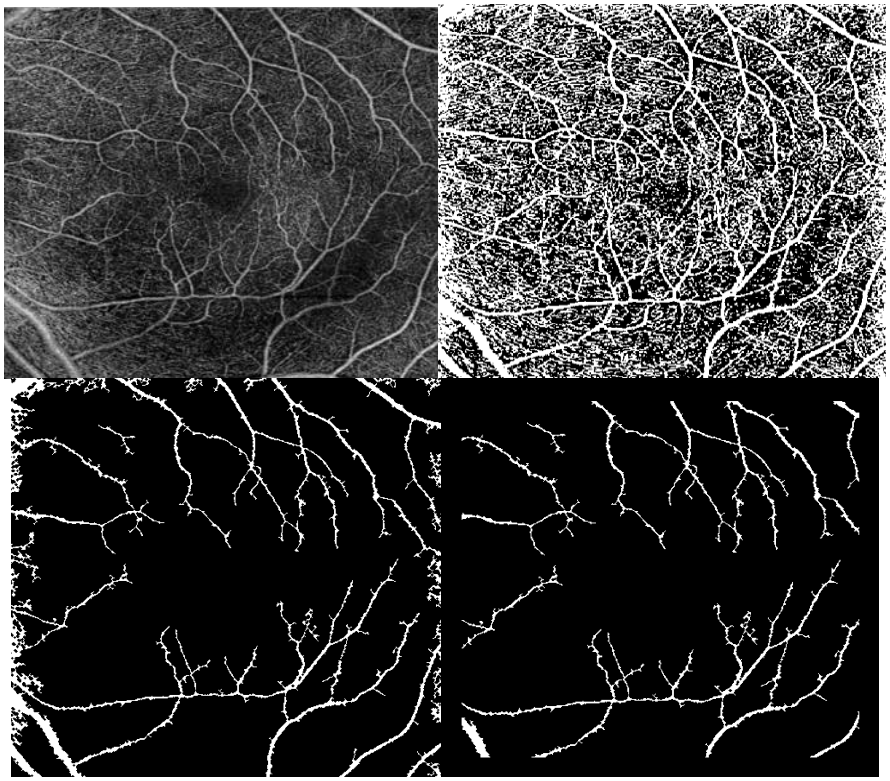


Рис. 1. Исходное изображение: а) результат работы ангиографа, б) результат бинаризации, в) применение эрозии, г) удаление помех с краёв

Разработка алгоритма выделения отдельного сосуда из сосудистой системы, в первую очередь, заключается в скелетизации исходного изображения, в результате чего каждый сосуд принимает ширину в один пиксель на каждом шаге. Затем следует осуществить проход по контуру изображения для записи точек начала каждого сосуда.

На вход алгоритму выделения отдельного сосуда подаётся координата начала сосуда. Проход по сосуду осуществляется матрицей 15x15 пикселей. Сосуд в рассматриваемой матрице представлен извилистой линией шириной один пиксель (рис. 2).

В процессе прохода по сосуду возможны следующие ситуации: отделение ветви и пересечение сосудов. Обе ситуации начинают рассматриваться алгоритмом в том случае, когда в граничных строках и столбцах рассматриваемой матрицы присутствуют три или более единиц.

Ответвление признаётся алгоритмом при наличии в матрице трёх ветвей. В этом случае алгоритм определяет на контуре исходную точку сосуда *S*, точку ответвления *B* и множество точек на контуре *C* помимо *S*. Наличие точек позволяет нам приступить к работе с векторами: первый вектор – $\overline{SB}$. Этот вектор характеризует сосуд до ответвления. Следующие векторы $\overline{BC}_{ijk}$ строятся для всего множества точек контура.

Принято считать, что ветви выходят из основного русла сосуда под углом, меньшим 90 градусов. Здесь алгоритм использует векторы для определения угла между векторами. Зададим правило: если косинус угла между первым вектором $\overline{SB}$ и вектором $\overline{BC}_{ij}$ меньше нуля, то последний вектор удаляется из

матрицы и дальше не рассматривается. Это частный случай пересечения, который может возникнуть в случае, когда на изображении не отобразился выход чужого сосуда.

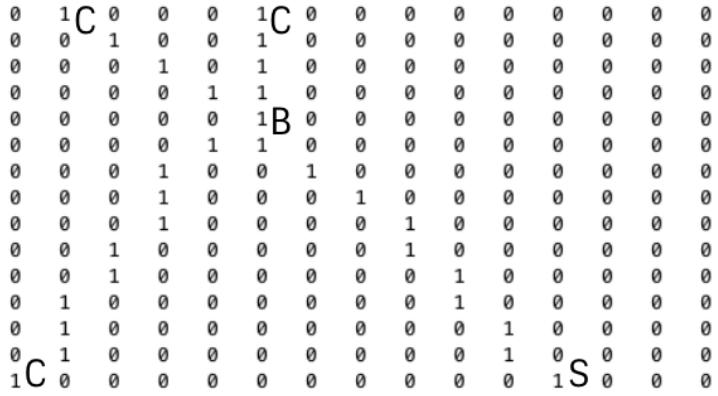


Рис. 2. Матрица при пересечении

Пересечение признаётся алгоритмом при наличии в матрице четырёх ветвей и минимум четырёх точек на контуре (рис. 2). В этом случае также определяются вектор $\overline{SB}$ и множество векторов $\overline{BC}_{ijk}$. Дальше определяются углы между векторами, только в нашем случае нам необходимо определить продолжение исходного вектора. Зададим правило: продолжением вектора $\overline{SB}$ является такой вектор $\overline{BC}_{ij}$, косинус угла с которым будет максимальным. В нашем случае (рис. 4) вектором с максимальным углом по отношении к вектору $\overline{SB}$ (где $S_{15\ 12}$ и $B_{5\ 6}$) является вектор $\overline{BC}_{1\ 2}$, где косинус примерно равен единице. Результат выделения отдельного сосуда, взятого из изображения выше (рис. 1г) представлен ниже (рис. 3б). Следующим шагом в ход идут алгоритмы определения степени ветвистости и степени извилистости, разработанные ранее.

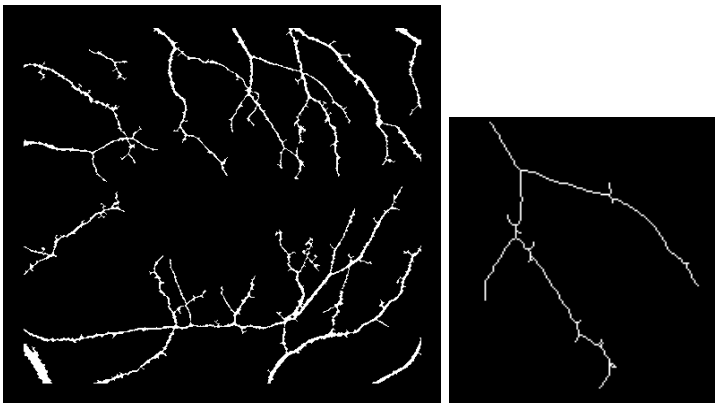


Рис. 3. Результат работы алгоритмов: а) исходное изображение (рис 1г), б) результат выделения сосуда

Представленные алгоритмы перед внедрением в систему компьютерного анализа ангиограмм сетчатки глаза в дальнейшем будут усовершенствованы и оптимизированы. Основным критерием оптимизации является минимизация стираемых в ходе работы алгоритмов данных.

Литература

1. Хайман Х. Атлас по ангиографии глазного дна [Текст] / Х. Хайман. – М.: МЕДПРЕСС – 2008. – 192с.
2. Дауров С.К., Каркавин А.В. Разработка алгоритмов определения состояния сосудов при компьютерном анализе ангиограмм сетчатки глаза / С.К. Дауров, А.В. Каркавин // Международная научная конференция по информационным технологиям ICIT-2017. – Саратов: Изд-во «Научная книга», 2017. – С. 89–95.

Н.С. Демин, Н.Ю. Ильясова

ВЫДЕЛЕНИЕ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА НА ПОЛУЧЕННЫХ ПОСРЕДСТВОМ ОКТ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

(Самарский университет)

Введение

Диабетическая ринопатия приводит к необратимому снижения зрения и слепоте, ввиду поражения центральных отделов сетчатки глаза отеком [1]. Лечение в свою очередь является довольно сложным. Наиболее эффективным была признана лазерокоагуляция сетчатки [2]. В ходе которой происходит нанесение серии микроожогов в зоне отека, расположение которых либо выставляется с помощью паттерна, либо предварительно планируется и накалывается на изображение глазного дна в режиме реального времени [3].

Однако помимо точности расстановки коагулянтов на результаты лечение так же влияет мощность лазера, которая зависит от толщины сетчатки. Для получения необходимых значений нам необходимо выделить сетчатку глаза полученных посредством ОКТ диагностических изображениях.

1 Метод Кенни для выделения границ на изображениях

Предметом рассмотрения настоящей работы является класс диагностических изображений полученных посредством ОКТ. На исходных данных имеется четкая структура, представленная слоями. Имеются различимые границы, а значит через их выделение, возможна сегментация изображения с последующим нахождением сетчатки глаза. В качестве используемого метода был выбран алгоритм Кенни [4].

Пусть A – это исходное изображение, а G_x и G_y два изображения, на которых каждая точка содержит приближенные производные по x и y.

Алгоритм состоит из пяти отдельных шагов:

1. Сглаживание.

Первым шагом является фильтрация шума в исходном изображении. Воспользуемся размытием изображения фильтром Гаусса. Функция Гаусса для двумерного случая:

$$f(x,y) = \frac{e^{\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}}{2\pi\sigma^2} \quad (1)$$

После того как подходящая маска была рассчитана, сглаживание Гаусса может быть выполнено с помощью стандартных методов свертки.

2. Поиск градиентов.

Поиск градиента осуществляем оператором Собеля.

Нахождение направления края тривиально, поскольку градиент в направлениях X и Y известны. Однако если сумма X будет равняться нулю, будет сгенерирована ошибка. Так что при реализации алгоритма, должно быть ограничение набора, когда это происходит. Всякий раз, когда градиент в направлении x равен нулю, направление края должно быть равно 90° или 0°, в зависимости от того, чему равно значение градиента в направлении оси Y. Если G_y имеет нулевое значение, направление края будет равно 0°. В противном случае направление края будет равно 90°. Формула для нахождения направления края:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right).$$

Найденные углы квантуются по 45°.

3. Подавление не-максимумов.

Только локальные максимумы отмечаются как границы. После того как известны направления краев, применяем немаксимальное подавление. Это даст тонкую линию в результирующем изображении.

4. Двойная пороговая фильтрация.

Возможные границы находятся порогами. Чем меньше порог, тем больше границ будет находиться, но результат будет более восприимчив к шуму, выделяя лишние данные изображения. В тоже время высокий порог либо будет игнорировать слабые края, либо получит фрагментированную границу.

Выделение границ Кэнни использует два порога фильтрации: если значение пикселя выше верхней границы – он принимает максимальное значение, а граница считается достоверной, если ниже – пиксель подавляется, точки со значением, попадающим в диапазон между порогов, принимают фиксированное среднее значение, они будут уточнены на следующем шаге.

5. Трассировка области неоднозначности.

Итоговые границы определяются путём подавления всех краёв, несвязанных с определенными сильными границами. Данный этап сводится к определению пикселей получивших среднее значение на предыдущем шаге, и присоединению их к установленной границе, если они соединены, или их подавлению в противном случае. Пиксель добавляется к группе, если он соприкасается с ней по одному из 8-ми направлений.

Пример применения данного метода к нашим исходным данным представлен на рисунке 1, выделенные границы отмечены красным.

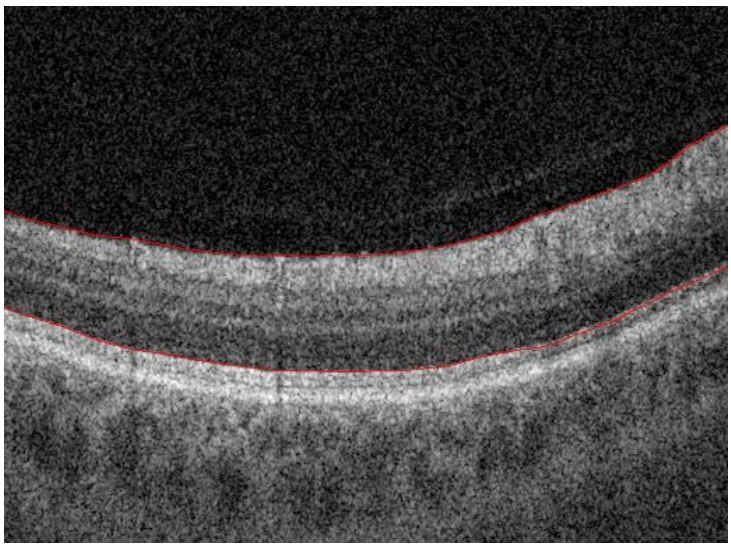


Рис. 1. Пример применения алгоритма Кэнни к изображениям ОКТ

2 Коррекция ошибок при выделении границ

Из-за ограничений аппаратной части при создании снимков ОКТ полученные данные являются зашумленными. В связи с этим могут возникнуть определенного рода проблемы при выделении границ сетчатки глаза. Верхний контур довольно просто выделить, и с ним проблем возникнуть не должно. Однако нижний контур порой имеет нечеткую область перепада функции яркости, из-за чего после её выделения могут возникнуть разрывы в нижней границе сетчатки, что не позволит нам вычислить её толщину.

Из исходных данных видно, что нижняя граница сетчатки имеет вид параболы. На самом деле, из анатомии глаза, сетчатка имеет сферическую поверхность, однако в нашем случае ввиду ограниченности снимка будет достаточно параболы. Воспользуемся этим для восстановления разрывов.

Запишем уравнение параболы квадратичной функцией:

$$y = ax^2 + bx + c.$$

Зная координаты 3 различных точек $(x_1; y_1)$, $(x_2; y_2)$, $(x_3; y_3)$, мы можем найти коэффициенты:

$$a = \frac{y_3 - \frac{x_3(y_2 - y_1) + x_2 y_1 - x_1 y_2}{x_2 - x_1}}{x_3(x_3 - x_1 - x_2) + x_1 x_2},$$

$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} - a(x_1 + x_2),$$

$$c = \frac{x_2 y_1 - x_1 y_2}{x_2 - x_1} + a x_1 x_2.$$

Алгоритм восстановления состоит из следующих шагов:

1. Находим точку разрыва.
2. Находим наиболее протяженный связанный отрезок, которому принадлежит точка разрыва.
3. Оцениваем коэффициенты параболы.

4. Исходя из этих коэффициентов, предсказываем место нахождения 2 конца разрыва.
5. Выбираем ближайшую имеющуюся границу к предсказанной границе.

Соединяем разрыв, интерполируя недостающие значения с помощью оцененной параболы.

3 Результаты экспериментальных исследований

Проведем исследования относительно параметра σ в фильтре Гаусса (1) в методе Кэнни, используемый для создания маски для свёртки:

Для этого подсчитаем СКО предварительно зашумив исходные данные аддитивным белым гаусовским шумом с различными параметрами дисперсии σ_0. График зависимости СКО от дисперсии шума и параметра σ метода Кэнни представлен на рисунке 2.

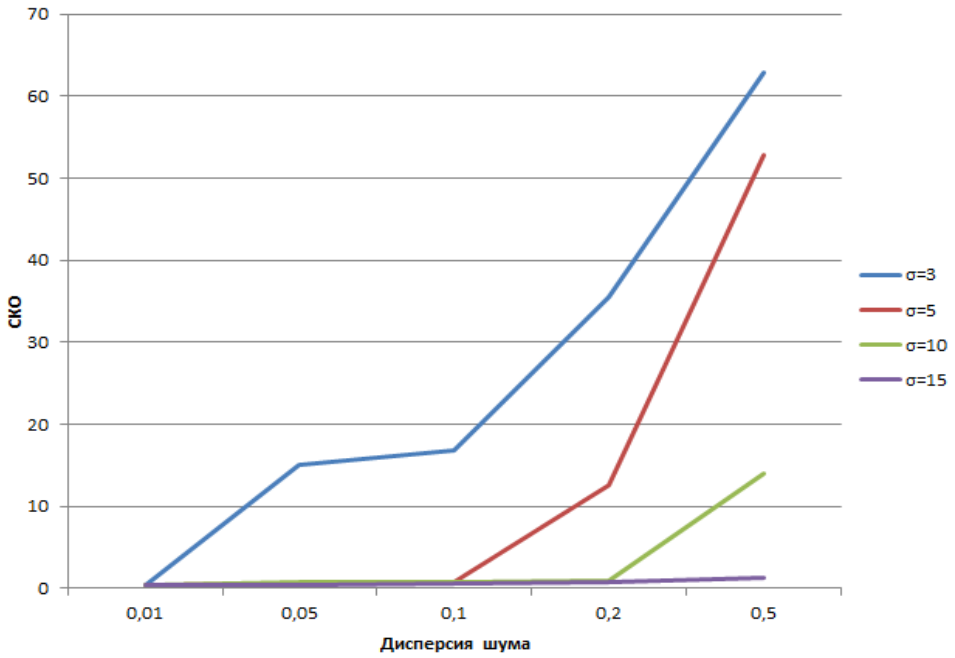


Рис. 2. Пример применения алгоритма Кэнни к изображениям ОКТ

Как видно из график чем больше σ, тем больше устойчивость к шуму. Однако уже при σ=15 проявляется сильное размытие и частичная потеря границ, в данном случае успешно компенсируемая алгоритмом восстановления разрывов. Но нам необходимо стараться избежать проявления разрывов, поэтому данное значение параметра не рекомендуется к использованию.

В случае, когда вместо зашумления мы делаем сглаживание ситуация с потерей границ при σ =15 ухудшается, появляется больше разрывов.

В связи, с чем наиболее оптимальным выбираем σ =10.

Заключение

В настоящей работе была рассмотрена задача выделения сетчатки глаза на полученных посредством ОКТ диагностических изображениях. Были рассмотрены метод Кенни выделения контуров и возможность его применения к нашей задаче.

Литература

1. Шадричев Ф. Е. Диабетическая ретинопатия // Современная оптометрия. – М., 2008. – № 4. – С. 36.
2. Современные подходы к лечению диабетического макулярного отека / Ю. С.Астахов [и др.] // Офтальмологические ведомости. – М., 2009. – №4. – С. 59-69.
3. Kernt M., Cheuteu R., Liegl R.G., et al. Navigated focal retinal laser therapy using the NAVILAS® system for dia-betic macula edema. // Ophthalmologe. – 2012. – Vol. 109. – P.692-700.
4. Canny J. A Computational Approach to Edge Detection // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. –1986. – Vol. PAMI-8, No.6. – P. 679-698.

М.Б. Зайнутдинова, Ш.Б. Сайфуллаев

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

(Ташкентский университет информационных технологии имени ал-Хорезми)

В медицинской практике математические методы применяются для количественного изучения и анализа состояния и (или) поведения объектов и систем, относящихся к медицине и здравоохранению. С помощью математические методы осуществляется описание биомедицинских процессов (прежде всего нормального и патологического функционирования организма и его систем, диагностики и лечения). Эти методы предназначены для выявления закономерностей, свойственных биомедицинским объектам, поиска сходства и различий между отдельными группами объектов, оценки влияния на них разнообразных внешних факторов и т.п. [3].

На сегодняшний день, одно из главных направлений, в котором находят применение математические методы, диагностика рака молочной железы. Проблема диагностики заболеваний молочной железы в настоящее время чрезвычайно актуальна. В первую очередь это обусловлено значительным ростом в последние годы онкологической патологии данной локализации. Обще признанно, что рак молочной железы встречается в 3-5 раз чаще на фоне доброкачественных заболеваний молочной железы и в 30-40 раз чаще при узловых формах мастопатии с явлениями пролиферации эпителия молочной железы [1]. В связи с этим очевидно, что в последние годы интерес к добро качественным заболеваниям значительно возрос, а снижение заболеваемости мастопатией-реальный путь к снижению частоты рака молочной железы. В целом говоря, ежегодно выявляется более 34000 новых случаев рака, при этом отмечается резкое снижение возрастного цен за заболевших. Среди заболеваний молочной железы мастопатии по частоте занимают первое место. Мастопатией заболевают женщины детородного возраста—от 25 до 45 лет. Фиброаденомы составляют 1-8% всех узловых образований молочной железы. Они считаются самой

добро качественной опухолью, однако возможен переход их в злокачественную форму [5].

В молочные железы чрезвычайно сложно четко от дифференцировать физиологические и патологические изменения. Это обусловлен о большой вариабельностью нормального строения молочной железы. Поэтому осуществление отбора признаков для диагностики заболеваний молочной железы является необходимой процедурой, поскольку для решения классификационной задачи должны быть отобраны сведения, несущие полезную для данной задачи информацию. В связи с этим, анализ медицинских данных невозможен без применения математических методов [2].

В современных условиях управление, проектирование и исследование медицинских систем невозможно без привлечения математических методов. Одно из главных направлений, в котором сегодня находят применение математические методы, диагностика рака молочной железы. На сегодняшний день рак молочной железы занимает одно из первых мест в списке распространенных опухолевых заболеваний. Общепризнанно, что рак молочной железы встречается в 3-5 раз чаще на фоне добро качественных заболеваний молочных железы в 30-40 раз чаще при узловых формах мастопатии с явлениями пролиферации эпителия молочных желез [4].

Существующие информационные комплексы диагностики заболеваний молочной железы оказываются в большинстве своем мало эффективными. Исследования отечественных и зарубежных ученых в областях, связанных с анализом, обработкой информации и управлением сверх сложным и объектами, показывают необходимость разработки интеллектуальных проблемно-ориентированных систем, обеспечивающих эффективную поддержку принятия решений при высоком уровне влияющих факторов.

Диагностика патологических состояний в молочной железы затрудняется тем, что заболевания носят вероятностный характер, и большинство диагностических признаков выражаются качественным и показателями. Недостаток априорной информации приводит к тому, что принятие решений врачом осуществляется в условиях ряда неопределенностей, а характеристики больного являются индивидуальными. В связи с этим, наиболее перспективным является применение статистических методов обработки медицинской информации.

Таким образом, статистические методы позволяют помимо решения задачи разграничения признаков по наблюдаемым группам объектов и заболеваний, организовывать данные в наглядные структуры.

Литература

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С.А.Айвазян,В.С.Мхитарян.-М. :Юнити, 2013.

2. Беллман Р. Математические модели в медицине / Р.Беллман.-М.:Мир, 2010.

3. Бессмертный Б.С. Математическая статистика в клинической, профилактической и экспериментальной медицине / Б.С.Бессмертный. - М.:Медицина, 2003.

4. Брукинг А. Экспертные системы. Принципы работы и примеры:пер.с англ. / А.Брукинг, П.Джонс, Ф.Кокс; подред. Р.Форсайта.-М.:Радиоисвязь, 2010.

5. Львович И.Я., Сумина Ю.Е. Разработка логических моделей постановки диагноза заболеваний молочных желез с помощью имитационного моделирования и дерева решений / Вестник Воронежского государственного технического университета, 2010.

С.А. Иливицкий, Е.И. Шаболкина, Л.С. Зеленко, А.В Кругомов

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Сегодня информационные технологии используются во всех сферах профессиональной деятельности, причем с каждым годом их роль все более и более возрастает. Это в полной мере относится и к медицине. Внедрение современных информационных технологий позволяет вывести медицину на новый уровень, так как быстрый доступ к информации и обмен ею существенно сокращает временные затраты на поиск решений проблемы, а время часто является решающим фактором в спасении жизни человека. Особенно это актуально в критических ситуациях, когда оперативность вмешательства особенно важна.

Для ишемического инсульта «окно», в течение которого можно предотвратить страшные последствия болезни, составляет шесть часов. Если за это время удастся восстановить кровоток в артерии, больной переживет инсульт с минимальными потерями. Поэтому оценка состояния больного ишемическим инсультом – важнейший этап на пути к принятию решения о способе наиболее эффективного лечения.

В связи с этим разработка система оценки состояния больных с ишемическим инсультом является актуальной задачей, так как она позволит оценить степень состояния больного на основании последних медицинских исследований и поможет врачу в кратчайшие сроки определить наилучший метод лечения пациента.

Основными функциями системы являются:

1) подсчет оценки извитости позвоночной артерии;
2) расчет сложности стентирования сонной артерии;
3) выдача итоговой оценки состояния пациента;
4) отображение основных медицинских терминов;
5) экспорт заключения обследования в файл формата .docx;
6) сохранение результатов обследования в базу данных MySql.

В системе предусмотрено две роли пользователей: врач и гость, гостю доступны только функции по расчету показателей.

Система построена по клиент-серверной архитектуре, на рис. 1 приведена структурная схема системы. В состав клиентской части входят следующие подсистемы:

– авторизации, которая позволяет аутентифицировать пользователя;

– оценки состояния пациентов, с помощью которой пользователи могут ввести объективные показатели о состоянии пациента, а система рассчитать показатели, необходимые для постановки диагноза (рис. 2);

– экспорта результатов обследования позволяет сохранить результаты работы по оценке состояния пациента в документ формата MS Word;

– работы с данными пациента, которая позволяет вести медицинские карты пациентов;

– визуализации, которая отвечает за отображение рисунков при вводе показателей;

– справочная подсистема выдает информацию о медицинских терминах и краткое руководство для пользователя.

Обработка данных осуществляется на клиентской части, т.е. реализована технология «толстого» клиента. Обмен данными между клиентской и серверной частями проводится по протоколу TCP/IP с помощью соответствующих подсистем.

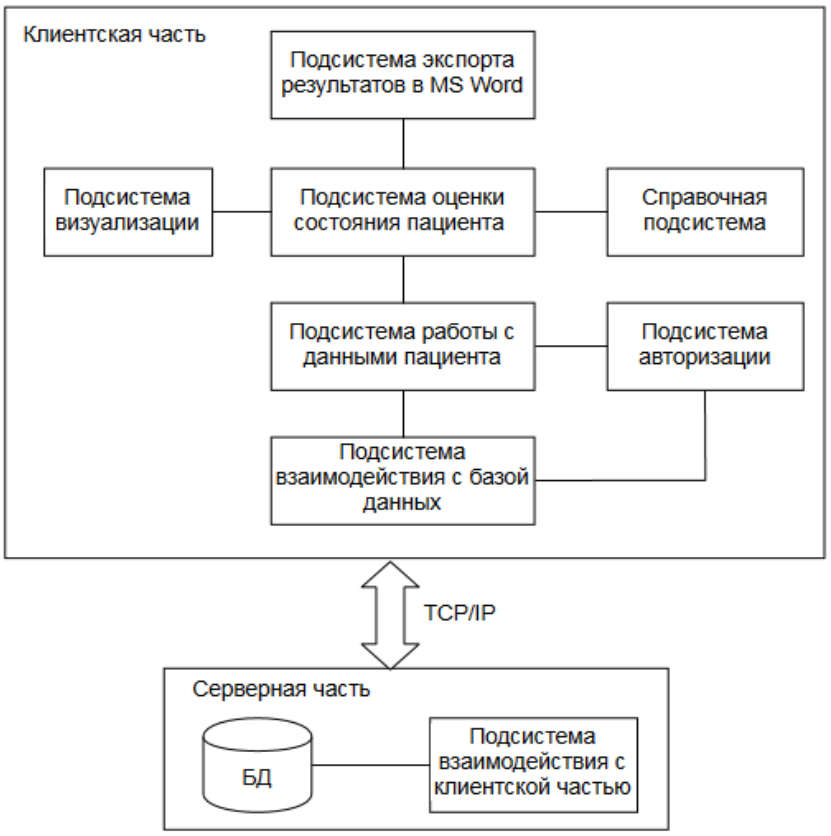


Рис. 1. Структурная схема системы

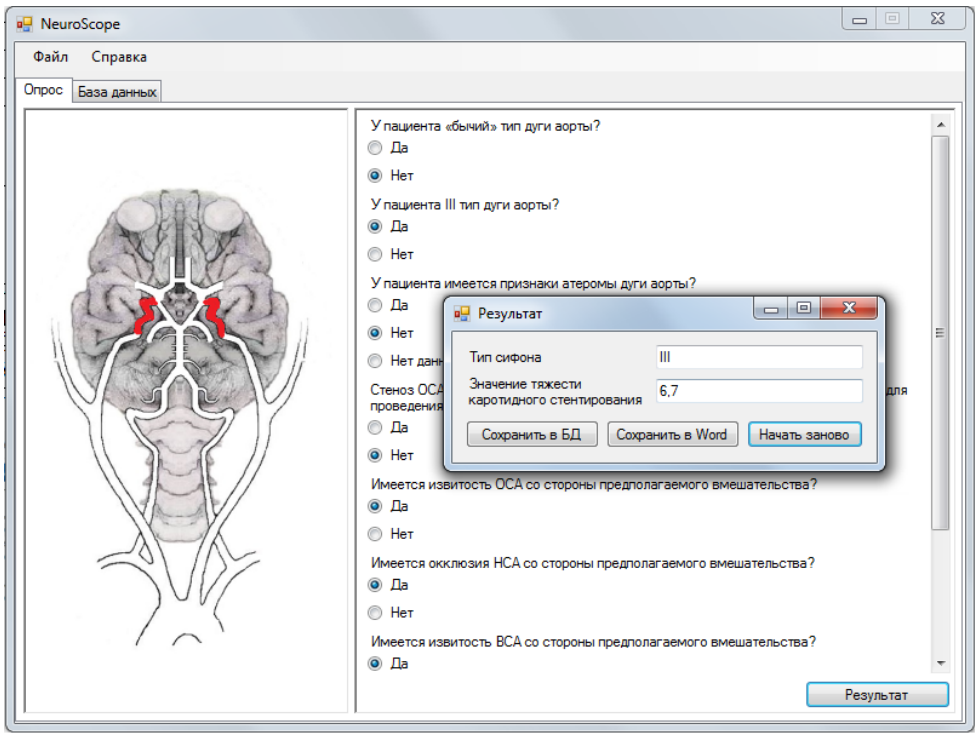


Рис. 2. Форма выдачи итоговой оценки состояния пациента

Система представляет собой настольное приложение, реализованное с помощью языка программирования C# с использованием фреймворка Entity v6.0 в среде программирования Visual Studio 2013. В качестве системы управления базой данных выбрана свободная реляционная система управления базами данных MySql 5.7.

Система разрабатывается по заказу отделения рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения клиник СамГМУ. Она поможет врачам получить оперативную информацию о состоянии пациента и в кратчайшие сроки определить наилучший метод его лечения, что может быть решающим фактором в спасении жизни человека.

М.В. Казакова, С.В. Смирнова

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «MULTISIM» ДЛЯ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСИЛИТЕЛЯ БИОПОТЕНЦИАЛОВ МЫШЦ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Усилители являются важной частью оборудования, используемого для регистрации биопотенциалов. Биоэлектрические потенциалы – это электрические потенциалы, которые возникают в тканях и отдельных клетках человека, а так же в тканях животных и растений. Они являются важными компонентами процессов возбуждения и торможения. [1] Главной задачей усилителя биопотенциалов является увеличение амплитуды сигнала до уровня, при котором возможна дальнейшая обработка сигнала. Чаще всего амплитуда биопотенциа-

лов составляет единицы милливольт и ниже. Например, диапазон амплитуд биопотенциалов мышечной ткани равняется 100-10000 мкВ. Следовательно, коэффициент усиления должен быть порядка 1000 или даже значительно выше.

Так же, обязательным условием усиления биопотенциалов является точное сохранение формы сигнала.

Во время электромиографического исследования могут возникать различные артефакты, которые влияют на результаты исследования. Электромиографические артефакты – это потенциалы биологического и физического происхождения, не связанные с активностью мышц и нервов. К физическим артефактам принято относить: сетевую наводку частотой 50 Гц, шум электродов, артефакты генераторов электромагнитных полей, радиопомехи, артефакты движения и др. [2]

Самым часто встречающимся артефактом является сетевая наводка. Она представляет собой синусоидальное искажение изолинии частотой 50 Гц. Основными причинами ее появления являются: плохое заземление электромиографа, нарушение техники наложения электродов, или пациент находиться вблизи электрической проводки или электроприборов.

Все вышеперечисленное необходимо учитывать при разработке электромиографического оборудования. Для того, чтобы это сделать, необходимо провести предварительное моделирование, с помощью специальных программ, таких как Multisim, Electronics Workbench и др.

Multisim – это популярный программный пакет, позволяющий моделировать электронные схемы и разводить печатные платы. Главной его особенностью является простой интерфейс, наличие виртуальных измерительных приборов, которые имеют возможность копировать реальные аналоги. Библиотека элементов содержит более 2000 SPICE-моделей компонентов National Semiconductor, Analog Devices, Phillips, NXP и других производителей. Присутствуют электромеханические модели, импульсные источники питания, преобразователи мощности. [3]

Нами была смоделирована схема усилителя биопотенциалов в программе «Multisim». (рис.1.)

На операционных усилителях U1A, U2B и U3A собран входной инструментальный усилитель с коэффициентом усиления примерно в 100 раз. С помощью двойных Т-образных мостов, настроенных на частоту 50 Гц, расположенных на входах операционных усилителей, происходит подавление синфазной помехи, наводимой на сигнальные провода и электроды. Эти фильтры, совместно с R1, R8 и фильтрами низких частот R5C4 и R13C8 понижают входное сопротивление каскадов до 100-200 кОм, что позволяет уменьшить внутренние шумы U1A, U2B на инфранизких частотах.

Следующим этапом работы являлась проверка усилителя биопотенциалов с шумовым сигналом. Для этого был построен генератор шума и подсоединен к усилителю биопотенциалов. (рис.2.)

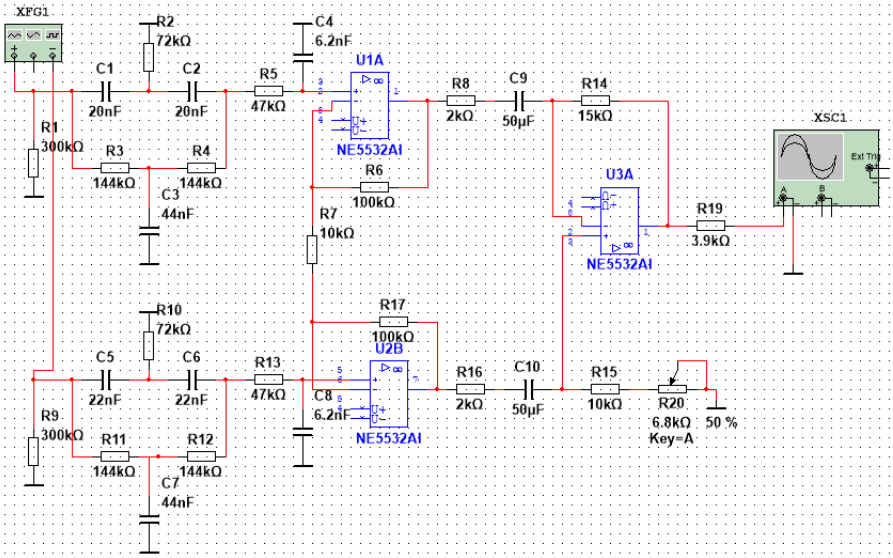


Рис. 1. Схема усилителя биопотенциалов

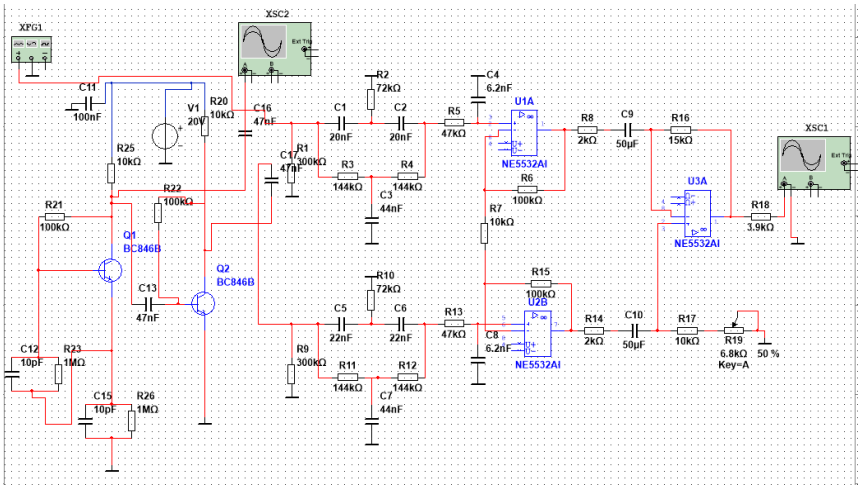


Рис.2. Схема усилителя биопотенциалов с подключенным шумовым генератором

Таким образом, программа «Multisim» позволяет моделировать электронные схемы и разводить печатные платы.

В дальнейшем планируется разработка канала снятия биопотенциалов мышц с помощью программного пакета NI Multisim.

Литература

1. Казакова М.В. Разработка концепции устройства для регистрации биопотенциалов мышц // XXIII Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция, сборник докладов: в 4 т. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2017. – Т. 2. – с. 51

2. Артефакты и их устранение: [Электронный ресурс] // Хелпикс.Орг - 2014; URL: http://helpiks.org/7-61955.html (Дата обращения: 5.02.2018)

3. NI Multisim: [Электронный ресурс] // СМИ Сайт-ПАЯЛЬНИК 'cxem.net' 1999-2018; URL: http://cxem.net/software/multisim.php (Дата обращения: 10.02.2018)

А.В. Калукова, М.М. Тюрина, Д.Р. Максимова, Д.В. Хазов

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОГО ПОСТРОЕНИЯ СМАРТ-УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ ПРИПАДКОВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им А.Н. Туполева – КАИ)

В 21 веке, с его сильным трафиком и бесконечной нехваткой времени, как никогда прежде, является необходимым внедрение современных технологий в повседневную жизнь. В рамках современного общества, несомненно, медицина, а вместе с ней и медицинские смарт-устройства являются одними из областей заслуживающих особого внимания.

Эпилепсия – хроническое заболевание головного мозга, характеризующееся повторными не провоцируемыми приступами нарушений двигательных, вегетативных, мыслительных или психических функций, возникающих вследствие чрезмерной нейронной активности [1]. При этом, приступ, случившейся единожды не взирая на его клинические проявления, не может считаться эпилепсией. В данной ситуации, только постоянно повторяющиеся не провоцируемые, спонтанные приступы (за исключением рефлекторной фотосенситивной формы), свидетельствующие об ухудшения состояния больного, являются твердой основой для записи в анамнез пациента этого заболевания.

Эпилептические приступы проявляются в виде различного типа припадков. Среди заболеваний «Международной классификации эпилепсий и эпилептических синдромов ILAE, 1989» возможно выделить те, что сопровождаются двигательной активностью конечностей [2].

Это заболевание приводят к сильным физическим, а также моральным страданиям больных. У них возникают трудности в процессе социализации, получения образования, отношениями в семье и обществе, также на данную категорию граждан распространяется ряд формальных и неформальных социально-трудовых ограничений, которые являются причинами снижения качества жизни. Именно из-за этого и существует острая необходимость разработки смарт-устройств, которые помогут формированию базы данных о приступах и на ее основе созданию математической модели заболевания, способствующие прогнозу о приближающемся приступе.

В «Способ диагностики эпилепсии и устройство для его реализации» [3] указана разновидность фаз патологической двигательной активности при выявлении эпилепсии во сне путем регистрации характерной для эпилепсии двигательной активности (ХЭДА). Как показывают исследования, патологической фазе предшествует фаза сна без ХЭДА, а патологическая фаза состоит из четырех последовательно сменяющих друг друга периодов:

1 - период зарождения двигательной активности конечностей пациента, который определяется наличием колебаний с частотой не более 0,25 Гц и размахом сигнала (peak-to-peak amplitude) до ±23% от «нулевой фазы» в одной из

пространственных осей измерений акселерометрического датчика, длительность периода не более 30 секунд;

2 - развития характерной двигательной активности конечностей, которая выявляется наличием колебаний с частотой 0,25÷3 Гц и дисперсией сигнала до ±90% от «нулевой фазы» в одной из осей измерения акселерометрического датчика, длительность периода не более 20 секунд;

3 - период затухания двигательной активности конечностей пациента, определяющейся колебаниями с частотой 3÷5 Гц и размахом сигнала до ±5% от «нулевой фазы» в какой-либо из осей акселерометрического датчика, длительностью не более 15 секунд;

4 - период прекращения судорожной двигательной активности конечностей пациента, определяющейся наличием колебаний с частотой 0,05÷0,2 Гц, без заметного изменения размаха сигнала, характерного для третьего периода, длительностью не менее 60 секунд.

В отличии от «Способ диагностики эпилепсии и устройство для его реализации» в смарт-устройстве регистрации эпилептических припадков есть индикатор в виде дисплея и контрольная панель управления в виде сенсорной кнопки. Основой концепции смарт-устройства для регистрации двигательной активности является цифровая электроника, что предполагает работу элементов на малых мощностях, что сокращает место под блок питания. Датчиками выступают трех осевой акселерометр и пульсометр (рис.1) Акселерометр измеряет частоту и амплитуду колебаний, а пульсометр частоту сердечных сокращений и благодаря системе оповещений устройство может предупредить пациента о резком изменении частоты пульса. Устройство может сопрягаться со стационарными и мобильными девайсами.

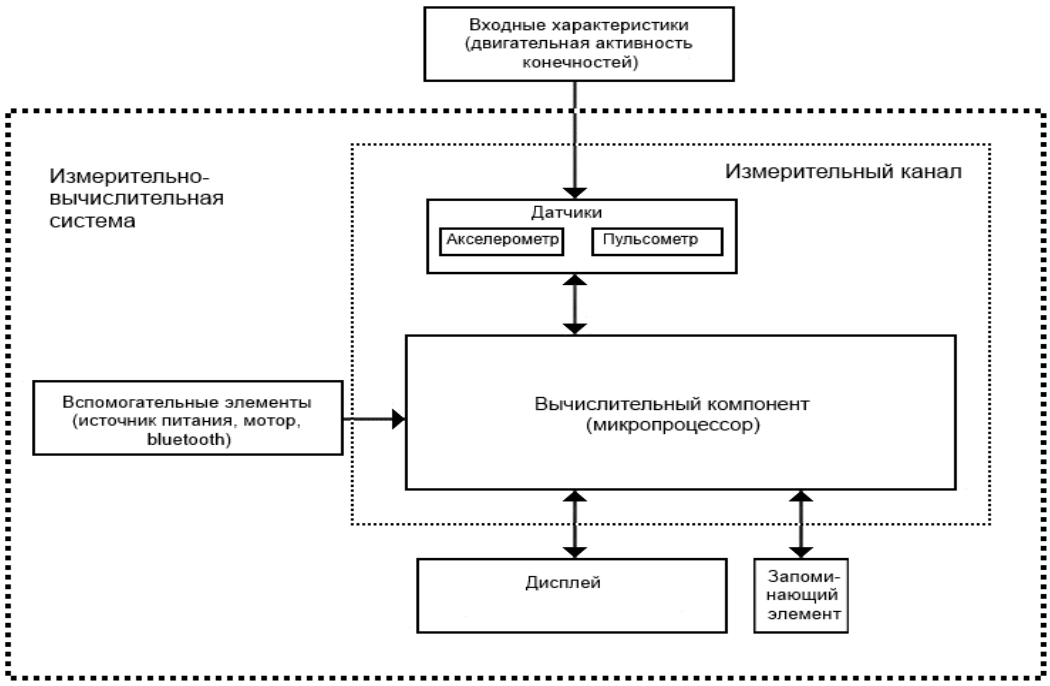


Рис. 1. Структурная схема смарт-устройства регистрации эпилептических припадков

Таким образом, в данной работе были предоставлены результаты анализа и актуальности смарт-устройства для мониторинга ХЭДА, результаты которого позволили разработать структурную схему устройства. Данная разработка имеет перспективы быть использованным представителями разных поколений, а также, будучи сопряжённым с мобильным или стационарным устройство, сможет отслеживать приближение приступов во времени, а также отправлять сообщения о начале приступа.

Литература

1. Юдельсон Я. Н., Юрьева Ю. В, – «Эпилептология для неврологов». Смоленская медицинская академия 2004г.

2. Авакян Г. Н., Блинов Д. В., Лебедева А. В., Бурд С. Г., Авакян Г. Г. Классификация эпилепсии Международной Противоэпилептической Лиги: пересмотр и обновление 2017 года. Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2017; 9 (1): 6-25. DOI: 10.17749/2077-8333.2017.9.1.006-025.

3. Горбунов А. В., Егоров С. А., Егоров А.С. – «Способ диагностики эпилепсии и устройство для его реализации». Опубл.:14.06.2016. Бюл.№35 Патентообладатель: ФГБОУ ВО "ТГТУ".

О.Х. Кулдашов, Ф.Д. Мамарозиков, Г.А. Журабаева

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА

(Ташкентский университет информационных технологий Ферганский филиал)

Анализ выдыхаемого воздуха является быстро развивающимся направлением неинвазимной медицинской диагностики. Еще во время Гиппократа врачи заметили, что выдох пациентов при диабете, болезнях печени и почек, заражения анаэробными инфекциями обладает специфическими запахами [1].

В качестве параметров для построения корреляционных зависимостей и неинвазивного определения глюкозы предлагается использовать концентрацию ацетона в составе выдыхаемого человеком воздуха [2]. Ацетон присутствует в составе выдыхаемого воздуха постоянно на уровне 1-3 мг/м^3, концентрация ацетона в моче идентифицируется полуколичественно и имеет небольшое диагностическое значение. Ацетон в выдыхаемом воздухе появляется много раньше, чем в моче. Концентрация ацетона создается в человеческом организме за счет неполного окисления жиров и белков, в результате которого образуется энергия, возмещающая недостаток энергии получаемой в процессе окисления гликогена. Ацетон, в составе выдыхаемого воздуха, является компонентом, который присутствует в выдохе любого человека. Концентрация ацетона у здоровых людей не превышает 3-5 мг/м^3 (норма), концентрация глюкозы в крови, измеренная параллельно, составляет 4-8 ммоль/л (норма), ацетон в моче при использовании традиционных методов определения не идентифицируется. У лю-

дей, болеющих сахарным диабетом (кетонемия компенсирована), концентрация ацетона достигает 8-10 мг/м^3 при нормальном содержании глюкозы в крови 4-8 ммоль/л.

Присутствие ацетона в выдыхаемом воздухе является достаточным показателем для вывода о том, что углеводный обмен у пациента нарушен, независимо от причин вызвавших это нарушение [3,4].

Создание новых высокоэффективных полупроводниковых источников излучения в ближней ИК- области спектра создают предпосылки для разработки высокочувствительных и точных, надежных устройств для контроля концентрацию ацетона в составе выдыхаемого человеком воздуха.

Известно, что характеристические полосы поглощения целого ряда важных химических соединений лежат в средней ИК области спектра. Среди них вода и ее пары (1,94 мкм, 2,75-2,85 мкм), метан (1,65 мкм, 2,3 мкм, 3,3 мкм), углекислый газ (2,65 мкм, 4,27 мкм), угарный газ (2,34 мкм, 4,67 мкм), ацетон (3,4 мкм), аммиак (2,25 мкм, 2,94 мкм) и многие другие неорганические и органические вещества.

Источники излучения в этой спектральной области могут применяться в медицине, например для измерения содержания сахара в крови.

В данной работе предложен оптоэлектронный метод и устройство диагностики сахарного диабета, блок схема которой приведена на рис. 1.

В оптоэлектронном методе диагностики сахарного диабета контролируется концентрация ацетона в составе выдыхаемого человеком воздуха, который используетьься в качестве диагностики сахарного диабета.

Принцип преобразования контролируемого параметра в фотоэлектрический сигнал основан на следующем. Выдыхаемый человеком воздух облучают двумя потоками на разных длинах волн, одна из которых лежит на полосе поглощения контролируемым параметром, другая - вне полосы, принимают долю интенсивности излучения, преобразуют в электрический сигнал, пропорциональный значению контролируемого параметра.

Устройство диагностики сахарного диабета содержит источник питания 1, генератор прямоугольных импульсов с двумя противофазными выходами 2, к одному выходу которого подключен делитель частоты 3 (последовательный счетчик), выход которого через одновибратор 4 соединен с управляющим входом модулятора 5 экспоненты, эмиттерный повторитель 6, два электронных ключа 7 и 8, излучающие диоды рабочий 9 и опорный 10, излучающие на опорной и рабочей длинах волн соответственно, газовую камеру 11, фотоприемник 12,соединенный с первым дифференцирующим устройством 13, выход которого через пороговое входом схемы совпадений 15, первый вход которой подключен к выходу второго дифференцирующего устройства 16, вход которого соединен с излучающим диодом 10, счетчик 17, счетный вход которого соединен с выходом схемы совпадений 15, а его вход "установка нуля" соединен с выходом одновибратора 4. Газовую камеру выдыхаемой человеком воздух 11 облучают двумя потоками излучения $\Phi_{0\lambda 1}$ и $\Phi_{0\lambda 2}$ на опорной λ_1 и рабочей λ_2 длинах волн соответственно.

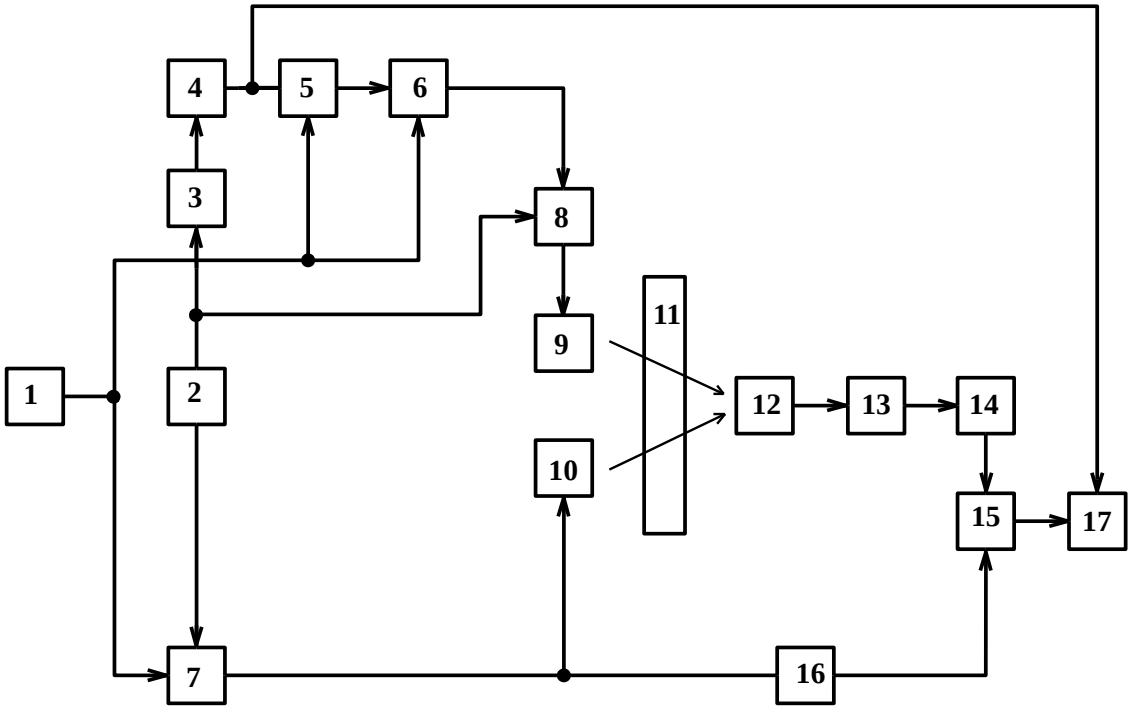


Рис.1. Блок схема оптоэлектронного устройство диагностики сахарного диабета

Прошедшие через газовую камеру потоки излучения будут равны соответственно: $\Phi_{\lambda 1} = \Phi_{0\lambda 1} e^{-kLN_1}, \Phi_{\lambda 2} = \Phi_{0\lambda 2} e^{-kLN_1} \cdot e^{-k_2 LN_2}$, (1)

где : $\Phi_{0\lambda 1}$ и $\Phi_{0\lambda 1}$ – подающие на газовую камеру потоки излучения на длинах волн λ_1 и λ_1 соответственно, $\Phi_{\lambda 1}$, $\Phi_{\lambda 2}$ - потоки излучения после прохождения через после прохождения через газовую камеру на длинах волн λ_1 и λ_2 соответственно,

N_1 - концентрация смеси газообразных веществ,

L - длина оптического пути, т.е. длина газовой камера,

N_2 - концентрация определяемого газообразного вещества,

K_1 - коэффициент рассеяния смеси газообразных веществ,

K_2 - коэффициент поглощения определяемого газообразных веществ.

Поток $\Phi_{0\lambda 1}$ изменяется во времени (t) по экспоненциальному закону:

$$\Phi_{\lambda 1} = Ae^{-\frac{t}{\tau}} \cdot e^{-k_1 LN_1}, \quad (2)$$

где A – постоянный коэффициент, соответствующий начальному значению амплитуды экспоненциального импульса.

В момент равенства потоков $\Phi_{\lambda 1}$ и $\Phi_{\lambda 2}$

$$\Phi_{0\lambda_2} e^{-k_2 LN_2} = Ae^{-\frac{t_c}{\tau}} \quad (3), \quad N_2 = \frac{1}{K_2 L_\lambda} \cdot t_c, \quad (4)$$

где t_c – время, соответствующее моменту сравнения,

τ - постоянная времени экспоненты.

В оптоэлектронном устройстве использованы в качестве излучающего диода на опорной длине волне светодиоды на основе GaAlAsSb/GaInAsSb/GaAlAsSb (3,12 мкм), а излучающего диода на измери-

тельной длине волны светодиоды на основе GaAlAsSb/GaInAsSb/GaAlAsSb (3,4 мкм) [5].

Применен фотодиод серии PD36 для спектрального диапазона 1,5 - 3,8 мкм изготавливаются на основе гетероструктуры InAs/InAsSbP.

Литература

1. Мазовецкий А.Г., Великов В.Г. Сахарный диабет. – М.: Медицина, 1987.

2. Вакс В.Л., Домрачева Е.Г., Собакинская Е.А.,Черняева Н.Б. Анализ выдыхаемого воздуха: физические методы,приборы, и медицинская диагностика. / Успехи физических наук. 2014. №7. С. 739-757.

3. Силков, М. М. Борисик, И. М. Король. Неинвазивные методы и приборы диагностики сахарного диабета. // Медэлектроника. 2016. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей IX Международная научно-техническая конференция (Минск, 8–9 декабря 2016 г.) – Минск : БГУИР, 2016. С. 130 - 132.

4. Базаев Н.А.,Маслобоев Ю.П.,Селищев С.В. Оптические методы неинвазивного определения уровня глюкозы в кровы. / Медицинская техника, 2011.№ 5(270). С. 23-33.

5. Стоянов Н.Д, Астахова А.П., Молчанов С.С., Кижаев С.С., Журтанов Б.Е, Калинина К.В, Гурина Т.И., Михайлова М.П., Именков А.Н.,Яковлев Ю.П. Разработка мощных светодиодов на основе наногетероструктур для среднего ИК диапазона (1.6 - 4.6 мкм) и их применение в портативных оптических анализаторов газов и жидкостей нового поколения. // ФТП. 2003.том 37. вып.8 С.996-1009.

А.М. Леднев, Р.А.Пиняжин

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОММУНИКАЦИЙ В СЛУЖБЕ МОБИЛЬНЫХ ДОКТОРОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Введение

Автоматизация процессов оказания услуг является достаточно частой задачей, решаемой в настоящее время для различных предметных областей. Клиентам во многих случаях нет необходимости покидать пределы своего дома, чтобы получить свой товар или услугу. Вызов доктора на дом является одним из примеров, где автоматизация процесса предоставления этой услуги имеет большое значение, как для скорости обслуживания клиента, так и для взаимодействия выездного доктора и офиса.

Стоит отметить, что существующие системы автоматизации подобных услуг в основном ориентированы на клиентов в плане предоставления средств

заказа и отслеживания выполнения заказа, в то время как эффективность организации самой работы зачастую уходит на второй план.

Проблема

Проведенный анализ услуг служб мобильных докторов на рынке Великобритании показал, что большинство решений автоматизируют в основном процесс приема заказа, нежели внутренние коммуникации при непосредственном оказании услуги.

В процессе исследования взаимодействия выездного доктора и офиса оказалось, что способ коммуникации данных участников процесса через телефонные звонки не является эффективным и требует избыточных действий с обеих сторон [1]. К таким действиям можно отнести:

1) звонок доктору из офиса для передачи заказа;

2) подтверждение доктором принятия заказа и сообщение ориентировочного времени прибытия.

Данную проблему можно решить за счет автоматизации взаимодействия с использованием мобильных технологий, в рамках которой будет разработана информационная система, имеющая клиент серверную архитектуру, где клиентом является мобильное приложение для доктора.

Однако перед тем как реализовывать данную информационную систему, необходимо обратить особое внимание на технические аспекты реализации протоколов взаимодействия клиента и сервера, а также исследовать параметры, которые позволят влиять на качество взаимодействия докторов с офисом.

Анализ информационных параметров взаимодействия

Начнем с того, что необходимо определить параметры, которые в дальнейшем могут повлиять на эффективность работы системы и соответственно на качество предоставляемого сервиса мобильных докторов в целом.

Для этого необходимо определить какую именно информацию требуется отправлять с клиента. В зависимости от объёма передаваемых данных будет изменяться скорость работы приложения и скорость обслуживания пациента. Также необходимо определить в каком виде и как данная информация должна храниться на стороне клиента.

Информация о передаваемых данных формируется путем исследования предметной области и разрабатываемого на этой основе функциональности системы.

На основе анализа работы службы мобильных докторов была составлена инфологическая модель предметной области, представленная на рисунке 1.

Таким образом, были определены следующие информационные элементы:

1) Сервер отправляет на клиент:

- информацию о заказе;
- уведомление о назначении доктора на заказ.

2) Клиент отправляет на сервер:

- координаты доктора;

- обновленные данные о заказе, включая медицинские отчеты, время прибытия и т.д.;

Анализ технических параметров взаимодействия

Определившись с тем, какой информацией необходимо обмениваться, следует также проанализировать технические аспекты взаимодействия:

1) Способ передачи информации (протокол, синхронно/асинхронно).

2) Частота передачи данных. Здесь необходимо найти ту частоту, при которой не будет большой нагрузки на сервер и при которой, данные смогут оставаться актуальными [3].

3) Обработка плохого сигнала сети. Выездной доктор постоянно перемещается с одного заказа на другой, следовательно, сеть будет не всегда доступна.

4) Синхронизация состояния данных клиента и сервера. Из-за отсутствия сети клиент не всегда сможет получать актуальные данные с сервера или сам не сможет передавать необходимые данные.

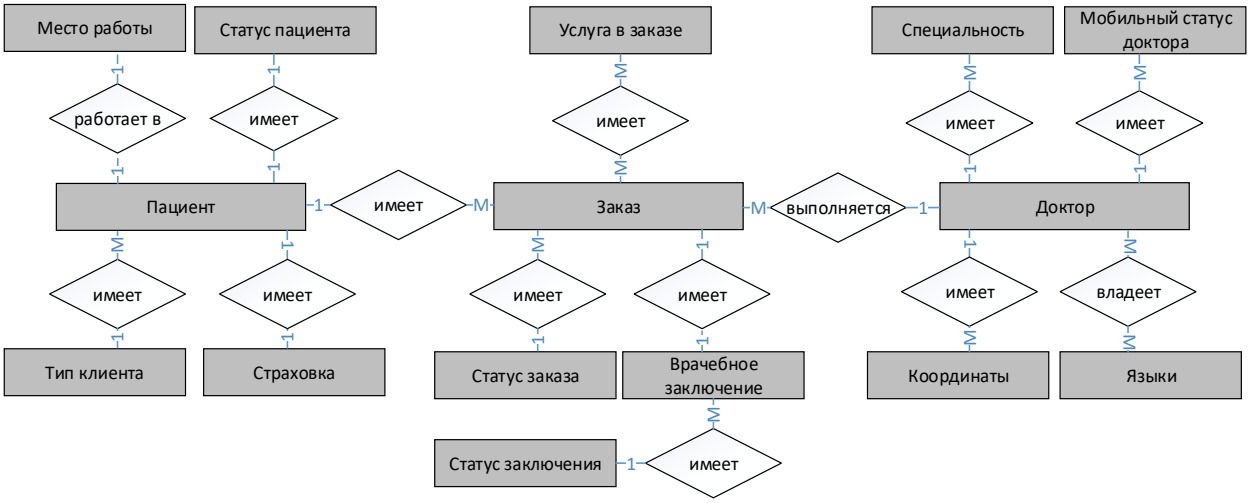


Рисунок 1 – Модель данных

Процесс взаимодействия можно представить в виде абстрактной схемы с запросами от клиента и ответами с сервера. Схема взаимодействия представлена на рисунке 2.

Как видно из схемы, перед тем как отправить запрос, необходимо преобразовать данные в определённый формат (JSON, XML) для её передачи и последующее преобразование в модель после приема запроса.

Используя данный способ взаимодействия, и параметры, определённые в предыдущем пункте, становится возможным исследовать работу системы и определить её эффективность.

Также важно правильно выбрать протокол взаимодействия между клиентом и сервером, к примеру, это могут быть web socket или http. Используя web socket, устанавливается соединение между клиентом и сервером, и происходит обмен данными. Сервер и клиент могут посылать друг другу сообщения, когда новая информация доступна (либо на сервере, либо на клиенте), что в контексте данной предметной области будет очень полезно, так как доктор должен посто-

янно отсылать свои координаты на сервер. К плюсам данного протокола можно отнести скорость и эффективность передачи данных, а также время жизни соединения. С http протоколом необходимо постоянно опрашивать сервер на предмет каких-либо изменений, так как данный протокол не поддерживает долгие соединения. К плюсам данного протокола можно отнести его простоту, которая позволяет легко создавать необходимые клиентские приложения, а также стоит отметить его распространенность [2].

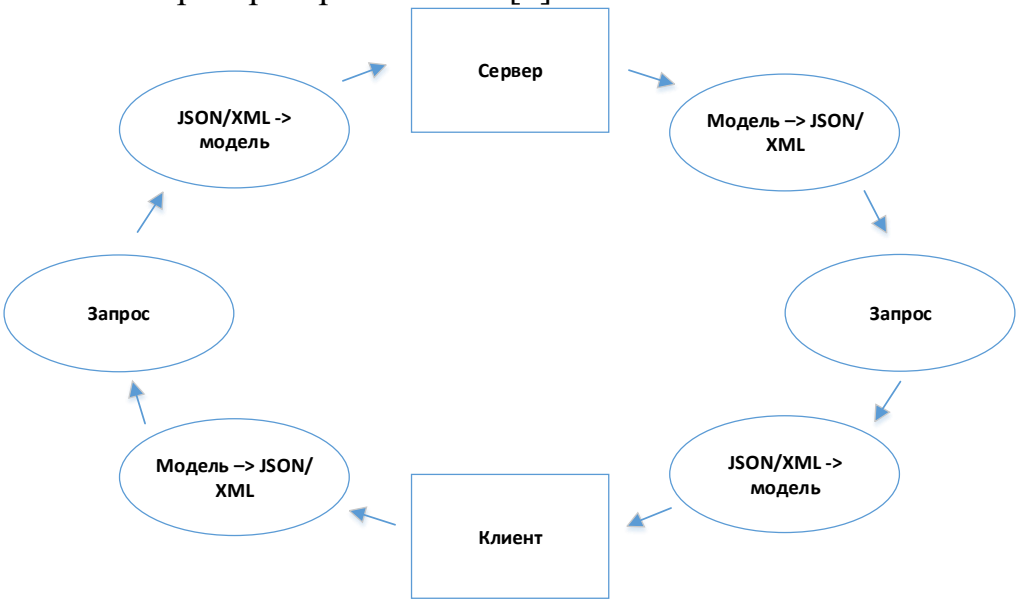


Рисунок 2 – Схема взаимодействия клиента и сервера

Обозначив и решив вопросы в данной статье, можно реализовать систему с расчётом на дальнейшую настройку и тестирование, чтобы понять какие части системы реализованы наиболее эффективно, а какие можно было бы изменить.

Заключение

В ходе данной работы была выявлены проблемы, с которыми сталкиваются медицинские службы мобильных докторов. А также обоснована необходимость автоматизации процесса взаимодействия доктора и офиса.

Рассмотрена схема отправки запросов с клиента и получение ответа с сервера. Были определены основные технические параметры для исследования системы:

– способы передачи информации;
– частота передачи данных;
– обработка плохого сигнала сети;
– синхронизация состояния данных клиента и сервера.

В дальнейшем проведя исследование и реализовав систему, можно будет провести тестирование и проанализировать результаты.

Литература

1. Seán Boyle. United Kingdom (England): Health system review / Seán Boyle – 13 v. – Health Systems in Transition, 2011. – 486. – с. 229

2. Как работает WebSocket и HTTP/2. Что выбрать? [Электронный ресурс]: – URL: https://blog.sessionstack.com/how-javascript-works-deep-dive-into-websockets-and-http-2-with-sse-how-to-pick-the-right-path-584e6b8e3bf7

3. Введение в архитектуру клиент-серверных приложений. [Электронный ресурс]: – URL: http://www.fandroid.info/lektsiya-1-vvedenie-v-arhitekturu-klient-servernyh-android-prilozhenij-chast-1/

А.М. Леднев, К.О. Тимошкина

ПРИМЕНЕНИЕ P2P СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ МЕДИЦИНСКИХ СЛУЧАЕВ

(Самарский университет)

Введение

Фармацевтическая промышленность, а также компании, оказывающие медицинские услуги, заинтересованы в применении новейших технологий, которые позволят проводить сложные операции, обследования, ускорять обработку лабораторных анализов, консультировать и осматривать пациентов на расстоянии и в целом поддерживать здоровье людей на более высоком уровне.

Однако помимо применения высокотехнологичных решений по-прежнему крайне актуальными остаются проблемы связанные с возможностью получения компетентной первоначальной помощи, когда пациент сталкивается со сложным медицинским случаем, требующим либо медицинского консилиума, либо консультации специалистов с соответствующим опытом.

Проблема коммуникации сложных медицинских случаев

Зачастую при возникновении проблем со здоровьем пациент обращается к врачу - специалисту, выбирая либо ближайшего доктора, либо по рекомендациям. В некоторых случаях такой выбор может привести к задержке в лечении, если врач:

а) не сталкивался с таким случаем ранее;

б) врачу не с кем посоветоваться, его ближайшее окружение также не сталкивалось с таким случаем, либо сталкивалось, но частично.

Такие случаи будем в дальнейшем называть сложными медицинскими случаями. При долгой отсрочке лечения у пациента могут начаться осложнения, что в конечном итоге может привести к непоправимым последствиям.

Обычно при рассмотрении сложных медицинских случаев в больницах собирают консилиум, но это не всегда возможно. Так как многих специалистов просто физически нельзя собрать в одно время, и работать они могут в разных клиниках. В основе всех этих сложностей лежит проблема коммуникации, которую можно решить с применением современных технологий и подходов.

Применение P2P сети для решения проблем коммуникаций

Эффективная коммуникация происходит, когда люди получают правильную информацию в нужное время. Неэффективная коммуникация приводит к

провальным проектам, сдвиганию сроков и упущенным возможностям. Очевидно, что и в медицине эффективная коммуникация определяет успешность всего процесса лечения. В данной статье предложено решение проблемы коммуникации за счет организации сети докторов. Это позволит осуществлять подбор требуемого доктора, а также даст возможность врачам консультироваться друг с другом при лечении сложных медицинских случаев: каждый врач может дополнять историю болезни своим экспертным мнением и/или передавать ее следующему врачу для поиска оптимального решения.

Реализация данного подхода позволит пациентам получить более эффективное решение, когда методика лечения не ограничивается только доктором «по месту жительству».

При этом сами доктора в данной сети являются абсолютно равноправными элементами, что позволяет рассматривать данную организацию в виде P2P сети. Данный подход был ранее исследован и показал свою применимость к решению схожих проблем в других предметных областях[2, 3, 4].

Модель P2P сети

Участниками P2P сети служат пиры, которые с точки зрения организации являются исполнителями, а с точки зрения информационной среды – акторами [5]. В данном случае акторами являются доктора, обладающие определенной автономностью по принятию решений и способные использовать ресурсы для исполнения определенных задач.

Спроектируем P2P сеть, которая обеспечивает возможность предоставления акторами друг другу услуг по решению медицинских случаев в качестве соисполнителей или консультантов. В этой сети каждый актор (доктор) после получения задачи может запланировать ее решение с помощью собственных ресурсов, если его знаний и опыта хватает для ее решения, либо же передать ее для решения своему коллеге. Также возможен случай, что актору требуется дополнительная консультация, в этом случае он может разделить задачу на несколько других задач (декомпозировать) и передать часть новых задач другим специалистам. Целью такой P2P сети является обеспечить своевременное решение поставленных задач – нахождение решений для сложных медицинских случаев.

Рассмотрим пример, когда врачу поступает заявка на лечение пациента, но он с такими случаями раньше не сталкивался и коллег, имевших дело с подобными ситуациями у него нет. На поиски нового врача может уйти много времени и в итоге они могут ни к чему не привести. Пациент же останется без диагноза или пойдет к другому врачу, который также может оказаться недостаточно компетентен в этом вопросе и даже назначить неправильное лечение. Последствия от таких действий могут быть самыми разными.

Данный пример можно проиллюстрировать в виде P2P сети докторов, изображенной в виде графа (Рисунок 1), где вершинами являются доктора, а ребрами – знания докторов о компетенциях друг друга.

Для решения подобных проблем в данной работе предлагается применить один из алгоритмов поиска в P2P сетях.

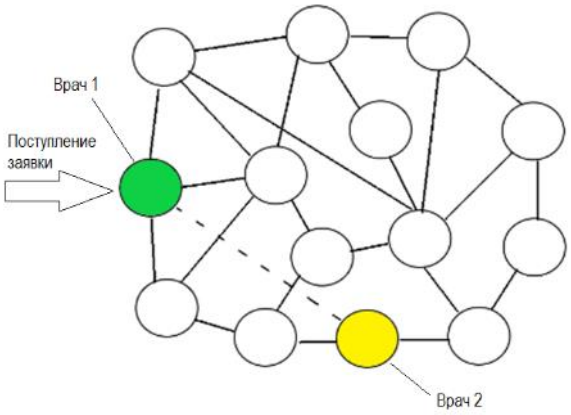


Рис. 1. P2P сеть докторов

Приведем 2 наиболее распространенных алгоритма:

1) Алгоритм «затопления» (Flooding algorithm), основанный на распространении запроса между всеми участниками сети. Алгоритм «затопления» начинается с запрашивающего узла, а затем все запросы перераспределяются на соседей. Каждый узел действует как приемник и передатчик. Запрос пересылается узлом всем его соседям, кроме тех, от которых он получил сообщение. (Основным преимущество этого алгоритма - надежность, в основном гарантируется, что все возможные варианты будут рассмотрены, недостатком является его затратность)
2) Алгоритм случайного блуждания (Random Walk Algorithm), при реализации которого опрашиваются выборочные элементы. (основное преимущество этого алгоритма заключается в том, что достигается значительное сокращение сообщений, недостатком – вероятность успеха зависит от того какой выбор был сделан в процессе случайного отбора)

В данном примере заявка изначально поступает к первому врачу, но ни он ни его ближайшее окружение не знают как решить эту проблему, с использовании алгоритмов поиска P2P сети будет найден врач, способный решить эту задачу (Врач 2).

Заключение

В данной работе была рассмотрена проблема лечения сложных медицинских случаев, поиск решения которых может быть оптимизирован в том числе за счет реализации сетевого взаимодействия, которое позволит улучшить коммуникации между врачами.

Для решения данной проблемы необходимо разработать программу, реализующую P2P сеть и распределение в ней заказов, провести имитационное моделирование, которое позволит, избежать и нейтрализовать многие проблемы связанные с формированием заказов, контролировать загруженность специалистов и в случае необходимости направлять пациента к другому доктору.

Литература

1. Использование Blockchain в фармацевтике и медицине. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.miningbitcoinguide.com/technology/ blockchejn-v-medisine, свободный. – Загл. с экрана.

2. Lednev A. Mobile P2P taxi service / MSc Dissertation, University of Surrey. – 2010. –c. 75.

3. A. Ivaschenko, and A. Lednev, “Time-based regulation of auctions in P2P outsourcing”, Proceedings of the 2013 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technology (IAT), Atlanta, Georgia, USA, 2013, pp. 75 – 79.

4. A. Ivaschenko, A. Lednev, etl. Agent-Based Outsourcing Solution for Agency Service Management”, Proceedings of SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys), 21-22 September 2016, London, United Kingdom, ISBN (IEEE Xplore): 978-1-5090-1121-6 ISBN (USB) - 978-1-5090-1665-5, pp. 753-758

5. Иващенко А.В. Управление взаимодействием персонала предприятия в многоакторной интегрированной информационной среде // Программные продукты и системы, 2012. - №3.- с. 18-22.

И.А. Лёзин, В.А. Кудряшов

ДИАГНОСТИКА НА НАЛИЧИЕ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЧЕЛОВЕКА НЕЧЁТКОЙ НЕЙРОННОЙ ПРОДУКЦИОННОЙ СЕТЬЮ ВАНГА-МЕНДЕЛЯ

(Самарский университет)

Своевременная диагностика сердечных заболеваний играет важную роль в связи с ростом числа таких заболеваний, но проведение всех необходимых анализов затратно как с финансовой точки зрения, так и с точки зрения затраченного на них времени. Задача диагностики на наличие сердечных заболеваний по данным анализов сводится к задаче классификации, которая хорошо решается нейронными сетями [2]. Для решения данной задачи можно использовать нечёткие продукционные нейронные сети.

Входные данные для нейронной сети представляют собой числовые вектора признаков, каждый вектор содержит тринадцать различных признаков, каждый из которых характеризуется вещественным числом, к ним относятся такие признаки как возраст и пол пациента, результаты электрокардиографии. Выходным значением является целое число от 0 до 4, где 0 означает отсутствие сердечного заболевания, а число от 1 до 4 – его наличие. Работа нейронной сети заключается в диагностике на наличие сердечного заболевания (значения от 1 до 4) или его отсутствия (значение 0). В качестве нейронной сети используется нечёткая продукционная сеть Ванга-Менделя. Такая нейронная сеть способна решать задачу классификации при неполных данных [3].

В основе работы нечётких нейронных сетей лежит теория нечётких множеств. Нечётким множеством A в некотором непустом пространстве X, что обозначается $A \in X$, называется множество пар $A=\{(x, \mu_A(x)); x \in X\}$, где $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ – функция принадлежности нечёткого множества A [1].

Эта функция для каждого элемента $x \in X$ приписывает степень его принадлежности к нечёткому множеству A, при этом можно выделить три случая:

1. $\mu_A(x) = 1$ означает полную принадлежность элемента x множеству A;
2. $\mu_A(x) = 0$ означает отсутствие принадлежности элемента x к множеству A;
3. $0 < \mu_A(x) < 1$ означает частичную принадлежность элемента x к множеству A;

На нечётких множествах можно определить ряд математических операций, являющихся обобщением аналогичных операций, выполняемых на чётких множествах.

Элементы теории нечётких множеств, правила импликации и нечётких рассуждений образуют систему нечёткого вывода. В ней можно выделить базу правил, содержащую множество используемых в системе нечётких правил и описания функций принадлежности, механизм вывода и агрегирования, который формируется применяемыми правилами нечёткой импликации. Кроме того, если в качестве входных и выходных сигналов системы выступают чёткие величины, то в состав системы должны входить фуззификатор и дефуззификатор.

Фуззификатор преобразует N – мерный входной вектор в нечёткое множество, характеризуемое функцией принадлежности с чёткими переменными [3]. Нечёткие системы могут иметь функции принадлежности произвольной структуры, но наиболее распространёнными являются функции гауссовского типа, а также треугольные и трапецеидальные функции. Обобщённая гауссовская функция с центром радиусом (шириной) и параметром формы кривой определяется формулой:

$$\mu_A(x) = \exp\left[-\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^{2b}\right] \quad (1)$$

Значение $b = 1$ соответствует стандартной функции Гаусса, также можно подобрать значения параметра, при которых формула (1) будет определять треугольную и трапецеидальную функции. На практике часто используется симметричная треугольная функция:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|x-c|}{d} \text{ для } x \in [c-d, c+d] \\ 0 \quad \text{для остальных} \end{cases}, \quad (2)$$

Где c – точка середины основания треугольника, а d – половина основания треугольника.

Дефуззификатор трансформирует нечёткое множество в полностью детерминированное точечное решение. Нечёткое множество представляет зависимость как функцию от выходной переменной. В модели Ванга-Менделя дефуззификация относительно среднего центра и выходной сигнал данной системы, при использовании фуззификатора в виде обобщенной гауссовской функции (1) определяться по формуле:

$$y = f(x) = \frac{\sum_{i=1}^{M} y_i \left[\prod_{j=1}^{N} \exp\left[-\left(\frac{x_j - c_j^{(i)}}{\sigma_j^{(i)}} \right)^{2b_j^{(i)}} \right] \right]}{\sum_{i=1}^{M} \left[\prod_{j=1}^{N} \exp\left[-\left(\frac{x_j - c_j^{(i)}}{\sigma_j^{(i)}} \right)^{2b_j^{(i)}} \right] \right]}, \quad (3)$$

В нейронной сети, реализующей данную модель и состоящей, например, из четырёх слоев, первый слой будет выполнять фуззификацию входных переменных, то есть преобразовывать числовой вектор признаков в нечёткое множество, второй – агрегирование значений отдельных переменных в условии i-го правила вывода, третий (линейный) – агрегирование правил вывода (первый нейрон) и генерацию нормализующего сигнала (второй нейрон), тогда как состоящий из одного нейрона выходной слой осуществляет нормализацию, формируя выходной сигнал $y(x)$ – целое число от 0 до 4, показывающее наличие сердечного заболевания у пациента.

Для обучения данной нейронной сети используется адаптивный алгоритм, который также называется самоорганизующимся, потому что позволяет одновременно определять, как параметры сети, так и ее структуру (количество нейронов скрытого слоя). Результаты работы сети представлены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты работы нейронной сети

Пациент	**Входной вектор признаков**	**Выходной сигнал сети**	**Фактический результат**
1	63.0, 1.0, 1.0, 145.0, 233.0, 1.0, 2.0, 150.0, 0.0, 2.3, 3.0, 0.0, 6.0	0	0
2	60.0, 1.0, 4.0, 130.0, 253.0, 0.0, 0.0, 144.0, 1.0, 1.4, 1.0, 1.0, 7.0	1	1
3	67.0, 1.0, 4.0, 125.0, 254.0, 1.0, 0.0, 163.0, 0.0, 0.2, 2.0, 2.0, 7.0	3	2
4	62.0, 0.0, 4.0, 160.0, 164.0, 0.0, 2.0, 145.0, 0.0, 6.2, 3.0, 3.0 ,7.0	3	3

Таким образом, разработанная автоматизированная система решает задачу диагностики на наличие сердечных заболеваний при помощи нечёткой продукционной нейронной сети Ванга-Менделя.

Литература

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы [Текст]/ Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452с.: ил.

2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст]/ Пер. с

англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.

3. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечёткие модели и сети [Текст]. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.: ил.

Н.И. Лиманова, М.Н. Седов

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ В БАЗАХ ДАННЫХ МЕДУЧРЕЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТРИКИ ЛЕВЕНШТЕЙНА

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение

В процессе обработки информации о пациентах (физических лицах) в медицинских учреждениях для удобства обработки данных каждому набору реквизитов физических лиц (таких как ФИО, адрес, номера паспорта и полиса, СНИЛС и т.п.) в базах данных присваивается так называемый персональный идентификационный номер (ПИН). В случае обработки или передачи данных о физическом лице вся привязка осуществляется именно к этому ПИНу.

При осуществлении обмена информацией о пациентах между различными медицинскими учреждениями возникает проблема сопоставления реквизитов физических лиц из одной базы данных реквизитам в другой. Для однозначной привязки необходимо выполнять интеллектуальный поиск физического лица в базе-приёмнике, который должен учитывать множество факторов: и потенциальные ошибки при ручном вводе, и отсутствующие или устаревшие реквизиты и т.п. Подобный поиск целесообразно реализовать в виде специализированного программного обеспечения.

Для решения данной проблемы был разработан интеллектуальный алгоритм поиска физических лиц в базах данных на основе нечеткого сравнения, другими словами, алгоритм идентификация реквизитов физических лиц.

Алгоритм идентификации

Предлагаемый алгоритм включает следующие этапы.

1. Определение списка полностью идентичных наборов реквизитов физических лиц. Производится поиск физических лиц по прямому сравнению реквизитов.

2. Подготовка данных для анализа. В случае отсутствия реквизитов, полностью идентичных искомым, производится укрупнённая выборка, включающая около 300-500 наборов, отдалённо похожих на искомый.

3. Вариантное сравнение похожих реквизитов. Последовательный перебор массива похожих наборов и присвоение им моделей закономерностей. На этом этапе также производится выявление новых закономерностей.

4. Оцениваются и выбираются подходящие модели, наборы данных которых в наибольшей степени совпадают с искомыми реквизитами.

5. В соответствии с выбранными моделями, определяются наборы данных. Не найденные исходные наборы реквизитов выводятся в отчёт для ручной отработки оператором.

6. На основе результатов ручной отработки хранимые модели корректируются для улучшения качества поиска в следующих сеансах идентификации.

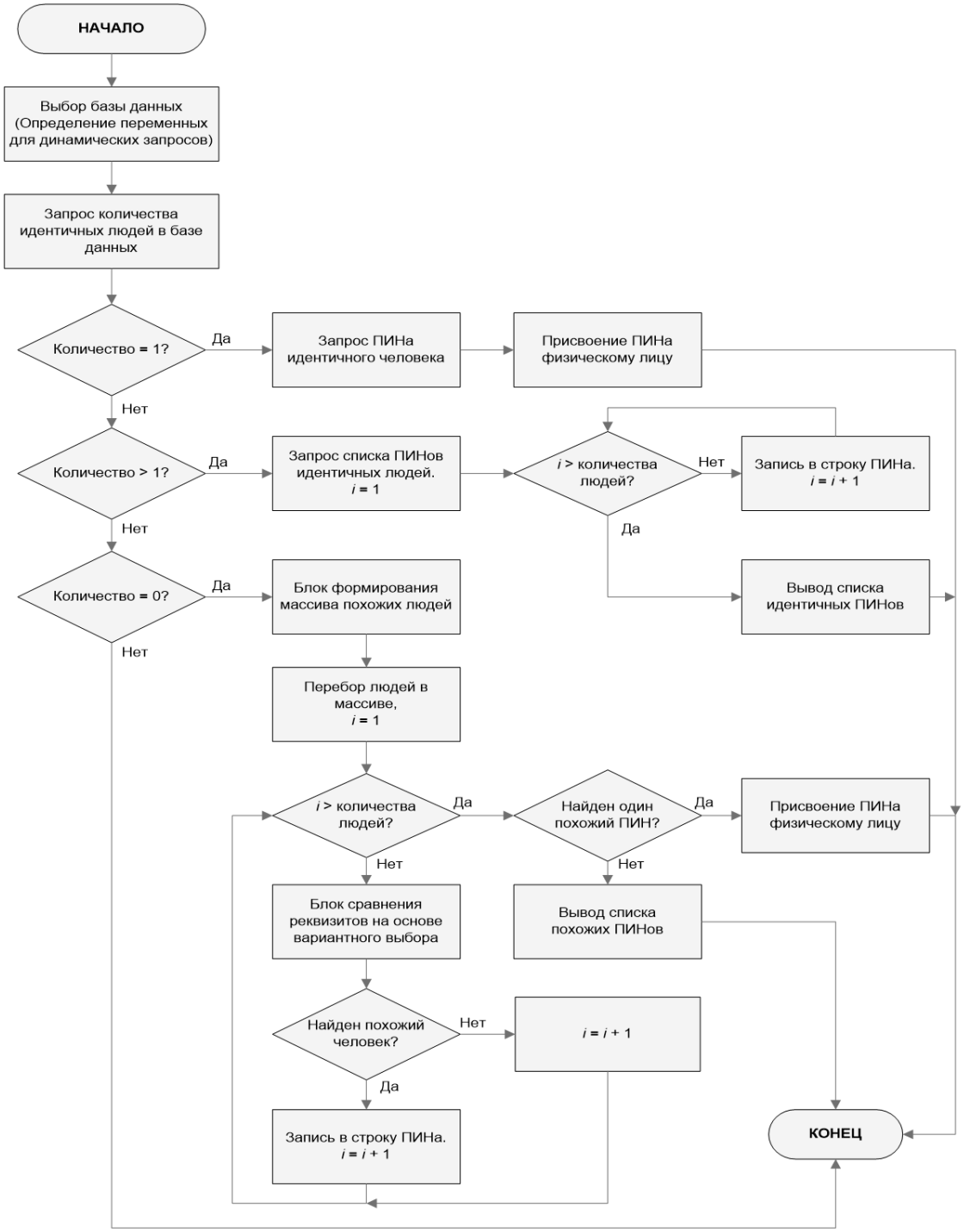


Рис. 1. Укрупненная блок-схема алгоритма автоматизированного поиска реквизитов физических лиц в базах данных

В реализации алгоритма на языке PL-SQL СУБД Oracle 11g за предварительную выборку всех записей, отдаленно похожих на искомую, отвечает блок

«Запрос количества идентичных людей в базе данных». Этот блок работает по алгоритму прямого частичного сравнения разных наборов реквизитов, например, имени, отчества и даты рождения, формируя, тем самым, рабочей набор данных для рассматриваемого алгоритма идентификации. Затем в работу вступает «Блок сравнения реквизитов», ключевые функции которого отводятся логически выделенным процедурам COMPARISON_STRING и COMPARISON_NUMBER, созданным на основе модифицированного метода вычисления метрики Левенштейна, которые позволяют проводить интеллектуальное сравнение двух похожих строк или чисел, с учетом возможных неточностей или ошибок ввода. С помощью указанных процедур программа формирует набор совпадений, и, по результатам обработки предлагаемой и искомой записи, выносит решение об идентичности строк. Например, у человека совпадает имя, отчество, дата рождения, и номер паспорта, а в фамилии допущена ошибка в одну букву. В данном случае программа однозначно идентифицирует реквизиты. Данные процедуры могут применяться не только для идентификации реквизитов, но также везде, где требуется полнотекстовый поиск с нечетко заданными входными данными.

Алгоритм идентификации аккумулирует так называемый «опыт прошлых идентификаций» и записывает его в специально отведенное место в базе данных для использования в последующих идентификациях. Это позволяет сохранить не только результаты автоматической работы программы, но и решения операторов после отработки ими оставшихся не найденных реквизитов.

Математическая модель

Для использовании метрики Левенштейна для задач идентификации, потребовалось модифицировать метрику таким образом, чтобы расстояние между строками зависело, в том числе, и от длины сравниваемых строк [1-3].

Теорема 1: Обозначим при помощи величины $p(s_1,s_2)$ метрику Левенштейна, а величиной $||s_i||$ – длину строки s_i. Тогда функция

$$r(s_1,s_2) = \frac{p(s_1,s_2)}{\max\{||s_1||,||s_2||\}} \qquad (1)$$

является метрикой.

Доказательство: поскольку $p(s_1,s_2)$ – метрика, то имеем:

$$p(s_1,s_2) \geq 0,\ p(s_1,s_2) = p(s_2,s_1),\ p(s_1,s_2) + p(s_2,s_3) \geq p(s_1,s_3)$$

для любых строк s_1,s_2 и s_3. Учитывая эти соотношения и равенство (1), приходим к выводу, что $r(s_1,s_2)$ удовлетворяет первым двум аксиомам, определяющим метрику. Остаётся доказать, что для любых строк s_1,s_2 и s_3 функция $r(s_1,s_2)$ удовлетворяет неравенству треугольника: $r(s_1,s_2) + r(s_2,s_3) \geq r(s_1,s_3)$.

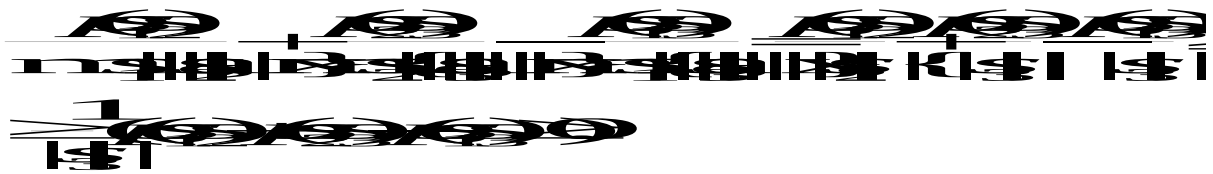
Запишем это неравенство в виде:



Возможны следующие случаи:

1. $||s_1|| \leq ||s_2|| \leq ||s_3||$ 2. $||s_2|| \leq ||s_3|| \leq ||s_1||$ 3. $||s_3|| \leq ||s_1|| \leq ||s_2||$ 4. $||s_2|| \leq ||s_1|| \leq ||s_3||$ 5. $||s_1|| \leq ||s_3|| \leq ||s_2||$ 6. $||s_3|| \leq ||s_2|| \leq ||s_3||$

Рассмотрим первый случай. Имеем:



Таким образом, для первого случая неравенство треугольника выполняется. Поскольку второй случай аналогичен первому, на основании подобных выкладок делаем вывод, что для второго случая неравенство треугольника также выполняется.

Перейдём к рассмотрению третьего случая. Итак, в третьем случае имеем:

$$r(s_1,s_2)+r(s_2,s_3)-r(s_1,s_3)=\frac{1}{||s_2||}(r(s_1,s_2)+r(s_2,s_3))-\frac{1}{||s_1||}r(s_1,s_3)). \quad (2)$$

Следовательно, в третьем случае для функции $r(s_1,s_3)$ также выполняется неравенство треугольника. Остальные случаи аналогичны рассмотренным. Таким образом, функция $r(s_1,s_2)$ является метрикой, заданной на множестве строк. Теорема доказана.

Замечание: функция $r(s_1,s_2)$ принадлежит отрезку [0,1] для любых строк s_1 и s_2.

В алгоритме идентификации данная метрика применяется для работы со строковыми реквизитами физических лиц, к которым относятся ФИО, адрес, документ и т.д. Поэтому построенная с использованием данной метрики лингвистическая переменная позволяет обрабатывать запросы поиска для человека, похожего на другого человека по реквизитам. Приняв от пользователя такой запрос, мы фактически получаем два значения: значение искомого реквизита и радиус поиска.

Заключение

Рассмотренный в статье алгоритм идентификации позволяет решить проблемы сопоставления реквизитов пациентов медицинских учреждений при информационном обмене между учреждениями. Реализованный в виде программного обеспечения алгоритм не требует вмешательства оператора, накапливает опыт и самообучается в процессе работы, позволяя тем самым полностью освободить специалистов от неэффективной ручной работы напрямую с наборами реквизитов физических лиц, хранящимися в базах данных. Данный алгоритм реализован на языке PL-SQL СУБД Oracle 11g и успешно функционирует с ноября 2007 г. в ряде муниципальных и государственных учреждений г. Тольятти Самарской области.

Литература

1. Хемминг Р.В. Теория кодирования и теория информации, пер. с англ. под ред. Б.С. Цыбакова, – М.: Радио и связь, 1985. – 176 с.

2. Левенштейн В.И. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов, – М.: Доклады АН СССР, 1965. т.163.4, 845-848 с.

3. Бойцов Леонид. Анализ строк [Электронный ресурс] /Л. Бойцов. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2004. – Режим доступа: http://itman.narod.ru/articles/infoscope/string_search.1-3.html, свободный.

Д.Р. Максимова, А.В. Калукова, М.М. Тюрина, Д.В. Хазов

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ НЕЕСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ СТОПЫ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им А.Н. Туполева – КАИ)

Плоскостопие – деформация стопы, следствием которой является неестественное для человека перераспределение нагрузки на весь опорно-двигательный аппарат.

В настоящее время российская медицина предлагает лечение деформации стопы двумя методами: систематическими массажными воздействиями и тренировками, включающими ношение специальной обуви или хирургическими процедурами.

Для поиска альтернативных методов лечения плоскостопия необходимо провести поиск и анализ способов выявления неестественного положения стопы и неправильной мышечной активности при положении стоя и при ходьбе. Предложенный анализ позволит выделить наиболее оптимальные автоматические и автономные методы, позволяющие систематически определять положение стопы. Автономная и автоматическая регистрация положения стопы предопределяет возможность своевременного напоминания пациенту о нарушениях походки или неестественном для стопы положении стоя, что способно обеспечить принятие мер. Это поспособствует созданию новой концепции устройства для лечения плоскостопия.

Патентный поиск позволил вывить следующие результаты:

Устройство определения положения точки нулевого момента при ходьбе без сгибания стопы [1] позволяет составить математическую модель походки человека. Оно создано для дальнейшего обучения антропоморфной части движения, но, как утверждают авторы изобретения, данную разработку можно использовать для выявления патологий нижних конечностей человека, путем сравнения полученных экспериментальных данных с патологиями, полученных путем многократных измерений математической модели передвижения здорового человека.

Устройство состоит из двух подошв, по углам которых размещены 4 резистивных тензодатчика силы. Оно стационарное, что не позволяет производить измерения автономно, во время повседневной жизни пациента, однако его показания можно использовать для составления модели естественных перемещений человека, которую можно будет использовать при дальнейшей разработке устройства для лечения плоскостопия.

Также авторы данного патента ссылаются на патент US 6195921 - обувь с виртуальным интеллектом и системой анализа заболеваний стоп от патентообладателя Vinncente Hoa Gia Truong. Устройство в патенте имеет другой тип датчиков – пьезоэлектрический. В контексте поиска альтернативного метода лечения плоскостопия, данный метод анализа положения стопы в режиме реального времени является дорогостоящим и самостоятельным, так же остается проблема практичности обуви, ее эстетической составляющей и ее возможностей для повседневной эксплуатации. Это не позволяет использовать обувь с виртуальным интеллектом для ее реализации в концепции нового устройства.

Способ и устройство для регистрации упражнения [2] применяют к матрасу, имеющему датчики давления, равномерно распределенные по нему, соединенному с терминалом с помощью беспроводного соединения. В данном способе предложен матрас для упражнений, который на основе полученных данных предлагает информацию о физических манипуляциях пациента на нем. Метод, использующийся в устройстве матраса, плохо применим в концепции создания нового устройства для лечения плоскостопия в качестве стелек для обуви, снабженных датчиками давления. Ввиду индивидуальных особенностей стоп каждого пациента создание таких стелек становится дорогостоящим и нецелесообразным.

Так как деформация стопы предполагает неестественную для нормальной походки активность мышц, можно измерять положение стопы косвенно, определяя параметры мышц в различных частях нижних конечностей. Для реализации данной группы методов необходимо собрать статистические данные мышечной активности здорового человека, после чего выявлять патологии в сравнении с полученными данными.

Рассмотрим один из методов диагностики мышечной активности:

Устройство для измерения магнитного поля скелетных мышц при определении мышечной активности [3] содержит два измерительных канала, каждый из которых включает высокочувствительный магниторезистивный датчик. На выходе устройства содержится информация о магнитном поле скелетных мышц в виде напряжения, пропорционального величине магнитного поля, которое в пропорционально силе ионных токов, вызванных сокращением мышечных волокон. Таким образом, данное устройство может послужить созданию нового устройства для лечения плоскостопия, способного автономно и автоматически получать информацию об активности мышц. На сегодняшний день устройство для измерения магнитного поля скелетных мышц не адаптировано для концепции данного устройства. Оно портативно, но требует большей минимизации для практического использования.

Анализ данных информационно-поисковых систем показал перспективу создания оптимального автономного и автоматического метода диагностики неестественного положения стопы, что может привести к концепции создания устройства лечения плоскостопия, предполагающее получение информации в режиме реального времени и возможность воздействия пациента на нужную группу своих мышц для получения естественной походки и естественного по-

ложения стоя. Мотивирующим фактором воздействия на пациента может стать внедрение в такого рода устройство раздражающего воздействия при нарушениях работы мышц. Таким образом, дискомфорт, возникающий в нижних конечностях за счет действия устройства способствует нормализации походки, и как следствие, укреплению мышц нижних конечностей, способных сдержать дальнейшую деформацию стопы и избавить пациента от плоскостопия.

Литература

1. Магид Евгений Аркадьевич, Данилов Игорь Юрьевич, Афанасьев Илья Михайлович; Патентообладатель(и): Автономная некоммерческая организация высшего образования "Университет Иннополис". Патент RU 2 638 083 C2.

2. ЛЮ Хуаицзюнь, У Кэ, ЧЭНЬ Тао ; Патентообладатель(и): Сяоми Инк. Патент RU 2 645 934 C2.

3. Большаков Денис Иванович, Мищенко Михаил Андреевич; Патентообладатель(и): Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского". Патент RU2 646 747 C2.

О.Е. Маленова

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТОГО ИЗОМОРФОНА НА ФАЦИЯХ СЫВОРОТКИ КРОВИ

(Ульяновский государственный технический университет)

Решение проблем ранней медицинской диагностики является актуальной областью научных исследований. Доктор медицинских наук, профессор С.Н. Шатохина и академик РАМН В.Н. Шабалин дали теоретическое обоснование структуропостроения биологических жидкостей с позиций теории самоорганизации и поведения сложных систем. Ими активно развивается метод клиновидной дегидратации, основанный на исследовании биологических жидкостей человека [1]. Суть этого метода заключается в анализе результата высушивания капли биологической жидкости на предметном стекле. На образовавшейся сухой пленке (фации) возникают характерные структуры (маркеры). Их появление обусловлено содержанием различных веществ в жидкости, что в свою очередь отражает общее состояние организма. Примечательно, что по составу и расположению маркёров можно делать выводы как о наличии уже проявивших себя заболеваний, так и о предрасположенности пациента к определенному заболеванию[2].

Целью настоящего исследования поставлена разработка и программная реализация алгоритма по обнаружению характерных образований - пластинчатых структур (далее ПС) на изображениях фаций сыворотки крови. Эти маркеры свидетельствуют об усиленной деструкции тканей. Они являются подвидом

изоморфонов сыворотки крови наряду со скелетными, паутинчатыми и параллельными. Пластинчатый изоморфон представляет собой текстуру холестерина. Его появление обусловлено вбрасыванием больших количеств холестерина в общую циркуляцию крови, вызванным массивной гибелью клеток (при ожогах, ишемии и механических травмах)[3]. На рисунках 1 и 2 приведены примеры изображений пластинчатых структур.

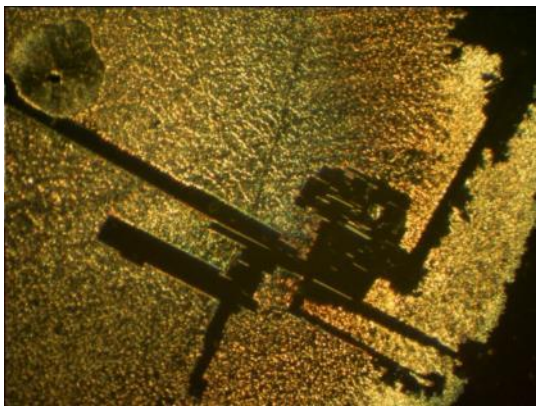


Рис. 1. Пример ПС

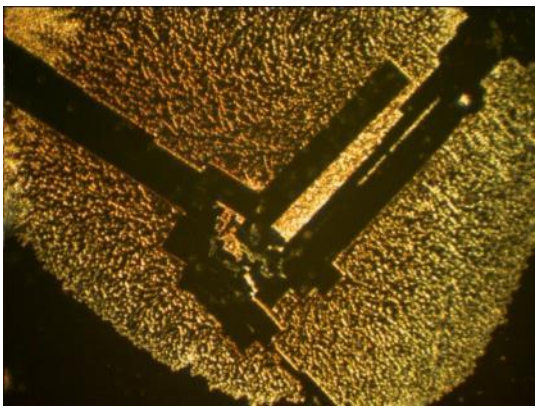


Рис. 2. Пример ПС

В результате проведения визуального анализа маркера можно выделить следующие признаки ПС:

- малая дисперсия яркости по всей площади;
- границы образованы прямыми линиями, пересекающимися под прямым углом;
- контур ярко выражен перепадом яркости.

На основании результатов визуального анализа разработан следующий алгоритм обнаружения ПС:

1) выделение однородных областей с малой дисперсией;
2) выделение границ этих областей;
3) нахождение границ, описанных попарно-параллельными линиями и линиями, пересекающимися под прямым углом;
4) принятие решения о нахождении маркера.

Поиск однородных областей с малой дисперсией производился по алгоритму, предложенному в статье по обнаружению языковых структур [4]. Однако, для более простого поиска порога, для определения максимально допустимой дисперсии яркости, воспользуемся формулой для вычисления среднеквадратического отклонения. Оно более удобно, т.к. имеет то же измерение, что и яркость пикселя изображения у канала RBG, и диапазон от 0 до 255. В процессе испытаний экспериментально подобран порог для однородной области, равный 15. Результат на рисунке 3, где белым цветом выделены найденные однородные участки изображения.

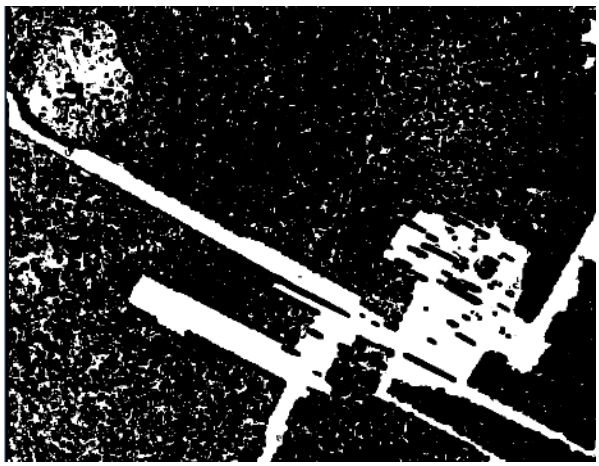


Рис. 3. Однородные области

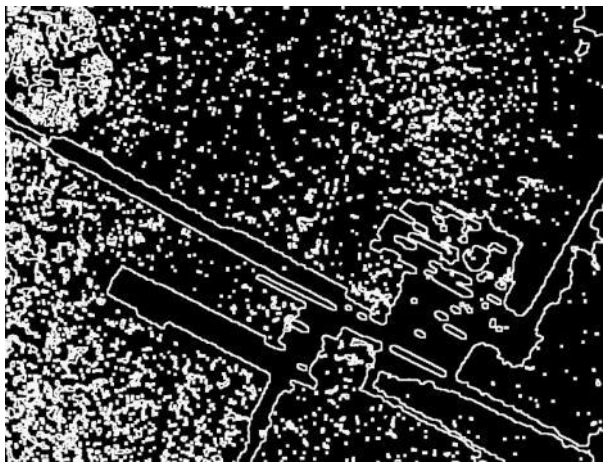


Рис. 4. Контуры

Поиск контуров на полученном изображении производится с использованием алгоритма Канни [5] с порогами 100 и 180. Найденные контуры показаны на рисунке 4. Далее проводится попиксельный обход, в ходе которого удаляются незначимые контуры, то есть кривые линии с длиной менее 50 пикселей (рисунок 5).

Нахождение попарно параллельных и перпендикулярных линий на изображении производится в два этапа. Первый - это выделение всех прямых линий, оставшихся после удаления незначимых контуров однородных областей. Второй - нахождение среди найденных линий попарно параллельных и перпендикулярных. Поиск прямых произведен алгоритмом Хафа [6], где минимальная длина линии установлена 150 пикселей. Само изображение предварительно пропорционально сжато или растянуто до ширины в 1028 пикселей для удобства обработки.

Угол β между парой прямых $y_1 = mx + k$ и $y_2 = px + q$ находится с помощью арктангенса: $\beta = arctg\left|(m-p)/(1+m\cdot p)\right|$. Вычисление углов производится в градусах. При попадании значения угла в доверительный интервал (0;10) линии считаются параллельными, а в интервал (80;100) - перпендикулярными.

Критерием принятия решения о наличии маркера служит наличие хотя бы одной пары параллельных или перпендикулярных. При нахождении одной из таких пар контур, которому они принадлежат, считается контуром искомого маркера и выделяется вместе с остальной связной частью контура. Данный критерий выбран на основании отличия ПС от других известных маркеров, имеющих либо округлую форму, либо острые углы, при наличии прямых в контуре (например, языковые структуры [4]). Окончательный результат показан на рисунке 6, где поверх исходного изображения белым окрашена предполагаемая область найденного маркера.

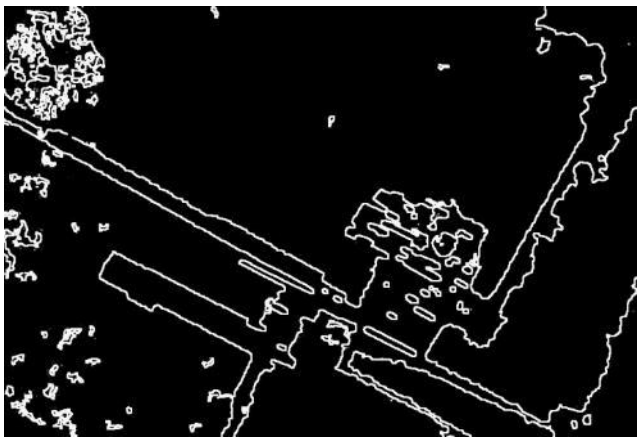


Рис. 5. Результат удаления



Рис. 6. Найденный маркер

Описанный алгоритм реализован программой на языке программирования C#. При испытании этой программы из 25 изображений, содержащих ПС, было верно распознано 23. На 100 изображений без ПС оказалось 5 ложных обнаружений. Результаты испытаний показывают, что 8% маркеров было пропущено. Анализ пропущенных изображений показал, что ПС на них были менее выражены, имели меньшие размеры и более криволинейные границы. Это говорит о том, что в дальнейшем целесообразно расширить набор признаков ПС для более точной его идентификации.

Литература

1. Zakharova G.P., Shabalin V.V., Donskaya O.S. Functional morphology as the basis for systemic approach to the biologic fluids investigation [Текст]// RMJ. 2017. № 6. P. 430–434.

2. Шабалин, В.Н. Морфология биологических жидкостей человека [Текст] / В.Н. Шабалин, С.Н. Шатохина. М. – Хризостом, 2001.– 304 с.

3. Шатохина, С.Н. Атлас структур неклеточных тканей человека в норме и патологии: в 3 томах. Том II. Морфологические структуры сыворотки крови. Том 3 [Текст] / С.Н. Шатохина, В.Н. Шабалин. – Москва-Тверь: Триада, 2013. – 240 с.

4. Крашенинников В.Р. Алгоритм обнаружения языковых структур на изображениях фаций сыворотки крови [Текст] / В.Р. Крашенинников, Л.И. Трубникова, М.Л. Албутова А.С. Копылова, А.В. Тарасова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2013. – № 4. – С. 70-73.

5. Canny, J. A Computational Approach to Edge Detection [Текст]/ J. Canny // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, N6, 1986. – P. 679-698

6. Ballard, D.H. Generalizing the Hough transform to direct arbitrary shapes [Текст] / D.H. Ballard// Pattern Recognition, vol. 13, 1981. – P.111-122.

О.В. Пономарева, В.Ю. Пономарева, Д.Н. Марков

МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ В МЕДИЦИНСКИХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИБОРАХ В ПЛОСКОСТИ СКАНИРОВАНИЯ

(Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова)

Среди методов интроскопии, применяемых в медицине для визуализации внутренних объектов и структур, важную роль играют методы, основанные на свойствах ультразвуковых волн (УЗ волн) (акустических волн с частотой выше 20 кГц) [1]. Это связано с рядом достоинств УЗ методов [2], среди которых отметим их высокую информативность при оценке состояния биологических тканей, неинвазивность и относительная безвредность для участников медицинского обследования.

В медицинских ультразвуковых диагностических приборах (МУЗДП) выбор используемых длин УЗ волн (частот импульсного УЗ сигнала) и числа каналов проводят исходя из следующих физико-технических характеристик:

- средней скорости УЗ волн в мягких биологических тканях;
- снижения энергии УЗ волн (затухания УЗ волн);как функции их частоты по мере их проникновения вглубь мягких биологической ткани за счет отражения, рассеяния, поглощения и расходимости УЗ луча (затухания УЗ волн);
- требуемой разрешающей способности (поперечной и продольной) МУЗДП (возможности УЗ прибора визуализировать мелкие детали исследуемых объектов и структур в В-режиме).

Учитывая, что в результате многочисленных экспериментальных исследований скорости распространения УЗ волн в различных биологических средах установлены (таблица 1) [2], а разрешающей способность диагностического УЗ прибора соизмерима с длиной волны его импульсного сигнала, в МУЗДП наиболее часто применяются следующие длины волн [2]:

$$\lambda = 0{,}44\ \text{мм} \Leftrightarrow f = 3{,}5\ \text{МГц};\quad \lambda = 0{,}31\ \text{мм} \Leftrightarrow f = 5{,}0\ \text{МГц};$$
$$\lambda = 0{,}21\ \text{мм} \Leftrightarrow f = 7{,}5\ \text{МГц}\quad \lambda = 0{,}15\ \text{мм} \Leftrightarrow f = 10\ \text{МГц}.$$

МУЗДП по техническому уровню принято делить на 4 класса, характеристики которых приведены в таблица 2 [2].

Общей проблемой визуализации в МУЗДП является проблема «***зернистости изображений»*** исследуемых объектов и структур, вытекающая непосредственно из природы визуализации объектов в УЗ диапазоне, или другими словами, – из природы поперечной и продольной разрешающей способности МУЗДП.

Таблица 1. Скорость УЗ волн в различных средах

Среда	Скорость звука м./ с
Воздух (при нормальных условиях)	342
Дистиллированная вода(при + 20^0 С	1480
Легкие	400 – 1200
Жировая ткань	1350 – 1470
Мозг	1520 – 1580
Кровь	1540 – 1600
Печень	1550 – 1610
Мышечная ткань	1560 – 1620
Почка	1560
Мягкие ткани (среднее значение)	1540
Костная ткань	2500 – 4300
Камни печени	1400 – 2200

Таблица 2. Разделение МУЗДП на классы по техническому уровню

Класс прибора	Число каналов (лучей) приемопередатчика	Число элементов пьезопреобразователя
Простые МУЗДП	16	80
МУЗДП среднего класса	32 или 48	96 или 112
МУЗДП повышенного класса	64	128
МУЗДП высокого класса	128 – 512 (1024)	128 – 512 (1024)

Напомним, что под ***продольной разрешающей способностью МУЗДП*** понимается разрешение огибающих импульсных УЗ эхо-сигналов от двух близко расположенных точечных отражателей вдоль оси УЗ луча. Учитывая, что импульс УЗ сигнала должен содержать не менее 1-2 периодов высокочастотного колебания нетрудно понять, что продольная разрешающая способностью МУЗДП падает с уменьшением частоты УЗ импульсного сигнала, а максимальная глубина проведения УЗ исследования растет. Под ***поперечной разрешающей способностью МУЗДП*** понимается разрешение огибающих импульсных УЗ эхо-сигналов от двух близко расположенных точечных отражателей перпендикулярно оси УЗ луча.

Подчеркнем, что в том и другом случае речь идет, по сути, ***о потере информации об объекте исследования*** из-за дискретности ее получения. В пер-

вом случае, вдоль УЗ луча, в силу длительности имульсаУЗ сигнала, а во втором случае, поперек оси УЗ луча, в силу ограниченности числа используемых УЗ каналов (УЗ лучей).

В настоящее время для решения проблемы зернистости при всех видах электронного сканирования [2]: линейном, конвексном, микроконвексном, фазированном секторном и векторном применяется линейная интерполяция [1, 2]. Серьезным недостатком такого вида интерполяции является ее «***локальность***», поскольку при этом совершенно не учитывается поведение УЗ эхосигнала за пределами одного отсчета.

Для устранения указанного недостатка визуализации объектов в МУЗДП, повышения их функциональных возможностей предлагается выполнять соответствующую интерполяцию УЗ эхосигнала рядом Котельникова, с помощью алгоритма быстрого параметрического дискретного преобразования Фурье (БПФ-П) [3-15], что позволяет учитывать поведение всего УЗ эхо сигнала в плоскости сканирования [3-15].

В настоящее время благодаря целому ряду примуществ цифровой обработки сигналов (ЦОС) перед аналоговой обработкой при реализации МУЗДП различного класса наблюдается интенсивный переход на цифровые технологии, что позволяет, опираясь на методы и алгоритмы основанных на БПФ-П, эффективно (т.е. с получением новых результатов) реализовать предложенный метод.

Литература

1. Ультразвук в медицине. Физические основы применения/ Под ред. Хилла К. и др. Пер. с англ. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 544с.

2. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы: Практическое руководство для пользователей. — М.: Видар,1999. −256 с.

3. Пономарева О.В., Пономарев А.В. Восстановление значений непрерывных частотных спектров дискретных сигналов методом параметрического дискретного преобразования Фурье// Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2015.- №3.(67). -С. 88-91.

4. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Пономарев А.В. Метод эффективного измерения скользящего параметрического спектра Фурье// Автометрия. 2014. Т.50.-№2.-С.31-38.

5. Пономарев В.А., Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Обобщение алгоритмов Герцеля и скользящего параметрического дискретного преобразования Фурье // Цифровая обработка сигналов**.** 2014. -№ 1. -С. 3-11.

6. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Цифровой периодограммanализ и проблемы его практического применения // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2013.- №2.(58). -С. 130-133.

7. Пономарева О.В. Быстрое параметрическое дискретное преобразование Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов**.** 2012.-№ 2.- С.2-5.

8. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Быстрый алгоритм измерения спектра действительных сигналов методом апериодического дискретного преобразования Фурье // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета имени М.Т.Калашникова. 2014.- №2.(62). -С. 106-109.

9. Пономарева О.В. Измерение спектров комплексных сигналов на конечных интервалах методом апериодического дискретного преобразования Фурье// Интеллектуальные системы в производстве. 2014.- №1 (23).- С. 100-107.

10. Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Метод быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2013. -№ 2. -С. 10-15.

11. Пономарева О.В., Пономарева Н.В. Модификация фильтра на основе частотной выборки для решения задач цифровой обработки случайных процессов со скрытыми периодичностями //Интеллектуальные системы в производстве. 2012.- №2 (20). -С. 122-129.

12. Пономарева О.В. Вероятностные свойства спектральных оценок, полученных методом параметрического дискретного преобразования Фурье //Интеллектуальные системы в производстве. 2010. -№2 (16).- С.36-41.

13. Алексеев В.А., Пономарев В.А., Пономарева О.В. Методология определения погрешностей измерения вероятностных характеристик случайных процессов, реализуемых процессорными измерительными средствами //Интеллектуальные системы в производстве. 2010.- №2 (16). -С. 91-99.

14. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Модификация дискретного преобразования Фурье для решения задач интерполяции и свертки функций // Радиотехника и электроника. 1984.- Т.29.- №8.-С. 1561-1570.

15. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Временные окна при оценке энергетических спектров методом параметрического дискретного преобразования Фурье // Автометрия. 1983.-№4.-С.39-45.

М.А. Петровский, А.В. Кузьмин

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ЭКГ-СЕНСОРЕ НА ОСНОВЕ SOC

(Пензенский государственный университет)

Одним из важнейших элементов мобильных систем мониторинга состояния сердца является ЭКГ-сенсор. Для реализации ЭКГ-сенсора используются интегральные схемы, которые объединяют в себе как аналоговые, так и цифровые элементы, так называемые «системы-на-кристалле» (System-on-chip, SoC). В линейке продукции ведущих мировых производителей электронных компонентов присутствуют SoC для различных медицинских устройств, в частности для регистрации физиологических сигналов человека, в.т.ч. ЭКГ.

Современные мобильные системы мониторинга включают ЭКГ-сенсор и мобильное вычислительное устройство, связанные между собой беспроводным каналом передачи данных [1].

Для организации работы и управления отдельных блоков датчика необходима разработка программной части. Программное обеспечение присутствует как в ЭКГ-сенсоре, так и в мобильном вычислительном устройстве в которое передаются данные.

Программируемые вычислительные мощности ЭКГ-сенсора располагаются в блоке микроконтроллера. Он осуществляет управление работой Analog Front-End (AFE) чипом и приемопередачей сигнала и команд от мобильного устройства. Поскольку оцифровка сигнала происходит в AFE, то микроконтроллер работает исключительно с цифровым сигналом. Рассмотрим задачи, необходимые для реализации в микроконтроллере сенсора:

- организация связи между ЭКГ AFE и самим микроконтроллером передатчика. Обычно для этого используются стандартные протоколы взаимодействия в микропроцессорных устройствах – SPI (Serial Peripheral Interface) или I2C (Inter-Integrated Circuit), реже другие

- взаимодействие с приемо-передающем модулем, для этого организуется специальный программный буфер обмена. Для уменьшения объема передаваемых данных с целью понижения энергетических расходов передатчика, и в связи с ограниченной пропускной способностью радиоканала, передаваемый сигнал требуется сжать. Для этого его необходимо обработать и разбить на необходимые пакеты.

- управление работой всего ЭКГ-сенсора и AFE, в частности. Это подразумевает взаимодействие с пользователем посредством интерфейса (кнопок, дисплея, сенсоров, звуковых сигналов), выбор необходимых настроек работы (как вручную, так и автоматически), контроль исправности и соблюдений условий работы устройства.

На Рисунке 1 изображена схема организации программного обеспечения кардиоанализатора. Работа должна быть организована на двух уровнях:

- низкий аппаратный уровень представляет собой непосредственно работу с регистрами микроконтроллера, радиомодулей и AFE;

- высокоуровневый интерфейс, необходим для обработки и анализа сигнала, его отображения, взаимодействия с пользователем используется средства операционной системы мобильного устройства через интерфейс прикладного программирования - API (application programming interface).

Для организации работы низкого уровня требуется создание программы для микроконтроллера, обычно для этого используется язык программирования C. Для проектирования приложения в мобильном устройстве используются различные средства разработки, в зависимости от операционной системы (ОС) устройства. Наиболее распространенными системами на данный момент являются Android и iOS [2]. Имеет смысл разрабатывать приложения для обеих систем. В случае использования в качестве мобильного устройства ноутбука, необходима разработка полноценного приложения для ОС Windows.

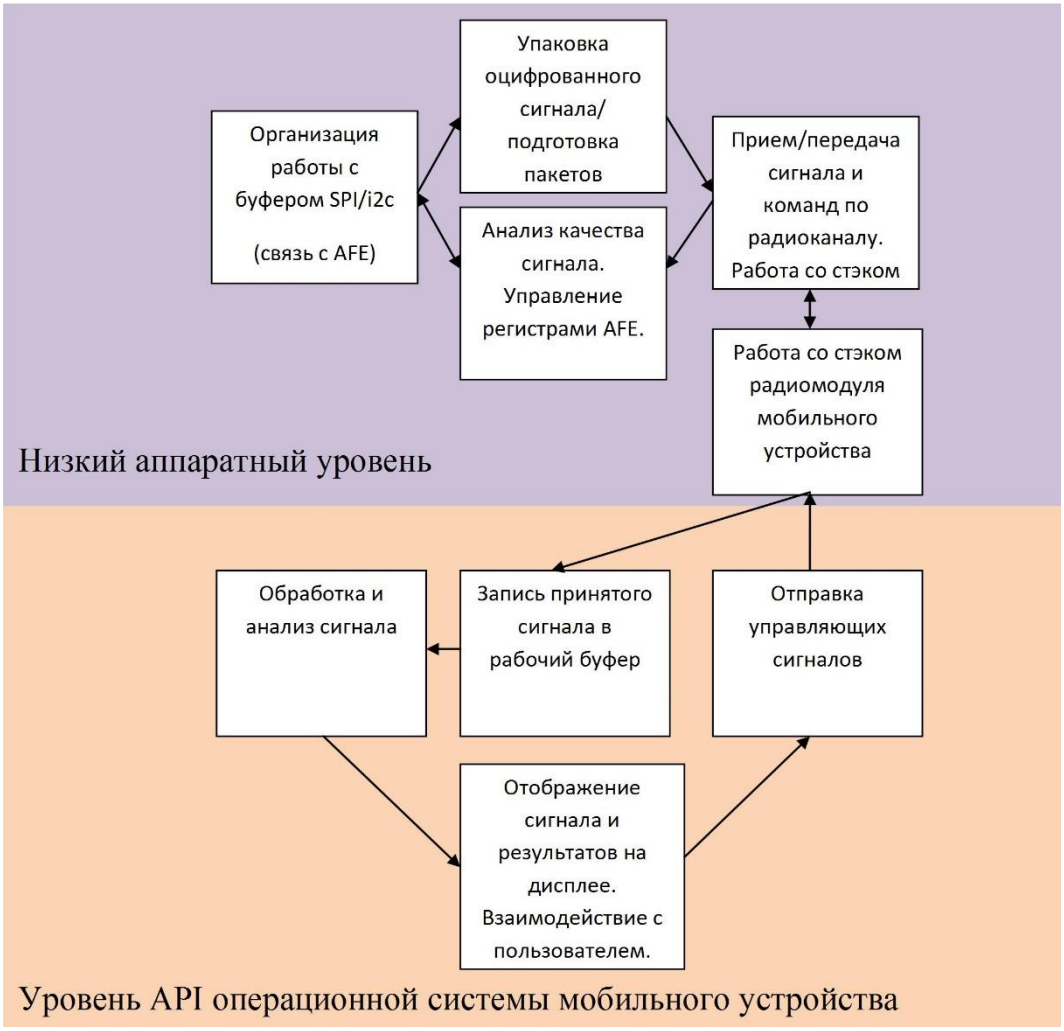


Рисунок 1 – Схема организации программного обеспечения

Рассмотрим подробнее программный уровень микроконтроллера. Простейший алгоритм его работы будет заключаться в сквозной передаче данных между входным и выходным буферами. В качестве входного буфера будет использоваться специальные регистры интерфейса связи с AFE. Обычно производитель контроллера дает возможность выбора количества входных каналов и их типа – SPI, i2c, FireWire и др. Для них в контроллере выделяются специальные регистры, в зависимости от типа интерфейса они могут иметь разное количество разрядов и определенные флаги. Типичный размер регистра 8+2 бита на прием и столько же на передачу.

Для передачи информации между устройствами, данные должны быть представлены определенным образом. Для каждого беспроводного протокола существует свой тип взаимодействия, например для Bluetooth 4.0-5.0 взаимодействие осуществляется с помощью специальных профилей, где данные представлены в виде атрибутов [3]. В протоколе ANT полезные данные передаются через Data Pages – страницы данных [4]. В зависимости от выбранного протокола конечная упаковка данных в пакеты для передачи будет разной.

Для определения наличия полезного сигнала и определения его качества в программе микроконтроллера должна присутствовать соответствующая функ-

ция. При возникновении проблем с ЭКГ сигналом она будет подавать управляющие команды на SoC. Взаимодействие ЭКГ сенсора с пользователем будет осуществляться с помощью кнопок и звуковых сигналов, поэтому необходима разработка функций нажатия кнопок и управления звуком.

Взаимодействие операционной системы мобильного устройства с модулем приемопередатчика осуществляется через API команды, низкоуровневого программирования не требуется. Для хранения всех поступающих данных в мобильном устройстве необходимо создания буфера. В качестве устройства хранения может выступать внутренняя память или съемные устройства, такие как SD-карта.

Литература

1. Статистика мобильных операционных систем от компании NetMarketShare [Электронный ресурс] / netmarketshare.com: официальный сайт netmarketshare. - URL: https://netmarketshare.com (дата обращения 24.03.2018).

2. Bluetooth Core Specifications [Электронный ресурс] / www.bluetooth.com: официальный сайт Bluetooth SIG - URL: https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification(дата обращения 24.03.2018).

3. Основы архитектуры ANT [Электронный ресурс] / www.thisisant.com: официальный сайт ANT+ Alliance. - URL: https://www.thisisant.com/developer/ant/ant-basics/ (дата обращения 24.03.2018).

4. Kuzmin A. Mobile Heart Monitoring System Prototype Based on the Texas Instruments Hardware: Energy Efficiency and J-point Detection [Текст] / A. Kuzmin, M. Safronov, O. Bodin, M. Petrovsky, A. Sergeenkov // International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems. – 2016. - Volume 7. - Issue 1. – C. 64-84.

Т.С. Сафаров, Ш.У. Ураков, Р.А. Собиров

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА В УСЛОВИЯХ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ КЛИНИКИ

(Самаркандский медицинский институт, Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

Автоматизация здравоохранения, в том числе на уровне лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), связана с созданием единой информационной среды (ЕИС) ЛПУ . Создание ЕИС ЛПУ для повышения эффективности процесса лечения даст возможность:

1) быстрого доступа к информации относительно результатов анализов и обследования пациента, истории болезни и т.д.;

2) доступа к необходимой справочной информации о лекарственных препаратах, медицинских учреждений и другой справочной информации;

3) доступа коллективного использования «Системы поддержки принятия диагностического решения»

4) обмена опытом между работниками медицинской сферы в области профилактики и лечения различных заболеваний;

5) организации виртуального консилиума врачей.

Основными функции ЕИС ЛПУ являются своевременное обеспечение необходимой информацией во всех подразделениях ЛПУ и управление движением информации между подразделениями ЛПУ, а также передача необходимой информации верхнем уровням ЕИС.

Согласно, структуру ЕИС ЛПУ, обмен информацией между всеми отделами и руководством происходит через информационно-ресурсный центр (ИРЦ) ЛПУ. На ИРЦ ЛПУ принимают информации от всех отделов и руководителя, которые передаются в и во все подразделения, а также информацию передаваемые между подразделениями. После этого регистрируют все информации адресата и получателя. Далее информация передается соответствующему адресату. АСУДИ содержит в себе автоматизированное рабочее месте (АРМ) главного врача, АРМ заместителя главного врача по лечебной работе, АРМ заместителя главного врача по экономическим вопросам. Эти блоки выполняют задачи приема информации (указание, распоряжение и т.п.) от руководителя и передают её указанному адресату или наоборот. Также ЕИС ЛПУ содержит в себе подсистемы, позволяющие автоматизировать функционирование бухгалтерии, планового финансового отдела, отдела материального снабжения, отдела кадров и складского хозяйство ЛПУ.

ЕИС ЛПУ позволяют проводить автоматизацию учета приема, анализов и результатов лабораторного и инструментального обследования с электронного журнала, а также осуществлять передачу результатов в соответствующий отдел через ИРЦ ЛПУ.

Автоматизированная система управления движением информационных потоков клиники в сфере ЕИС является многоэтапным процессам[1]. Данная система включает в себя две уровни управления: верхний уровень (на уровне ЛПУ), нижний уровень (на уровне лечебно-диагностического процесса (ЛДП)).

Моделирование движения информационных потоков в клинике на уровне ЛДП является сложным процессом. Их можно описать путем интегрирования нескольких типов моделей. Для моделирования отдельных задач, входящих в состав автоматизации ЛДП, можно использовать модели изложенные в [2] и для синтеза обобщенной модели методику [3].

Рассматриваемая нами система включает в себя следующие четыре вида моделей: структурную, функциональную, информационную и математическую.

Система моделей может быть представлена в виде [3]:

$$Мо = \{Мс, Мф, Ми, М_М\},$$

где $М_о$ - обобщенная модель процесса лечения; $М_с$ -структурная модель; $Мф$ - функциональная модель; $М_и$ - информационная модель; $М_м$ –математические и

логические модели процесса принятия лечебно-диагностических решений. Система моделей позволяет провести полный анализ процесса лечения как сложной системы с выявлением основных элементов и связей между ними.

В работах [1,4] в качестве структурной модели процесса лечения, использован системный граф процесса лечения, отражающий основные элементы этого процесса и их взаимодействие. Функциональная модель процесса оказания медицинской помощи построена с помощью методологии SADT в виде IDEF-диаграмм. На основании системного графа и функциональной модели построена информационная модель процесса лечения. Информационная модель позволяет выявить движение внутренних и внешних информационных потоков различных этапов процесса лечения, определить структуру базы данных разрабатываемой информационной системы поддержки принятия решений. Ключевой момент в разработке концепции формализации - принцип единого представления всех медицинских методик совокупностью множеств: $X=\{\{P\}, \{D\}, \{O\}, \{P^*\}, \{O^*\}, \{S\}, \{R\}\}$, где {P} - множество параметров, полученных в результате обследования; *{D}* -множество диапазонов этих параметров; *{O}* - множество оценок диапазонов параметров; $\{P^*\}$ - множество возможных сочетаний диапазонов; $\{O^*\}$ - множество оценок этих сочетаний; *{S}* - диагнозы; *{R}* - назначения.

Алгоритмическое обеспечение, разработанная по выше изложенной методике реализуется в двух этапах:

На нижнем этапе управления (на уровне ЛДП) с начало выбирается одна из следующих режимов работы:

-регистрация пациента и оформление документации;

- задача «Диагностика»;

-задача «Назначение лечения».

Далее, со стороны лечебного врача оцениваются рекомендуемые диагноз и назначение, затем принимается постановка окончательного диагноза и назначение лечебного врача. Задача циклически решается после каждого обхода врача. Если состояния больного удовлетворительное то принимается тактическое решение, выписка больного и передача информации на верхний уровень.

Управление на верхнем этапе (на уровне ЛПУ) связано с некоторым структурным изменением ЛПУ и материальным расходом. Исходя из этого, вопросы реализации алгоритма верхнего уровня рассмотрим для решения следующих задач:

Учет - оперативная регистрация больных, заполнение ЭИБ;

Хранение – хранение информации больного, полученные до и после лечения;

Поиск- оперативный поиск информации о пациентов по ЭИБ;

Обновление - оперативный вызов ЭИБ больного и внесение соответствующей дополнительной записи после осмотра или консультации других специалистов.

Для реализации данного случая алгоритма верхнего уровня достаточно иметь локальную сеть ЛПУ и программы MS Access.

MS Access обладает всеми необходимыми инструментами для создания, редактирования, хранения, поиска и ежедневного использования баз данных.

Предлагаемая автоматизированная система повысит быстродействие процесса учета больных, поиска необходимой информации, организовать оперативные консультации больных узкими специалистами, установить диагноз и назначит лечение, а также осуществлять оперативный контроль руководством ЛПУ.

Литература

1. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Методы управления движением информационного потока в клинике с учетом лечебно-диагностического процесса. Узбекский журнал проблемы информатики и энергетики. Ташкент, 2016,№ 3, стр.65-69.

2. Urakov Sh.U., Safarov T.S. Complex model of acceptance of diagnostic decisions of hybrid intellectual support systems. // Ninth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation (WCIS-2016)/. -Tashkent, Uzbekistan. 2016, p. 169-173.

3. Егорова Ю.В. Информационная система поддержки принятия лечебно-диагностических решений на основе формализации профессионального знания.// Вестник Уфимского Государственного Авиационного Технического Университета, том 9, № 7. 2007. С.74-79.

4. Ураков Ш.У. Моделирование движение информационных потоков в клинике.// Вестник ТУИТ,Ташкент, 2016, №1,с.30-36.

Д.А. Спиваков[1], Н.А. Первишин[2], Л.С. Зеленко[1]

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ВРАЧА-ЭНДОКРИНОЛОГА

([1]Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва
[2]ГБУЗ Самарской области «Самарская городская поликлиника № 4
Кировского района»)

Информационные технологии активно используются во всех областях жизни, в том числе и в здравоохранении, и уже сегодня они стали неотъемлемой частью врачебной деятельности. В муниципальных медицинских учреждениях хранятся и обрабатываются значительные объёмы данных, их неуклонный рост требует постоянной модернизации имеющихся медицинских информационных систем, а также внедрения новых программных модулей – автоматизированных рабочих мест (АРМ) врачей.

Задача разработки АРМ является *актуальной*, так как их создание и широкое внедрение в клиническую практику позволит:

– Повысить качество и эффективность работы врача: он может собирать актуальные и достоверные медицинские данные пациента непосредственно на приеме без дополнительных затрат рабочего времени.

– Сохранять результаты обследования в базе данных для их дальнейшего анализа и получения объективной клинической картины.

– Распечатывать результаты консультации пациента для амбулаторной карты.

– Повысить качество оформления записей амбулаторного приема за счет применения формализованных протоколов консультаций [1].

Авторами разрабатывается АРМ врача-эндокринолога, которое состоит из двух модулей:

– модуль, предназначенный для приема пациентов с заболеванием щитовидной железы;

– модуль, предназначенный для приема пациентов с заболеванием сахарным диабетом.

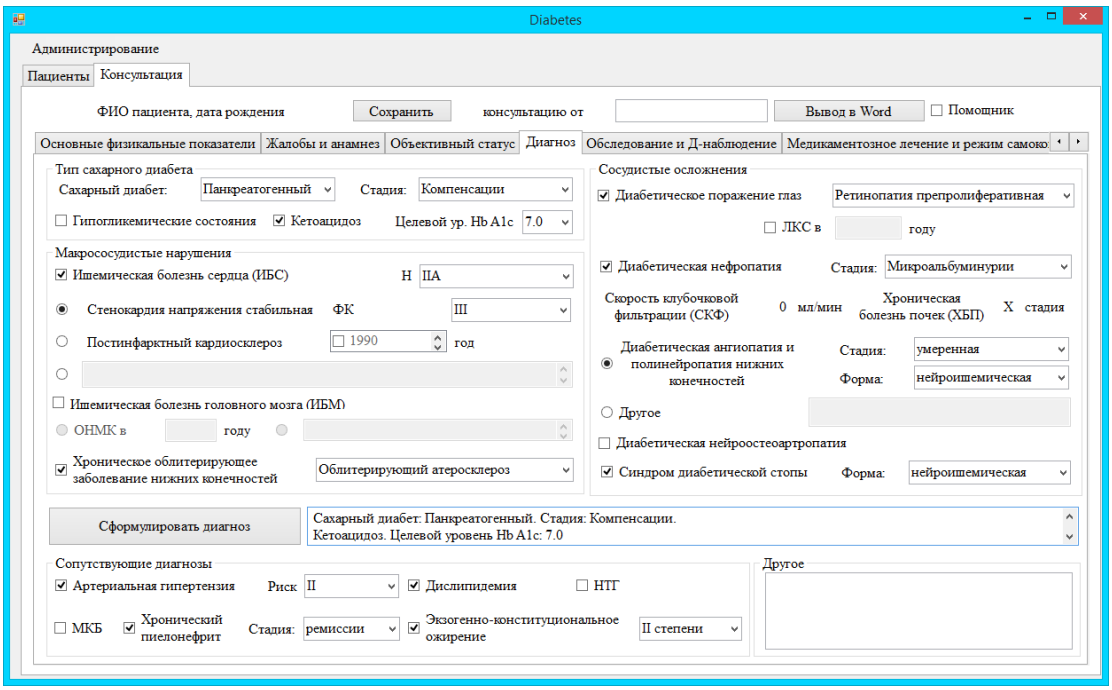


Рис.1. Экранная форма постановки диагноза модуля «Сахарный диабет»

Основными функциями АРМ являются:

1 авторизация и аутентификация пользователей в системе (предусмотрено две роли пользователей: врач и медсестра);

2 ввод личных данных пациента;

3 ввод данных о состоянии пациента (каждый модуль включает в себя «блоки», каждый их которых содержит тематические разделы, специфические для каждого вида обследования, например, блок «Диагноз» модуля «Сахарный диабет» (рис. 1) включает в себя «Тип сахарного диабета», «Макрососудистые

нарушения», «Сосудистые осложнения», «Сопутствующие диагнозы», «Другое»);

4 выдача диагноза о состоянии пациента на основе вводимых данных;

5 выписка медикаментов пациенту по результатам консультации;

6 формирование протокола консультации (амбулаторного приема) и автоматическое сохранение их в базу данных;

7 экспорт данных о проведенной консультации в файл формата .docx;

8 работа с медицинскими препаратами;

9 выдача справочной информации о системе.

Система представляет собой настольное приложение, реализованное с помощью языка программирования C# в среде программирования Visual Studio 2010. В качестве системы управления базой данных выбрана свободная реляционная система управления базами данных Microsoft Access 2010.

На рис. 2 приведена структурная схема системы.

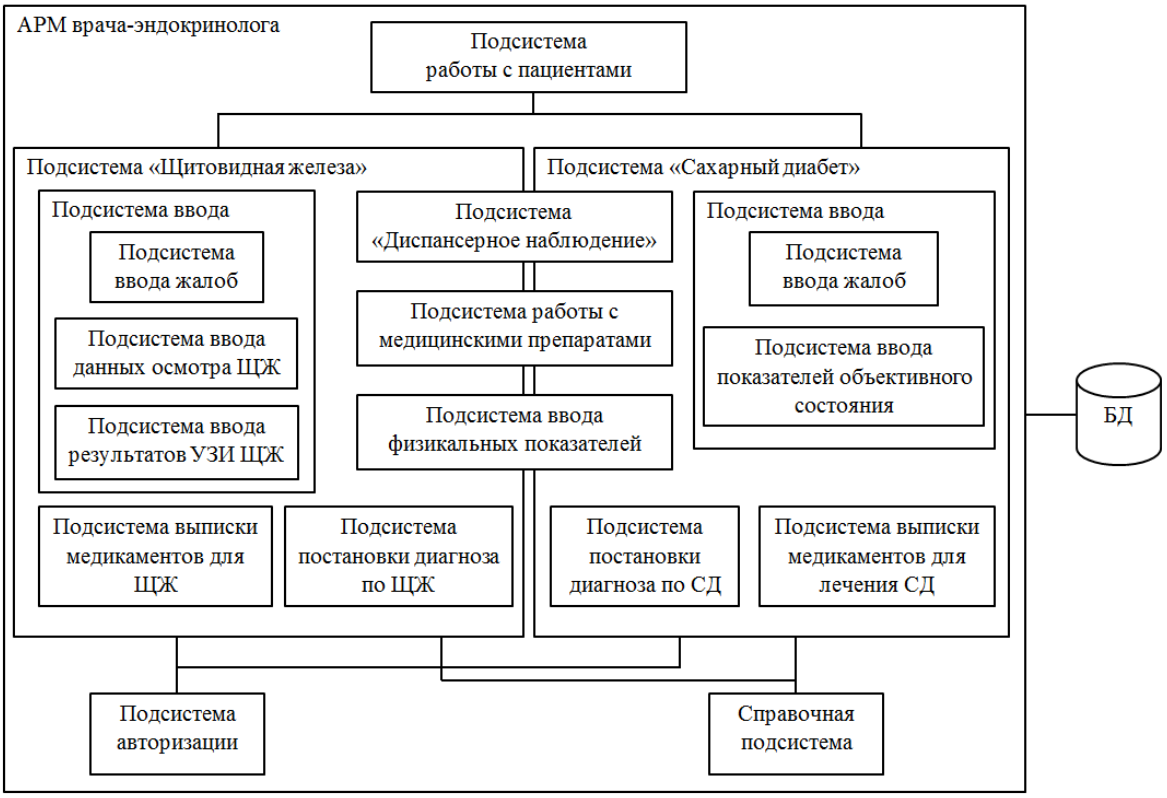


Рис. 2. Структурная схема АРМ врача-эндокринолога

В состав системы входят следующие подсистемы:

1 общего назначения:

– авторизации, которая позволяет аутентифицировать пользователя;

– работы с пациентами, которая позволяет вести медицинские карты пациентов;

– справочная подсистема выдает краткое руководство для пользователя;

2 модуль «Щитовидная железа», с помощью которого врач проводит консультацию по щитовидной железе, включает в себя подсистемы, отвечающие за ввод данных осмотра, жалоб, результатов УЗИ; постановки диагноза; выписки медикаментов;

3 модуль «Сахарный диабет», с помощью которого врач проводит консультацию по сахарному диабету, включает в себя подсистемы, отвечающие за ввод данных объективного состояния, жалоб; постановки диагноза; выписки медикаментов;

4 общие по функциональному назначению для обоих модулей (необходимо отметить, что набор блоков и тематических разделов для каждого модуля различен):

– «Диспансерное наблюдение», которая позволяет пользователю назначать список рекомендуемых анализов, а также консультацию у других врачей;

– работы с медицинскими препаратами, которая предоставляет пользователю возможность работать с таблицей медикаментов;

– ввода физикальных показателей, с помощью которой пользователи могут ввести физикальные показатели пациента.

АРМ врача-эндокринолога позволит комплексно решить задачу введения первичных медицинских данных, формализация амбулаторного приема пациентов предоставит возможность оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий путем проведения консультаций и консилиумов, а также мониторинг состояния здоровья пациента.

Литература

1 Первышин Н.А., Середина Г.И., Галкин Р.А., Кривощеков Е.П. Формализованный протокол амбулаторного приема врача-эндокринолога пациентов с заболеваниями щитовидной железы // Журнал научных статей Здоровье и образование в 21 веке. 2017. № 8. Т. 19. С. 122-127.

Б. Тургунов, А. Комилов, Д. Абдурасулова, С. Асроров

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии, Узбекистан)

В последнее время интерес к беспроводным системам для медицинских применений стремительно растет. Имея ряд преимуществ по сравнению с проводными альтернативами, в том числе: простота использования, снижение риска заражения, снижение риска отказа, снижение дискомфорта пациента, повышение мобильности и низкая стоимость предоставления медицинской помощи,

беспроводные приложения создают захватывающие возможности для новых приложений на медицинском рынке.

Портативные устройства, такие как мониторы сердечного ритма, пульсоксиметры, спирометры и мониторы артериального давления, являются важными инструментами интенсивной терапии. Традиционно датчики для этих приборов прикрепляются к пациенту с помощью проводов; и пациент последовательно переходит в постель. Кроме того, всякий раз, когда пациент должен быть перемещен, все устройство мониторинга необходимо отключить, а затем снова подключить. В настоящее время все эти трудоемкие рабочие места могут быть прекращены, и пациенты могут быть освобождены от аппаратуры и кровати беспроводными технологиями. Интегрированная беспроводная технология, эти беспроводные устройства могли связываться со шлюзом, который соединяется с сетью медицинского центра и передает данные в хранилища данных здоровья для мониторинга, контроля или оценки в режиме реального времени или в автономном режиме после хранения.

В настоящее время доступен непрерывный и повсеместный медицинский мониторинг с использованием беспроводных систем здравоохранения и телемедицинских услуг. В чрезвычайных ситуациях параметр здоровья в реальном времени имеет решающее значение. По данным Американской ассоциации сердца, лечение пациента с фибрилляцией желудочков в течение первых 12 минут остановки сердца приводит к выживанию 48% -75%. Показатель выживаемости снижается до 2% -4% через 12 минут [2]. С помощью беспроводных систем непрерывного медицинского мониторинга информация пациентов, такая как кровяное давление, частота сердечных сокращений и электрокардиограмма, может быть немедленно отправлена в специализированные медицинские центры для надлежащего хранения и обработки. Медицинские чрезвычайные ситуации могут быть обнаружены раньше, и надлежащее лечение может быть применено своевременно. Эффективность медико-санитарной помощи в нескольких ситуациях значительно улучшается с использованием технологий беспроводной связи.

Беспроводная технология может быть лучшим решением для массовых чрезвычайных ситуаций, таких как стихийные бедствия или человеческие бедствия и военные конфликты, в которых необходимы записи пациентов, такие как предыдущая история лечения, идентификация и другая важная информация. С помощником ручных устройств, в которые интегрирована беспроводная сеть, количество времени, которое врачи должны идентифицировать, отслеживать историю болезни пациента и проконсультироваться с другими врачами, будет значительно сокращено. Кроме того, доступ к базам данных пациентов, которые могут быть созданы путем непрерывного медицинского мониторинга, будет легко доступен и обновлен. В результате количество необходимых бумажных работ и дублирование записи пациентов будут опущены.

Со всеми этими возможностями беспроводные системы для медицинского применения теперь не только ориентированы на поставщиков медицинских услуг и правительства, но и на исследования и промышленность. Значи-

тельные академические и корпоративные ресурсы направлены на исследование и разработку новых беспроводных систем здравоохранения. Несколько инновационных приложений, основанных на этой технологии, разрабатываются или разрабатываются в исследованиях. В этой статье мы обсудим некоторые из этих проектов, подчеркнув их архитектуру и реализацию.

В этом статье мы вкратце обсудим базовые беспроводные технологии, которые используют текущие приложения.

Основные беспроводные сетевые технологии медицинского применения:

Быстрый рост технологий расширяет возможности для использования рынка беспроводных медицинских приложений. В настоящее время благодаря крупномасштабной беспроводной сети и мобильным вычислительным решениям, таким как сотовая 3G и за ее пределами, сеть Wi-Fi и Wi-MAX, лица, осуществляющие уход, могут получить доступ к важной информации в любом месте и в любое время в сетях здравоохранения. Настоящее широко распространенное вычисление, состоящее из RFID, Bluetooth, ZigBee и беспроводной сенсорной сети, дает инновационную среду для передачи данных для медицинских приложений. В этом разделе статьи мы остановимся на текущем использовании различных беспроводных коммуникаций в области здравоохранения.

Wi-MAX. На основе стандартов IEEE 802.16, так называемых стандартов WirelessMAN, Wi-MAX создается Wi-MAX Forum, который имеет беспроводную передачу данных с высокой степенью защиты на большие расстояния, до 50 км, с высокой скоростью передачи данных, до 70 Мбит / с и высокой мобильностью до 150 км / час.

Благодаря преимуществам мобильности, скорости передачи, QoS и безопасности технология Wi-MAX является отличным выбором для поставщиков телемедицинских услуг как в фиксированной, так и мобильной среде [1]. Задержка передачи для высококачественных изображений, таких как ультразвуковые и радиологические изображения, может значительно снижаться при передаче с высокой пропускной способностью. Многие процессы мониторинга и диагностики могут выполняться одновременно с существующими возможностями большой сети. Сильное QoS повышает надежность и эффективность передачи данных. Например, в системе догоспитального управления в машине скорой помощи диагностические изображения могут передаваться из скорой помощи в больницу, и врачи могут начать диагностировать, пока пациент находится на пути в больницу.

В практическом и исследовательском домене Wi-MAX имеет различные сценарии развертывания. В больших масштабах сети Wi-MAX могут создаваться и управляться региональным органом здравоохранения для предоставления услуг телемедицины среди региональных клиник, больниц и аптек. В меньших масштабах, например, в больницах, сети Wi-MAX могут использоваться для предоставления интрасети для больницы. Взамен нескольких точек доступа WLAN, только несколько базовых станций Wi-MAX могут охватить всю больницу. Это позволит не только значительно сократить затраты на развертывание, но и повысить качество сети. Как упоминалось выше, другим применением се-

ти Wi-MAX является служба догоспитального управления. Количество приложений Wi-MAX быстро увеличивается, а некоторые другие приложения Wi-MAX будут обсуждаться в последующих разделах статьи.

WLAN. Первой и самой старой беспроводной технологией, используемой в медицинском приложении, является беспроводная локальная сеть (WLAN). Стандарты WLAN были впервые представлены в 1997 году, а именно IEEE 802.11. Емкость стандартов IEEE 802.11 развивалась от 1 до 2 Мбит / с в начальной версии до 54 Мбит / с в IEEE 802.11a и IEEE 802.11b. IEEE 802.11a имеет диапазон 100 футов и 802.11b имеет покрытие 350 футов на улице и 150 футов в помещении. После внедрения 802.11a и 802.11b альянс Wi-Fi сформировал и начал свою работу, сертифицируя беспроводные устройства

В настоящее время WLAN предоставляются почти в больницах США. Используя эту среду передачи, связь между отделами в больницах, из больницы в больницу может быть сделана «на лету». Данные пациента легко переносятся вокруг больницы. WLAN широко используются в телемедицине, передаче медицинских данных и многих других приложениях, которые будут обсуждаться в последующих разделах.

WPAN. WPAN, использующие стандарты Zigbee или Bluetooth, набирают популярность, а беспроводные мотыги доступны в промышленности. Ряд систем физиологического мониторинга, основанных на мотках, был предложен и развернут в реальных клинических условиях. В дополнение к мониторингу пациентов эти системы могут использоваться для отслеживания пациентов в ситуациях, когда информация о местоположении необходима, например, случаи массовых несчастных случаев.

Начиная с 1994 года в проекте Bluetooth Ediation, технология Bluetooth считается беспроводной личной сетью (WPAN). Bluetooth работает на частотах от 2402 до 2480 МГц с пропускной способностью 1 МГц в США. Скорость передачи данных определяется на уровне 720 кбит / с на пользователя. Технология мультиплексирования с временным разделением разделяет канал на 625 микросекундных слотов, в 1600 раз превышающий RF-скачок в секунду. Работа в одном из трех режимов передачи: от 1-3, мощность передачи которых составляет 20 дБм, 4 дБм и 0 дБм в диапазоне от 100 м до 10 м соответственно, Bluetooth - это технология, предназначенная для замены кабеля и короткого расстояния. Сеть Bluetooth, так называемая пикосеть, может быть сформирована мастером, до 8 активных подчиненных устройств и до 255 припаркованных ведомых устройств. При установлении соединения ведомое устройство синхронизирует скачкообразную перестройку частоты и его таймер с ведущим устройством, а затем ожидает опроса ведущего для передачи.

Другой технологией, используемой в WPAN, является Zigbee, так называемый IEEE 802.15.4. Стандарт - это сверхнизкая мощность, низкая скорость передачи данных, которая используется для мониторинга и управления приложениями. Устройства, использующие Zigbee, имеют ресурс жизни менее 1% в активном состоянии. В большинстве случаев устройства находятся в спящем режиме, чтобы сохранить мощность устройства. Сеть Zigbee может быть сформи-

рована тремя типами устройств, которые являются координаторами PAN, полнофункциональным устройством, устройством с уменьшенными функциями. Количество узлов в сети может составлять до 65000 узлов.

Обладая многими преимуществами, включая низкое энергопотребление, небольшой размер, простой протокол, широкую совместимость и т.д., WPAN применяется ко многим медицинским приложениям, включая телемедицинскую систему, широкомасштабный и непрерывный мониторинг пациентов и беспроводные интегрированные медицинские устройства. Например, при массовом несчастном случае или бедствии медики могут размещать крошечные датчики для каждого пациента для создания сети ad hoc с использованием Bluetooth, передавая непрерывные жизненно важные данные на несколько приемных устройств (например, карманные компьютеры, переносимые врачами или базовые станции ноутбуков в машинах скорой помощи) [2]. В качестве другого примера применения Bluetooth, беспроводные электроэнцефалограммы (ЭЭГ) используют беспроводной интерфейс Bluetooth для переноса ЭЭГ на КПК [6]. Многие другие приложения Bluetooth и Zigbee в медицинском приложении будут обсуждаться в последующих разделах.

WBAN. Недавние технологические разработки в маломощных интегральных схемах, беспроводной связи и физиологических датчиках способствуют разработке крошечных, легких и сверхмощных устройств мониторинга. Одним из многих применений WBAN в медицинской области является компьютерная физическая реабилитация [2]. Интеллектуальные датчики, которые носят пациенты, передают жизненно важные знаки на персональный сервер, который работает на КПК, ноутбуке или мобильном телефоне 3 G. Последовательно данные передаются с персонального сервера на серверы системы здравоохранения, такие как прогноз погоды, медицинская база данных или аварийный сервер через Интернет. Алгоритмы могут выполняться на серверах системы здравоохранения, чтобы дать мгновенные рекомендации для пациентов. На рисунке-1 показан пример потока данных в интегрированной системе WBAN[2].

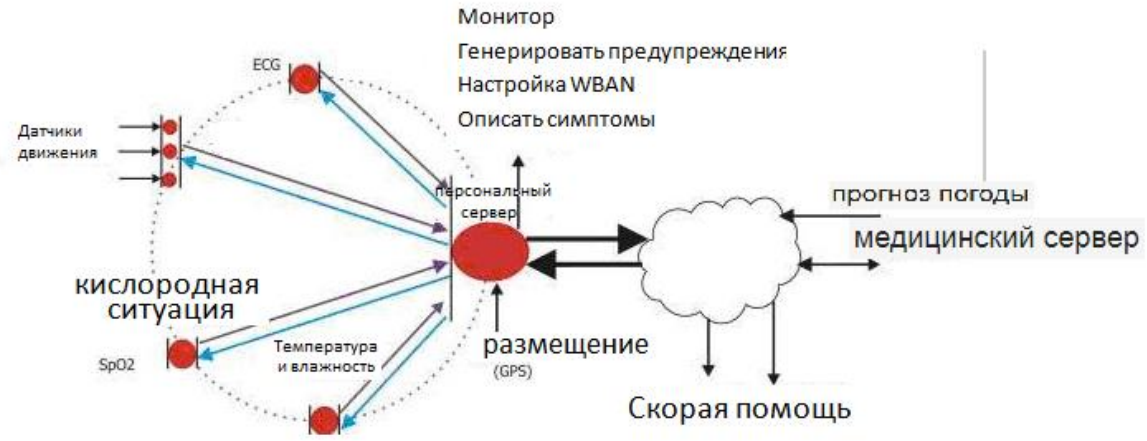


Рисунок 1 – Поток данных в компьютерной физической реабилитационной системе

Выводы

Хотя беспроводные медицинские приложения были успешно реализованы не только в исследованиях, но и на практике, все еще есть много проблем для разработчиков и исследователей. Потенциал беспроводной технологии в медицинской области не может быть полностью использован, если указанные проблемы не решены, что потребовало долгосрочных усилий исследователей и инвесторов.

Литература

1. Ниято Д. Хоссиан Е; «Широкополосный беспроводной доступ на основе IEEE 802.16 / WiMAX и его применение для служб телемедицины / электронного здравоохранения», IEEE Wireless Communications, февраль 2007 г.

2. Евгений Ших, Владимир Бычковский, Дороти Кертис и Джон Гуттаг,

«Демо-версия: непрерывный медицинский мониторинг с использованием беспроводных микросенсоров», SenSys'04, 3-5 ноября 2004 г., Балтимор, Мэриленд

А.С. Широканев, Н.Ю. Ильясова

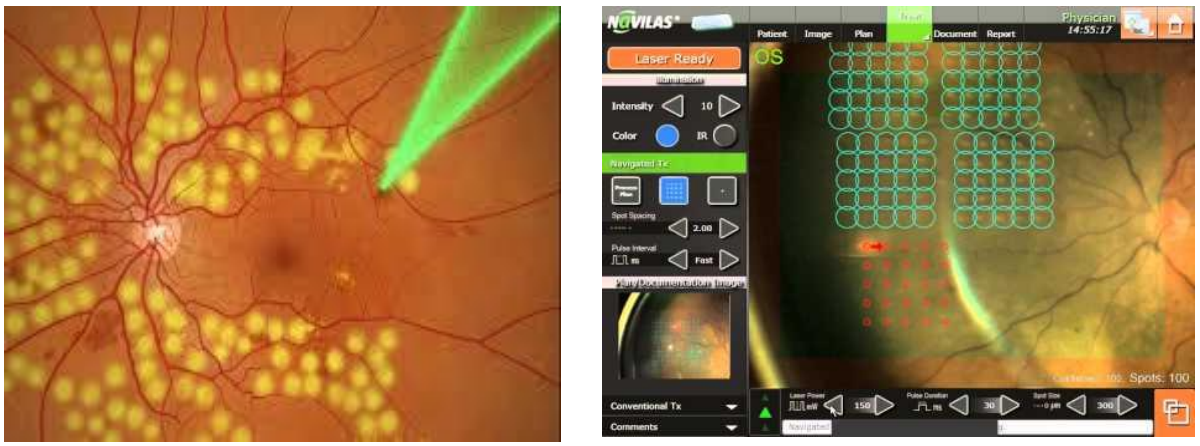
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РАССТАНОВКИ КОАГУЛЯТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЕ ГЛАЗНОГО ДНА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ КОАГУЛЯЦИИ

(Институт систем обработки изображений РАН)

Введение

Сахарный диабет является самым опасным и распространённым эндокринным заболеванием во всём мире. При диабете происходит изменение кровеносных сосудов сетчатки, которое приводит к нарушению обеспечения сосудов сетчатки кислородом. Такое состояние зрительной системы ведёт к появлению диабетической ретинопатии (ДРП). Лазерная коагуляция сетчатки является главным инструментом терапии ДРП [1,2].

В ходе лазерного лечения происходит нанесение серии дозированных микроожогов – лазерокоагулятов, в зоне отёка на сетчатке. Наложение коагулятов происходит либо по одному, либо серией коагулятов, расположенных в виде заданной фигуры правильной формы – паттерна, либо с предварительным планированием расположения коагулятов с последующим наложением полученного плана на изображение глазного дна [3] (рис. 1). Наиболее предпочтительно оптимальное расположение коагулятов, что подразумевает нахождение их в зоне отёка на максимально равных друг от друга расстояниях и исключения попадания их на сосуды.



(а) (б)

Рис. 1. Примеры наложения коагулятов при проведении лазерной операции (а), примеры паттернов программного средства NAVILAS (б)

1 Описание технологии расстановки коагулятов на изображение глазного дна

Расстановка коагулятов на глазное дно представляет собой технологию, которая на первом этапе сегментирует изображение, а на втором осуществляет оптимальную расстановку коагулятов в область интереса. На изображении глазного дна выделяются четыре основных класса объектов: экссудаты, толстые сосуды, тонкие сосуды и здоровые участки. Область макулярного отёка определяется скоплением зон экссудации. При проведении лазерной терапии врачи запрещают накладывать коагуляты на толстые сосуды и не рекомендуют затрагивать здоровые участки и тонкие сосуды, так как из-за этого снижается эффективность проведения лазерной операции.

Сегментацию изображения глазного дна предлагается проводить на основе вычисления текстурных признаков [4]. Для того чтобы провести более точную сегментацию в работе [5] была предложена технология формирования набора эффективных признаков на основе анализа текстурных свойств указанных классов изображений с использованием дискриминантного анализа.

Выделение областей интереса осуществляется на основе принятия решения о принадлежности фрагментированных зон к одному из 4 указанных выше классов объектов: экссудаты, толстые сосуды, тонкие сосуды и здоровые участки. Фрагментация проводилась путём разделения изображения на блоки квадратной формы, классификация которых осуществлялась на основе технологии представленной в [5].

На втором этапе решается задача расстановки коагулятов, другими словами задача заполнения кругами одинакового радиуса области интереса [6]. Для решения данной задачи необходимо сначала выделить потенциальные центры кругов, то есть осуществить бинарную обработку изображения, исключив точки, которые не могут быть центрами кругов. Проверка принадлежности точки круга области интереса осуществляется операцией импликации: $m_{kl} \to f_{ij}$. Изображение потенциальных центров формируется следующим образом:

$c_{ij} = \bigwedge_k \bigwedge_l \left[m_{kl} \to f_{i-r+k\, j-r+l} \right]$. Сформированное изображение c_{ij} представляет собой изображение потенциальных центров кругов.

В полученное бинарное изображение необходимо расставить максимальное количество точек так, чтобы расстояние между любыми двумя точками было не меньше заданного. В настоящей работе были предложены 7 вариантов алгоритмов, каждый из которых характеризуется определённой картой – способом размещения коагулятов: случайная карта, квадратная карта, гексагональная карта, упорядоченная карта, волновая карта, граничная карта, адаптивная граничная карта (рис. 2).

2 Результаты исследования алгоритмов расстановки коагулятов на изображение глазного дна

Детальное исследование сегментации проводилось в работах [5, 7]. Было показано, что для сегментации изображения глазного дна достаточно использовать окно размером 12. При данном значении ошибка кластеризации не превышает 2,5%. Наилучшим способом сегментации изображения глазного дна является использование попарного отбора признаков с поворотом и расстояния Махаланобиса. Визуальная экспертная оценка подтвердила данное утверждение [5].

Качество расстановки коагулятов сложно оценить эксперту, поэтому рекомендуется вычислять некоторые характеристики расставленных коагулятов.

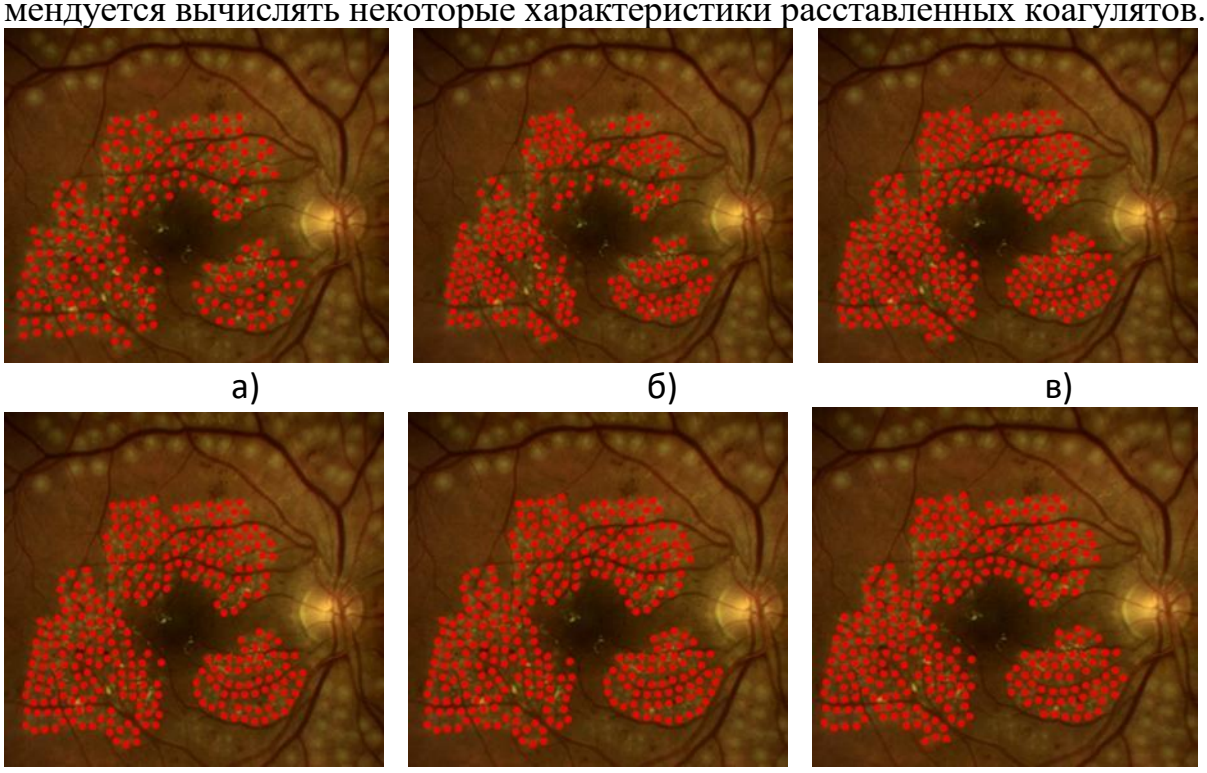


Рис. 2. Результаты работы алгоритмов заполнения коагулятами глазного дна: а) случайная карта, б) гексагональная карта, в) упорядоченная карта, г) волновая карта, д) граничная карта, е) адаптивная граничная карта

Будем считать расстояния от каждого коагулята до ближайшего реализацией случайной величины. Тогда анализу подвергается непосредственно случайная величина. Наиболее подходящими характеристиками качества алгоритма расстановки коагулятов являются дисперсия минимальных расстояний, медиана и количество коагулятов (табл. 1).

Табл. 1. Характеристики работы алгоритмов заполнения коагулятами области интереса

Карта	Дисперсия	Медиана	Количество
Случайная	6,32	31,62	223
Квадратная	6,09	30,00	220
Гексагональная	7,68	30,00	248
Волновая	0,95	30,08	311
Граничная	0,90	30,08	305
Адаптивная граничная	0,70	30,07	315
Упорядоченная	0,19	30,08	312

Показательной характеристикой качества работы алгоритма является дисперсия, характеризующая степень разброса расстояний между коагулятами. Алгоритмы, основанные на выборе оптимальной сетки (гексагональная и кубическая карты), приводят к достаточно большой дисперсии. Наименьшую дисперсию обеспечивают алгоритмы, основанные на «нерегулярном» заполнении области коагулятами (волновая, граничная, адаптивно граничная, упорядоченная карты). По данному критерию наилучшим алгоритмом является алгоритм, основанный на упорядоченной карте. Следует отметить, что алгоритм, основанный на упорядоченной карте, обладает самой низкой вычислительной сложностью. Однако по количеству упакованных кругов адаптивно граничная карта обгоняет упорядоченную. Такой эффект объясняется сложностью выделенной области интереса. Поэтому важно обращать внимание также на покрытую кругами площадь или количество упакованных кругов.

Следует отметить, что в «регулярных» алгоритмах подавляюще большой частотой обладает минимальное расстояние. Данный факт сильно коррелирует с медианой. Поэтому степень «регулярности» позволяет отражать критерий «медиана».

Заключение

В результате проведённого исследования алгоритмов расстановки коагулятов сделан вывод, что наилучшими характеристиками, описывающими карту коагулятов, являются дисперсия, медиана и количество коагулятов. В связи со сложностью формы вычисляемой области интереса количество расставленных коагулятов может оказаться более показательной характеристикой по сравнению с дисперсией.

По критерию «дисперсия» алгоритм, основанный на упорядоченной карте, является наилучшим. Но наибольшей площадью покрытия коагулятами зоны интереса обладает адаптивно граничная карта. Медиана позволяет отличать

регулярный алгоритм от нерегулярного, что определённым образом также влияет на эффективность лазерной коагуляции.

Литература

1. Дога, А.В. Современные аспекты диагностики и лечения диабетического макулярного отека / А.В. Дога, Г.Ф. Качалина, Е.К. Педанова, Д.А. Буряков // ФГБУ Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова, Москва, 2014. – Т. 4. – С. 51-59.

2. Issa, P.C. Macular telangiectasia type 2 / P.C. Issa, M.C. Gilliesb, E.Y. Chewc, A.C. Birdd, Tjebo F.C. Heerena, T. Petod, F.G. Holza, Hendrik P.N. Scholl // Progress in Retinal and Eye Research, 2013. – Vol. 34. – P. 49–77.

3. Kernt, M. Navigated focal retinal laser therapy using the NAVILAS® sys-tem for diabetic macula edema / Cheuteu R., Liegl R.G., et al.. // Ophthalmologe, 2012. – Vol. 109. – P. 692-700.

4. Fukunaga, K. Introduction to statistical pattern recognition. New York and London: Academic Press, 1972. – 369 p.

5. Ilyasova, N., Paringer, R., Kupriyanov, A. Regions of interest in a fundus image selection technique using the discriminative analysis methods. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2016. – No.9972. – P. 408-417.

6. Ilyasova, N. Coagulate map formation algorithms for laser eye treatment / N. Ilyasova, D. Kirsh, R. Paringer, A. Kupriyanov, A. Shirokanev // IEEE Xplore, 2017. – P. 1-5.

7. Ilyasova N. A smart feature selection technique for object localization in ocular fundus images with the aid of color subspaces / N. Ilyasova, R. Paringer, A. Shirokanev, A. Kupriyanov, N. Ushakova // Procedia Engineering, 2017. – Vol. 201. – P. 736-745.

Э.А.Эшбоев, Ф.Г.Клычева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

(Каршинский государственный университет)

В этой статье рассматривается проблема построения математической модели оценки здоровья населения будет решена с использованием линейной зависимости между описательными характеристиками объекта. Допустим нам необходимо оценить развитие народонаселения определённого региона в течение определенного промежутка времени T_2 -T_1 (лет). Для этого вводится понятие индекс здоровья населения – ИЗН, который определяется по обобщённым показателям. Чтобы определить его необходимо учитывать следующие факторы:

- N_{tg} - количество детей, родившимся живым;
- K_{tg} - коэффициент усиления веса, определяющий важность младенца, родившимся живым;
- N_{bk} - общая заболеваемость маленьких детей (зарегистрированная);
- K_{bk} - коэффициент усиления степени значимости заболевания маленьких детей;
- Q_{bk} - относительный размер регистрации заболеваний маленьких детей;
- N_{ukk} - общая заболеваемость подростков и взрослых (зарегистрированная);
- K_{ukk} - коэффициент усиления, определяющий важность обобщённой заболеваемости подростков и взрослых ;
- Q_{ukk} -относительный размер регистрации заболеваний подростков и взрослых;
- N_{vi} - количество умерших индивидуумов;
- K_{vi} - коэффициент усиления, определяющий важность умершего индивидуума;
- C - ИЗН (индекс здоровья населения) в среднем равен (обычно 0.5).

Теперь приведём некоторые важные линейные связи между вышеупомянутыми факторами. Для среднего состояния здоровья населения возьмём ИЗН=С. Такое отношение подразумевает увеличение численности населения за счёт рождаемости и его снижение за счёт смертности в выбранном интервале времени.

Результаты проведённого научного исследования над населением зависят от ряда таких факторов, как оказание медицинской помощи населению, организация здорового образа жизни, поиск положительных решений экологических проблем.

Здоровье населения зависит от двух факторов:

- факторы, непосредственно зависящие от самого населения;
- внешние факторы, влияющие на население.

Если внутренние факторы включают в себя правильное питание, занятия спортом, соблюдение санитарно-гигиенических норм, то в качетсве внешних факторов выступают природные явления, различного рода вредные выбросы заводов, фабрик и транспортных средств. Обобщая приведённые выше пункты, можно резюмировать факторы, влияющие на здоровье населения с помощью следующей диаграммы (см. Рис. 1).

Подводя итоги, мы получаем следующую модель для ИЗН, которая поможет оценить здоровье населения:

$$ИЗН = C + C\frac{A-B}{A+B} = 2C - C\frac{2B}{A+B},$$

Здесь

$$A = N_{tg} + K_{tg},\ B = \frac{N_{bk}K_{bk}}{Q_{bk}} + \frac{N_{ukk}K_{ukk}}{Q_{ukk}} + N_{vi}K_{vi}.$$



Рис. 1

Ниже приведенный код программы создан в соответствие составленного алгоритма:

```
const n=100; m=12;
var mas:array[1..n,0..m] of real;
f1:text; b1:array[1..m] of real;
i,j,y1,y2,t1,t2:integer;
Ntg,Ktg,Nbk,Kbk,Qbk,Nukk,Kukk,Qukk,Nvi,Kvi,C,A,B,
Izn:real;
begin
assign(f1,'asbi.txt'); reset(f1);
i:=1;
repeat
for j:=0 to 10 do begin
read(f1,mas[i,j]);
write(mas[i,j],' ');
end;
writeln();
i:=i+1;
until eof(f1);
close(f1);
Writeln('Вводите начальное и конечное годы для вычисления Asi');
Writeln('От ',mas[1,0]:4:0,' до ',mas[i-1,0]:4:0);
read(t1,t2);
if (mas[1,0]<=t1)and (t1<=t2) and (t2<=mas[i-1,0]) then
begin
y1:=trunc(t1-mas[1,0]+1);
y2:=trunc(t2-mas[1,0]+1);
for j:=1 to 10 do
for i:=y1 to y2 do
b1[j]:= b1[j]+mas[i,j];
Ntg:=b1[1]; Ktg:=b1[2];
Nbk:=b1[3]; Kbk:=b1[4];
Qbk:=b1[5]; Nukk:=b1[6];
Kukk:=b1[7]; Qukk:=b1[8];
Nvi:=b1[9]; Kvi:=b1[10];
C:=0.5;
A:=Ntg+Ktg; B:=Nbk*Kbk/Qbk;
Izn:=C+C*(A-B)/(A+B);
```

```
Write('ИЗН=',Izn,' для ',x1,'-',x2,' годах ');
end
else Write('Неверный диапазон');
end.
```

Используя эту программу, вы можете рассчитать ИЗН данного региона и проанализировать результаты. Общий вид базового файла выглядит следующим виде и все эти информации взято приблизительно. Здесь ежегодная новая информация добавляется с новой строки:

```
…
2015 200 0.71 4 0.5 7 0.6 0.5 180 0.4 0.5
2016 222 0.65 6 0.4 5 0.4 0.5 201 0.5 0.5
2017 213 0.43 5 0.5 9 0.7 0.5 191 0.3 0.5
2018 225 0.76 4 0.5 8 0.5 0.5 202 0.4 0.5
…
```

Используя эту программу, из имеющиеся информации из базового файла вы можете рассчитать индекс здоровья населения в соответствие выбранного диапазона годов. Данные в файле должны содержать информацию о регионе.

Литература

1. Мадрахимов Ш.Ф., Хуррамов А.Ҳ. "Умумлашган кўрсаткичлар ва улардан билимларни шакллантиришда фойдаланиш", Монография, Ташкент 2014 г. 104 с.

2. Дарахвелидзе П., Марков Э. Программирование в Delphi7. Учебник. Санкт- Петербург, "БХВ-Петербург" 2003 г.

3. Pavlovskaya T.A. C++. Programmirovaniye na yazike visokogo urovnya – SPb.: Piter. 2005.- 461 s.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

О.А. Авдеюк, И.А. Тарасова, И.В. Приходькова, Е.С. Павлова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ

(Волгоградский государственный технический университет)

Как было отмечено в статье [1], во многих областях производственно-экономической деятельности возникает необходимость в решении задачи для определения максимального эффекта при заданных ограничениях на различные виды ресурсов [2,3]. Ввиду сложности современных объектов исследования для их модельного описания используются различные подходы, например - линейное программирование, частью которого являются транспортные задачи. В классическом варианте они ассоциируются с перемещением груза от поставщиков к потребителям. Решение данной задачи позволяет разработать наиболее рациональные пути и способы транспортирования товаров, устранить чрезмерно дальние, встречные, повторные перевозки. Всё это уменьшает стоимость доставки товаров, связанные с осуществлением процессов снабжения материалами, сырьём, оборудованием, топливом и т. д. Тем не менее, алгоритмы и методы решения транспортной задачи могут быть использованы при рассмотрении других типов задач, не относящихся к классу объектов транспортировки груза, например сетевое, календарное планирование, составление расписания, оптимальное обеспечение материальными ресурсами предприятие, распределение торговых агентов и т.д. Известно, что при использовании методов линейного программирования необходимо выполнять многочисленные последовательные арифметические операции, причем ошибка на любом этапе решения приводит к неверному конечному результату, а повторные вычисления зачастую занимают много времени. Поэтому широкое практическое использование этой теории связано с появлением ЭВМ и соответствующего программного обеспечения.

При решении транспортной задачи используют стандартные программные средства (например, OpenOffice.org Calc, MS Excel, MathCAD и др.) и специализированные программы (например, Lingo (demo – версия)), в том числе написанные на определенном языке программирования высокого уровня.

В статье [1] с применением различных алгоритмических и программных средств (OpenOffice редактором CALC, САПР MathCAD, в среде Delphi) в качестве примера была решена следующая транспортная задача. В трех пунктах отправления A1, A2 и A3 находится соответственно 34, 30 и 27 т горючего. Потребителям B1, B2, B3 и B4 требуют соответственно 25, 19, 29 и 21 т горючего. Стоимость перевозки одной тонны горючего из пункта A1 в пункты B1, B2, B3 и B4 соответственно 6, 2, 5 и 5 рублей за тонну горючего, из A2 – 4, 7, 3 и 6

руб., а из В3 - 2, 4, 1 и 5. Составить оптимальный план перевозок горючего так, чтобы общая сумма транспортных расходов была наименьшей (табл. 1).

Таблица 1

	B1	B2	B3	B4	Всего
A1	6	2	5	5	34
A2	4	7	3	6	30
A3	2	4	1	5	27
Всего	25	19	26	21	

В результате анализа полученных данных был сделан вывод, что в итоге применение различных программных продуктов для решения поставленной задачи был получен одинаковый результат вычислений. Каждое программное средство имеет свои недостатки и преимущества использования по сравнению с другим, к ним относятся, например, алгоритмическая сложность, полнота и системность функций обработки, стоимость и д.р. Очевидно, что выбор того или иного программного продукта зависит как от возможностей пользователя, так и его целей. Анализ различных программных продуктов предоставляет возможность осуществить правильный выбор при решении транспортной задачи в зависимости от специфики технического задания.

Литература

1. Алгоритмические и программные средства для решения транспортных задач / И.В. Приходькова, И.А. Тарасова, О.А. Авдеюк, В.С. Поляков, В.Ю. Наумов, Е.С. Павлова // Современные наукоёмкие технологии. - 2017. - № 7. - С. 66-71.

2. Решение транспортных задач: учеб. пособие / А. В. Семериков. – Ухта : УГТУ, 2013. – 58 с.

3. Приходькова, И.В. Информатика в транспортной отрасли: лабораторный практикум. Решение транспортных задач: учеб. пособие / И.В. Приходькова, И.Г. Лемешкина, Е.С. Павлова; ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - 80 с.

Е.О. Арискин

МОДЕЛИ ПОГРЕШНОСТЕЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕРТОЛЕТА НА ОСНОВЕ НЕПОДВИЖНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ПРИЕМНИКА С ИОННО-МЕТОЧНЫМИ И АЭРОМЕТРИЧЕСКИМИ КАНАЛАМИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Эксплуатация вертолета происходит в приземном слое атмосферы в условиях значительных ветровых возмущений, поэтому для целей пилотирования и обеспечения безопасности необходима достоверная информация о скорости и

угле направления ветра [1, 2].

Однако на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах, при полете на малых скоростях, когда приемники первичной информации находятся в створе вихревой колонны несущего винта измерение параметров ветра ограничивается индуктивными потоками несущего винта вертолета.

Одним из перспективных направлений создания бортовой системы измерения параметров вектора ветра является использование для целей измерения информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта, воспринимаемой неподвижным комбинированным приемником с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами [3, 4] (см. рисунок).

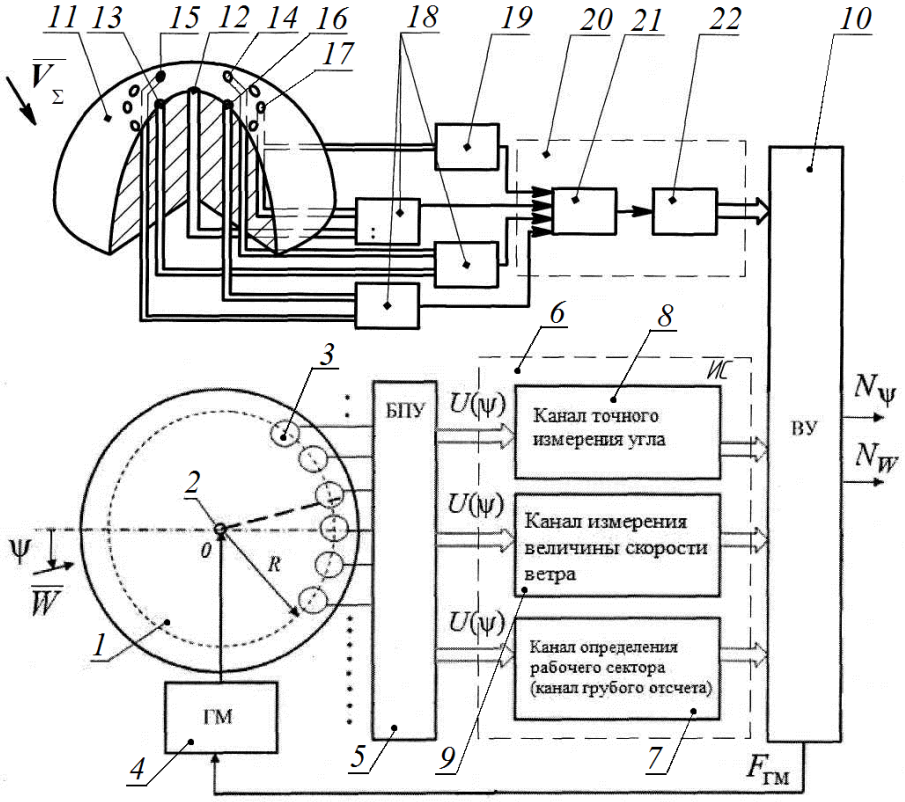


Рисунок 1 – Функциональная схема системы измерения параметров вектора ветра на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости

В качестве ионно-меточного канала используется панорамный ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости [4].

На стояке до запуска силовой установки текущее значение измеряемого угла ψ определяется как $\psi=i\alpha_0+\alpha_p$, где α_0 – угол, охватывающий рабочий сектор грубого канала (при $i_{max} = 4$, $\alpha_0 = 90°$); i – номер сектора ($i = \overline{1,4}$); α_p – значение измеряемого угла в пределах i-го рабочего сектора
и снимаемые с блока предварительных усилителей, в пределах рабочего сектора $\alpha_p = arctg\dfrac{A\sin\alpha_i}{A\cos\alpha_i}$, где α_i – текущее значение измеряемого угла в пределах i-го сектора.

При работе канала измерения параметров вектора ветра $\overline{W}$ формируется интервал времени τ_W пролета ионной метки расстояния R от точки *0* генерации ионной метки до окружности с приемными электродами. В соответствии с которым в вычислительном устройстве вырабатывается цифровой код N_W, скорости ветра $W = \frac{R}{\tau_W}$.

На стоянке при запуске силовой установки и вращении несущего винта

продольная W_x, боковая W_z составляющие и модуль (величина) $W_г$ горизонтального ветра $\overline{W}$ на стоянке при запуске силовой установки и вращении несущего винта будут определяться как:

$$W_x = V_\Sigma \frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}} \frac{\Delta P_1}{\Delta P_\Sigma} - K_{ix} V_{i0}; \qquad W_z = V_\Sigma \frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}} \frac{\Delta P_2}{\Delta P_\Sigma} - K_{iz} V_{i0};$$
$$W_г = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}; \quad \psi = \operatorname{arctg} \frac{W_z}{W_x}, \tag{1}$$

где φ_{10} и φ_{20} – углы расположения отверстий для забора давлений P_1, P_2 и P_3, P_4; $\Delta P_1 = P_1 - P_2$; $\Delta P_2 = P_3 - P_4$; $\Delta P_\Sigma = P_{П\Sigma} - P_{СТ\Sigma}$.

На режиме руления и маневрирования вертолета по земной поверхности продольная W_x и боковая W_z составляющие и величина (модуль) $W_г$ горизонтального ветра $\overline{W_г}$

$$W_x = V_\Sigma \frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}} \frac{\Delta P_1}{\Delta P_\Sigma} - K_{ix} V_{i0} - V_{px}; \quad W_z = V_\Sigma \frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}} \frac{\Delta P_2}{\Delta P_\Sigma} - K_{iz} V_{i0} - V_{pz};$$
$$W_г = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}; \quad \psi = \operatorname{arctg} \frac{W_z}{W_x}. \tag{7}$$

где V_{i0} – скорость индуктивного потока на режиме висения; K_{ix}, K_{iz} – коэффициенты, определяемые экспериментально для конкретного типа вертолета.

На взлетно-посадочных режимах вертолета и при полете с малыми скоростями продольная V_x и боковая V_z составляющие и величина (модуль) $V_в$ вектора истинной воздушной скорости $\overline{V}_в$, угол скольжения β вертолета будут определяться соотношениями [3]:

$$V_x = V_\Sigma \sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}} \frac{\Delta P_1}{\Delta P_\Sigma}\right)\right] \times$$
$$\times \cos\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}} \frac{\Delta P_2}{\Delta P_\Sigma}\right)\right] - K_{ix} V_{i0} - (\omega_y z - \omega_x y);$$
$$V_z = V_\Sigma \sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}} \frac{\Delta P_2}{\Delta P_\Sigma}\right)\right] - K_{iz} V_{i0} - (\omega_x y - \omega_y x); \tag{3}$$
$$V_в = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}; \quad \alpha = \operatorname{arctg} \frac{V_y}{V_x}; \quad \beta = \operatorname{arcrcs} \frac{V_z}{V_в},$$

где ω_x, ω_y, ω_z – угловые скорости вращения вертолёта относительно осей связанной системы координат; x, y, z – координаты места установки неподвижного комбинированного приемника на фюзеляже вертолета.

Используя информацию о величине $V_п$ и угле сноса $\psi_с$ вектора путевой скорости $\overline{V}_п$ от доплеровского измерителя скорости и угла сноса составляющие, горизонтального ветра $\overline{W}$ определяются соотношениями:

$$W_x = |V_x| - V_п \cos\psi_с;\ W_z = |V_z| - V_п \sin\psi_с;\ \psi = \beta + \psi_с;\quad W_г = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}. \quad (4)$$

Используя методику, предложенную Д.А. Браславским [5], получим соотношения для оценки инструментальных погрешностей измерительных каналов системы на различных этапах и режимах эксплуатации вертолет.

На стоянке до запуска силовой установки $W = f(R, \tau_w)$, тогда инструментальная погрешность измерения скорости ветра будет определяться как

$$\Delta W = \frac{\partial f}{\partial R}\Delta R + \frac{\partial f}{\partial \tau_w}\Delta\tau_w = \frac{1}{\tau_w}\Delta R + \frac{R}{\tau_w}\Delta\tau_w, \quad (5)$$

где ΔR, $\Delta\tau_w$ – технологический допуск на радиус R установки приемных электродов и погрешность регистрации интервала времени τ_w.

Инструментальная погрешность канала угла направления ветра ψ на стоянке до запуска силовой установки $\Delta\psi = \Delta\alpha_i$.

На стоянке при запуске силовой установки и вращении несущего винта инструментальные погрешности каналов измерения параметров вектора ветра на стоянке при запуске силовой установки можно оценить как

$$\Delta W_г = \frac{\partial W_г}{\partial V_\Sigma}\Delta V_\Sigma + \left(\frac{\partial W_г}{\partial \Delta P_1} + \frac{\partial W_г}{\partial \Delta P_2} + \frac{\partial W_г}{\partial \Delta P_\Sigma}\right)\Delta(\Delta P);\quad \Delta\psi = \left(\frac{\partial \psi}{\partial \Delta P_1} + \frac{\partial \psi}{\partial \Delta P_2}\right)\Delta(\Delta P), \quad (7)$$

где $\Delta(\Delta P)$ – инструментальная погрешность датчиков перепадов давлений ΔP_1, ΔP_2, ΔP_3.

На режиме руления и маневрирования по земной поверхности, пренебрегая погрешностью измерения скорости руления спутниковой навигационной системы инструментальные погрешности каналов измерения параметров вектора ветра близки к режиму стоянки при запуске силовой установки.

На взлетно-посадочных режимах и при полете вертолета с малыми скоростями, пренебрегая погрешностями измерения угловых скоростей вращения вертолета относительно осей связанной системы координат, инструментальны погрешности каналов измерения параметров ветра можно оценить как

$$\Delta W_x \le \Delta V_x + \Delta V_п \cos\psi_с + V_п \sin\psi_с \Delta\psi_с;\quad \Delta W_z \le \Delta V_z + \Delta V_п \sin\psi_с + V_п \cos\psi_с \Delta\psi_с;$$
$$\Delta W_г \le \frac{\left(W_x \Delta W_x + W_z \Delta W_z\right)}{W_г};\qquad \Delta\psi \le \Delta\beta + \Delta\psi_с, \quad (8)$$

где $\Delta V_п$ и $\Delta\psi_с$ – инструментальные погрешности измерения путевой скорости и угла сноса доплеровского измерителя скорости и угла сноса ДИСС; ΔV_x, ΔV_z и $\Delta\beta$ – инструментальные погрешности определения продольной V_x и боковой V_z составляющих вектора истинной воздушной скорости и угла скольжения в каналах системы, которые согласно (3) можно оценить как

$$\Delta V_x \le \frac{\partial V_x}{\partial V_\Sigma}\Delta V_\Sigma + \frac{\partial V_x}{\partial \Delta P_1}\Delta(\Delta P) + \frac{\partial V_x}{\partial \Delta P_2}\Delta(\Delta P) + \frac{\partial V_x}{\partial \Delta P_\Sigma}\Delta(\Delta P);$$
$$\Delta V_z \le \frac{\partial V_z}{\partial V_\Sigma}\Delta V_\Sigma + \frac{\partial V_z}{\partial \Delta P_2}\Delta(\Delta P) + \frac{\partial V_z}{\partial \Delta P_\Sigma}\Delta(\Delta P). \quad (9)$$

Полученные соотношения позволяют обоснованно решать задачи анализа и синтеза системы измерения параметров вектора ветра на основе неподвижного комбинированного приемника с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами.

Литература

[1] Руководство полетной эксплуатации вертолета Ми8 (издание 4-е). М.: Авторитет, 1996. 554 с.

[2] Ерусалимский М.А., Егоров В.Н. Экипажам вертолетов информационную поддержку // Авиасоюз. – 2011. – №2. – С. 24-26.

[3] Патент РФ на изобретение №2587389 С1, МПК B64D 43/00. Бортовая система измерения параметров вектора скорости ветра на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета / В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, Ф.А. Ганеев, Е.О. Арискин, Н.Н., Макаров, В.П. Деревянкин, О.И. Кузнецов, Д.А. Истомин. Заявл. 12.12.2014. №2014150161/11. Опубл. 20.08.2016. Бюл. №14.

[4] Арискин Е.О., Кузнецов О.И., Никитин А.В., Солдаткин В.В., Солдаткин В.М. Система измерения параметров вектора ветра на вертолете на основе ионно-меточных и аэрометрических измерительных каналов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2015. №1 (309). С. 122-132.

[5] Браславский Д.А., Петров В.В. Точность измерительных устройств. М.: Машиностроение, 1976. 320 с.

А.Е. Артемьев

ДИСТАНЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ КОНТУРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В докладе предлагаются способы дистанционного определения углов ориентации и расположения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) или иных объектов в трехмерном пространстве с использованием наземной системы машинного зрения. Основой предлагаемых методов является вычисление дескриптора дискретного преобразования Фурье (ДПФ) контура наблюдаемого объекта с последующим его сравнением с эталонной моделью объекта. В качестве эталона используются данные ДПФ или двумерного ДПФ. Показывается

теоретическая возможность определения углов ориентации объекта по его контуру с использованием ДПФ. Представлены результаты экспериментального применения одного из методов определения ориентации с помощью цифровой видеокамеры и разработанного программного обеспечения.

Введение

Один из способов увеличения времени автономного функционирования БЛА это периодическая автоматическая посадка на сервисные станции с целью выполнения подзарядки, замены бортовых источников питания, восполнения расходных материалов. Для подзарядки и дозаправки целесообразно использовать специальные ангары, в которых будут созданы необходимые условия для хранения топлива, реактивов, сыпучих грузов и.т.д. Однако использование ангаров требует получения более точной навигационной информации внутри помещений, где информация от систем глобального позиционирования может быть недоступна. Наиболее привлекательным устройством для задач высокоточной навигации в таких условиях является видеокамера, точность позиционирования которой составляет 0.1-10 мм.

Определение углов ориентации объекта с использованием дискретного преобразования Фурье

Для определения ориентации БПЛА используется свойство ДПФ (теорема сдвига [1, с. 36]) позволяющее определить угол поворота наблюдаемого контура БПЛА относительно эталонного контура,

Если эталонный контур приближенно описать с помощью коэффициентов Фурье следующим образом:

$$C_0(k) = \frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1} X(m) W^{km} \qquad (1)$$

а контур наблюдаемого объекта:

$$C_z(k) = \frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1} Z(m) W^{km} \qquad (2)$$

где $C_0 . C_z$ - коэффициенты ДПФ, $k = 0,1,...,N-1$; $W = e^{\frac{-i2\pi}{N}}$; $X(m)$, $Z(m)-$ последовательность действительных или комплексных чисел, которые являются координатами точек контуров эталонного и реального объектов; $m = 0,1,...,N-1$; N – количество точек контура взятых для ДПФ. И при этом считать, что контур наблюдаемого объекта повернут на угол $\varphi = \frac{h2\pi}{N}$ (где $h = 0,1,...,N-1$) относительно эталонного контура. То точки эталонного контура и контура наблюдаемого объекта связаны соотношением

$$Z(m) = X(m+h)$$

Используя теорему сдвига [1, с. 36] можно определять угол поворота контура объекта относительно эталонного контура при условии, что вращение объекта происходит относительно оси параллельной оптической оси видеокамеры. Если вместо коэффициентов Фурье, использовать нормализованные дескрипторы Фурье реального и эталонного контуров, то метод становится инвариантным

к масштабированию. Использование нулевых гармоник ДПФ позволяет определить расстояние от объекта до камеры с использованием одной камеры.

Определение углов ориентации объекта с помощью двумерного ДПФ

Случай, когда вращение происходит относительно оси перпендикулярной оптической оси камеры. При таких условиях задача усложняется, т.к. вращение объекта невозможно описать простым поворотом контура, поскольку в этом случае мы будем наблюдать различные контуры объекта при разных углах поворота.



Рис. 10 Сверху квадрокоптер Hubsun x4, снизу его контур, при углах поворота 0° – слева, 22,5° – справа. Белыми окружностями отмечены точки, взятые для вычисления коэффициентов ДПФ.

Как видно из рис. 10 даже при небольшом повороте наблюдаемый контур существенно изменяется. В этом случае для определения угла поворота предлагается создать набор дескрипторов Фурье, получаемых при повороте объекта N_2 раз на угол $\frac{2\pi}{N_2}$ относительно оси z. При этом чтобы получить инвариантность к масштабированию. Коэффициенты дескрипторов будем нормализовывать по отношению к C(0). Таким образом, мы получим N_2 дескрипторов $D(m_2)=[\frac{C(m_1,m_2)}{C(0,m_2)},...,\frac{C(N_1-1,m_2)}{C(0,m_2)}]$ (где $m_1=0,...,N_1-1$ - номер точки в контуре, $m_2=0,...,N_2-1$ - номер контура), которые соответствуют углам

$$\psi=\frac{2\pi}{N_2}m_2. \qquad (3)$$

Идея метода заключается в отыскании угла ψ при наличии дескриптора контура наблюдаемого объекта (обозначим как D_z) и набора эталонных дескрипторов $D(m_2)$. Для решения поставленной задачи предлагается составить систему из N_1 (количество точек ДПФ наблюдаемого контура) полиномиальных уравнений порядка N_2-1(N_2 - количество эталонных дескрипторов). Система уравнений выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} D_z(0) = C_{xx}(0,0)+C_{xx}(0,1)W^{-1m_2}+ \cdots +C_{xx}(0,N_2-1)W^{-(N_2-1)m_2} \\ D_z(1) = C_{xx}(1,0)+C_{xx}(1,1)W^{-1m_2}+ \cdots +C_{xx}(1,N_2-1)W^{-(N_2-1)m_2} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ D_z(N_1') = C_{xx}(N_1',0)+C_{xx}(N_1',1)W^{-1m_2}+ \cdots +C_{xx}(N_1',N_2-1)W^{-(N_2-1)m_2} \end{cases} \quad (4)$$

где $N_1' = N_1 - 1$. $W = e^{\frac{-i2\pi}{N_2}}$, Cxx – коэффициенты двумерного преобразования Фурье. Для того чтобы определить угол поворота необходимо найти значение m_2 тогда в соответствии с формулой . (3) определяется ψ относительно дескриптора D_0, имеющего нулевое положение. Таким образом, теоретически, система уравнений (4) позволяет определить угол поворота объекта по наблюдаемому контуру и набору эталонных дескрипторов.

Для отбора корней системы уравнений отвечающих требованиям поставленной задачи предлагается использовать модифицированный метод k-means++ [2]. Такая система является теоретически разрешимой с помощью численных методов. Практическая проверка описанного подхода была осуществлена с использованием программы написанной на C++, программа осуществляет захват видео с помощью видеокамеры ELP-USBFHD03AF-A100, выделение и отображение контура наблюдаемого объекта, решение системы полиномиальных уравнение, вычисление угла поворота наблюдаемого контура относительно эталонного дескриптора. На **Ошибка! Источник ссылки не найден.**2 показаны некоторые экранные снимки программы, демонстрирующие работу разработанного программного обеспечения. Слева сверху окна программы единичная окружность на комплексной плоскости с корнями полиномов, синяя линия - визуализация угла поворота ψ, число рядом - значение угла в градусах. В нижней центральной части окна программы располагается контур наблюдаемого объекта, окружностями на контуре отмечены точки, взятые для ДПФ. Как можно заметить из **Ошибка! Источник ссылки не найден.**. 2 искомый кластер отличается высокой плотностью расположения корней, в то время как по мере удаления корни располагаются менее плотно, при этом увеличивается их отклонение от единичной окружности.

Эксперименты показали, что для определения ψ достаточно использовать 5 первых полиномов системы (исключая нулевой полином). Для нахождения полиномов была использована возможность интеграции вычислительных средства MatLab в исполняемую программу. На **Ошибка! Источник ссылки не найден.** показаны некоторые экранные снимки программы, демонстрирующие работу разработанного программного обеспечения. Слева сверху окна программы единичная окружность на комплексной плоскости с корнями полиномов, синяя линия - визуализация угла поворота ψ, число рядом - значение угла в градусах. В нижней центральной части окна программы располагается контур

наблюдаемого объекта, окружностями на контуре отмечены точки, взятые для ДПФ. Результаты эксперимента представлены по ссылке [3].

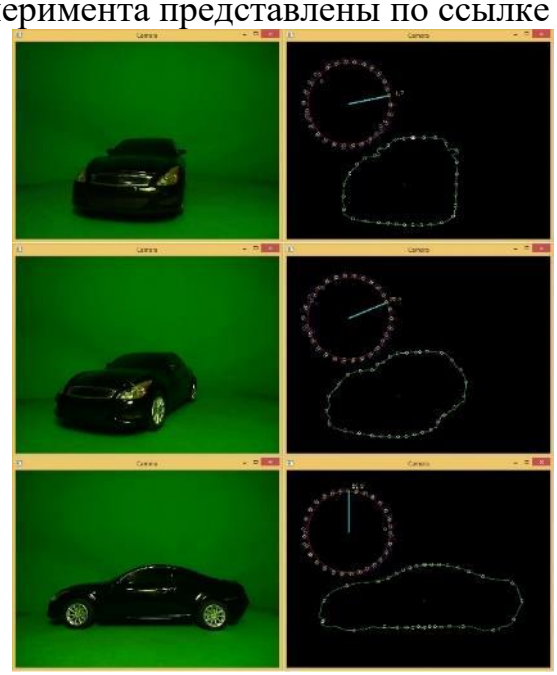


Рисунок 11 Практическое определение угла ориентации объекта по изображению его контура. Значения определенных углов сверху-вниз в градусах: 11.7, 22.5, 89.9.

Данный доклад написан по материалам опубликованной статьи автора [4]

Литература

1. Ахмед Н., Рао К. Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./Под ред. И. Б. Фоменко. – М.: Связь, 1980. – 248 с., ил.

2. D. Arthur, S. Vassilvitskii. k-means++: The Advantages of Careful Seeding: Conference. – Proceedings of the Eighteenth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithmsю. – New Orleans, 2007. – 11 p.

3. Артемьев А. Е. Определение ориентации объекта с помощью наземной навигационный системы на основе машинного зрения. [Электронный ресурс]. URL: https://youtu.be/uiQK9J1k4xY (дата обращения: 15.12.16)

4. Артемьев А. Е. Дистанционное определение ориентации и расположения беспилотных летательных аппаратов и других объектов по изображению контура с использованием дискретного преобразования Фурье. // Авиакосмическое приборостроение. 2017. № 6. С. 23…3

М.В. Башаркин

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАТЫ ARDUINO UNO В УСТАНОВКЕ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

(ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения)

Одной из основных причин отказов в работе рельсовых цепей, сигнализации об их ложной занятости, отказов устройств автоматической локомотивной сигнализации на участках пропуска тяжеловесных составов является большая асимметрия обратного тягового тока [1]. С данной проблемой столкнулись специалисты службы инфраструктуры на станции «Безымянка» Куйбышевской железной дороги. Для решения проблемы необходимо составить оптимальную схему канализации обратного тягового тока, предварительно измерив его значение в различных ветвях тяговой сети.

Измерение предлагается осуществлять многоканальным автономным контрольно-измерительным комплексом. Предлагается установить 4 датчика HOP 500-SB/SPI в смежные рельсовые цепи и один датчик HOP 1000-SB в междроссельную перемычку. Датчики работают по принципу эффекта Холла, преобразуя измеряемый ток в выходное напряжение величиной до 4 В. Показания с датчиков необходимо передавать в контроллер, который сможет принимать и обрабатывать полученный сигнал по 5 каналам. В качестве такого контроллера предлагается использовать микроконтроллерную плату Arduino Uno на базе микроконтроллера ATmega328P. Плата имеет 6 аналоговых входов, позволяющих измерять напряжения в пределах от 0 до 5 В, что удовлетворяет требованиям по выходному напряжению с датчиков [2]. При дальнейшем анализе плата подключается к персональному компьютеру, на котором устанавливается интегрированная среда разработки Visual Basic, в которой создается программа анализа информации, приходящей с Arduino Uno [3].

Для осуществления тестирования системы на кафедре «Автоматика, телемеханика и связь на ж.д. транспорте» СамГУПС была создана опытная установка (рис.1).



Рис. 1. Установка для исследования сигналов

Измерения проводились по одному каналу через аналоговый вход A5, на который с генератора подавались сигналы различных типов (синусоидальный, прямоугольный, пилообразный) амплитудой 1,5 В, после чего сигнал с платы поступал на порт COM5 компьютера. (рис.2).

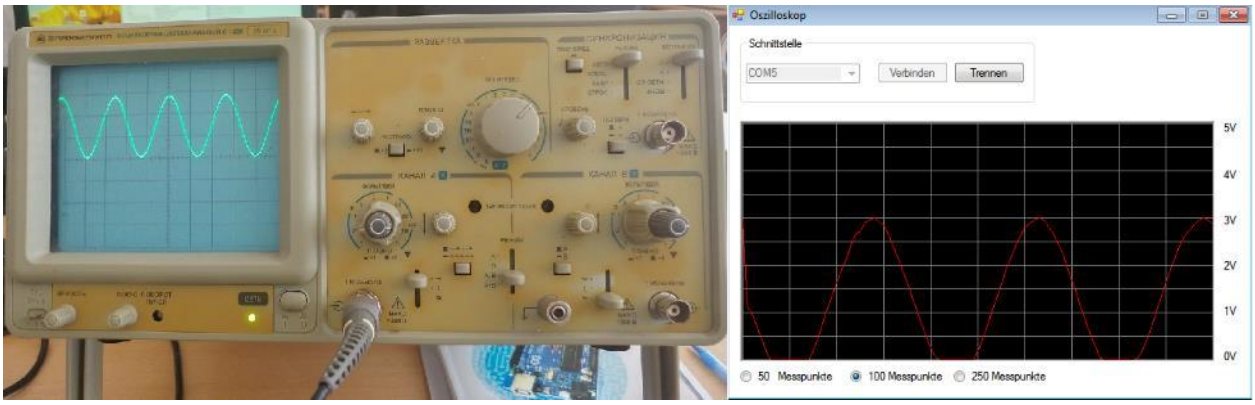


Рис. 2. Сравнение измерений

В ходе эксперимента удалось выяснить, что установка на базе платы Arduino Uno может измерять входные напряжения частотой до 50 кГц, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к измерению обратных тяговых токов.

Литература

1. Кириленко А. Г. // Исследование работы рельсовых цепей на участках с тяжеловесным движением / А. Г. Кириленко, Ю. В. Кузнецов, Д. А. Фоминов // Автоматика, связь, информатика № 10 2012. С. 14-17.

2. Башаркин М.В. // Разработка компьютеризированного лабораторного стенда для сбора и обработки измерительной информации / М. В. Башаркин, А. Г. Исайчева, В. Г. Волик // Сборник материалов XLIV научной конференции обучающихся СамГУПС «Дни студенческой науки» №18 2017. С. 106.

3. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 256 с.

А. Бикелдикызы

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА «ITSGIS. ДИСЛОКАЦИЯ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЕЙ»

(Самарский университет)

Геоинформационные системы (ГИС) давно уже стали инструментом, позволяющим пользователям анализировать и редактировать как цифровую (электронную) карту местности, так и получать дополнительную информацию об объектах, расположенных на них. Пройдя путь от офлайн, геоинформационные системы стали доступны и онлайн. Среди ГИС широкую популярность обретают системы, позволяющие работать с туристическими объектами и маршрута-

ми. К таким системам относится и ГИС ITSGIS, разрабатываемая ООО «НПЦ «Интеллектуальные транспортные системы» (г. Самара).

Актуальность создания плагина «Дислокация достопримечательностей» для ГИС ITSGIS обусловлена тем, что до сих пор нет аналогов подобного программного модуля для работы с достопримечательностями и туристическими маршрутами, пользователям было бы удобно с помощью данного плагина искать местоположение самарских туристических объектов и получать информацию о них. Особенно это важно в преддверии проведения чемпионата мира по футболу, т.к. Самара является одним из городов, где будут проходить спортивные соревнования, и ожидается большое количество туристов.

Система ITSGIS представляет собой распределенное клиент-серверное приложение [1]. Серверная часть хранит все данные, представленные в виде базы данных и файлов с результатами работы. Клиентские приложения системы обеспечивают пользователям доступ ко всем функциям системы. В связи с этим к разрабатываемому плагину должны предъявляться соответствующие требования.

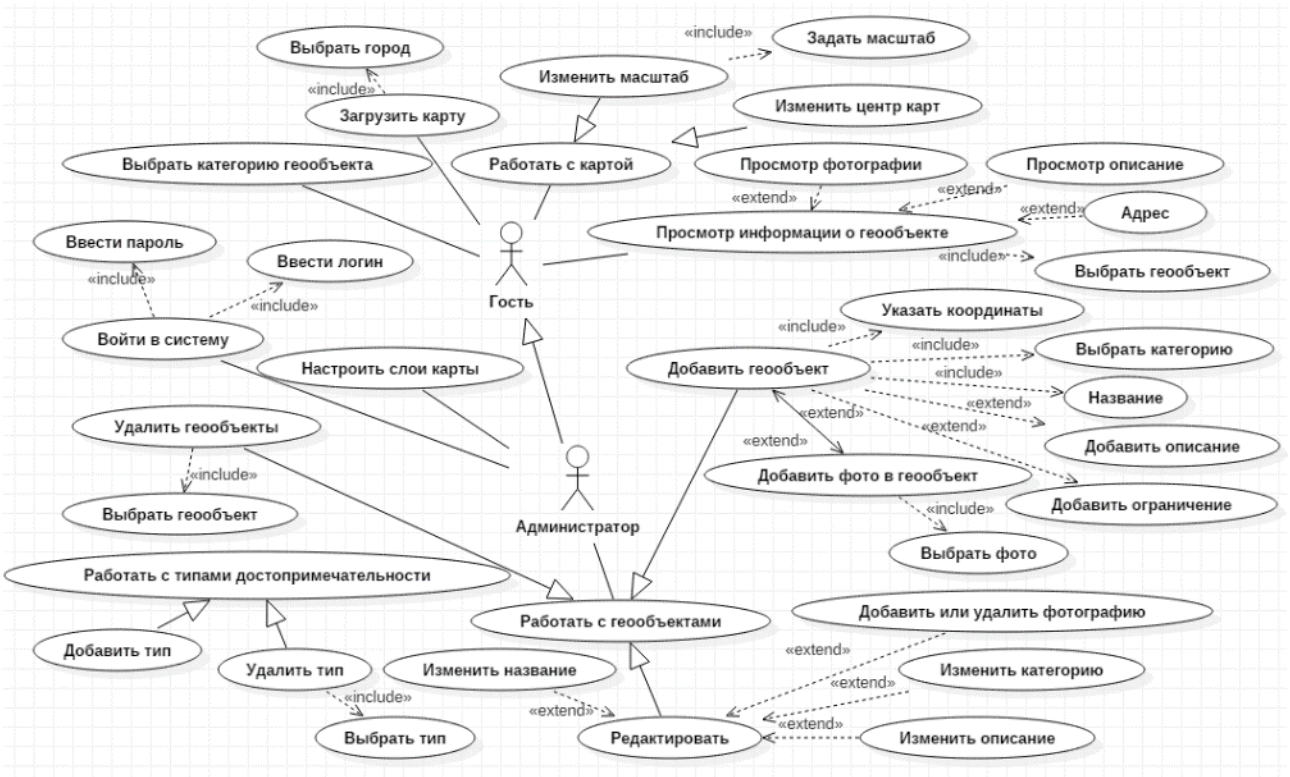


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Работать с плагином могут две категории пользователей: администратор и гость. Администратор должен авторизоваться в системе, указав логин и пароль. Ему доступны все функции, реализованные и в ГИС ITSGIS и в плагине: он может работать с общей базой данных, создавать различные категории геообъектов и сами геообъекты (в том числе достопримечательности), осуществлять их поиск и т.п.

Гость имеет возможность выбрать карту местности (города), категорию достопримечательностей, посмотреть полную информацию о выбранном геообъекте, которая состоит из фотографии, названия, описания, контактов (если имеется) и адреса геообъекта. Основные функции пользователей приведены на рис. 1.

Разработка плагина «Дислокация достопримечательностей» ведется по заказу ООО «Научно-производственный центр «Интеллектуальные транспортные системы» (г. Самара). Он интегрирован в ГИС ITSGIS, с его помощью на электронную карту г. Самары добавляется информация о наиболее важных исторических объектах города, а также информация о культурных и архитектурных памятниках, вся информация сохраняется в базу данных.

Литература

1 Описание программы ITSGIS [Электронный ресурс]. URL: http://itsgis.ru/ (дата обращения: 13.03.2018).

Т.В. Бошкарева , Е.В. Добрынин, О.В. Табаков

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В рамках реализации Стратегии развития холдинга «РЖД» на период до2030 года, утверждённой советом директоров ОАО «РЖД» от 23 декабря 2013 г. № 19, инициируемый проект «Цифровая железная дорога» имеет цель повысить конкурентоспособность и эффективность деятельности холдинга «РЖД» за счет применения прорывных информационных технологий.

Задачи проекта:

1. расширение спектра и повышение качества предлагаемых рынку транспортно-логистических услуг;
2. повышения уровня интеграции Российской транспортной системы в международные транспортные коридоры;
3. повышения надежности и безопасности движения;
4. повышение провозной и пропускной способности железных дорог за счет развития интеллектуальных систем управления;
5. сокращение стоимости жизненного цикла инфраструктуры и подвижного состава;
6. повышение производительности труда за счет создания информационных систем и микропроцессорных систем управления технологическими процессами;
7. сокращение влияния «человеческого фактора»;
8. обеспечение необходимого уровня киберзащищенности [1].

Компания ОАО «РЖД» является крупнейшим транспортным перевозчиком. В составе компании осуществляют свою трудовую деятельность около 330 тыс. человек, железные дороги простираются более чем на 150 тыс км. Функционирование и слаженная работа такой огромной сети невозможна без цифровых технологий. ОАО «РЖД» является крупным владельцем и оператором сетей связи, оператором телефонной и радиосвязи, в том числе, цифровой (DMR, Tetra, GSM-R). На железнодорожной инфраструктуре эксплуатируется более 500 тысяч единиц оборудования автоматики и телемеханики, а также более 6 млн. различных датчиков, технических средств диагностики и телеметрии [2].

Создание цифровой железной дороги невозможно без устройств диагностики и средств оповещения о произошедших отказов. В настоящий момент положение каждого поезда полностью отслеживается и в случае форс-мажора оперативно меняется график движения. Однако, на безотказное функционирование железной дороги влияет множество факторов, одним из которых является контактная сеть. Контактная сеть является важнейшей составляющей системы тягового электроснабжения и не имеет резерва, что делает ее крайне уязвимой [3].

В настоящий момент ключевую роль по оценке состояния и диагностики выполняет автоматизированный комплекс вагон-лаборатория контактной сети (ВИКС), который предназначен для оценки состояния контактной сети электрифицированных железных дорог постоянного и переменного токов на основании контрольно-измерительных операций, выполняемых специальной аппаратурой комплекса информационно-вычислительного (КИВ), установленного в вагоне-лаборатории.

Однако вагон-лаборатория курсирует по всей сети железных дорог согласно определенному графику и не способен проводить непрерывный онлайн мониторинг элементов контактной сети.

Использование системы визуальной диагностики [4] позволит установить камеры на важнейших узлах контактной сети, таких как разъединители и воздушные стрелки. Контроль за разъединителями позволяет энергодиспетчеру лично убедиться в каком положении он находится в данный момент времени. Контроль за воздушными стрелками также имеет большую важность, поскольку из-за их неправильной регулировки происходит излом токоприемника и остановка поезда[5].

Но если воздушные стрелки и разъединители имеют локальные места сосредоточения и контроль за ними представляется реально осуществимым, то контроль за состоянием контактной подвески на всей ее протяженности остается трудновыполнимым [6].

Предлагается использовать современные интеллектуальные датчики определения пространственного положения, которые позволяют измерять угол наклона, пространственное положение по 9 осям. Современные датчики способны настраиваться индивидуально, если это необходимо, а также целой серией изделий. Установив такой датчик хотя бы в каждом анкерном участке, возможно избежать опускания грузокомпенсаторов до критической отметки. Уста-

новив такие датчики в местах затяжных подъемов и местах трогания можно своевременно и точно диагностировать участки пережога провода.

Отличительная особенность интеллектуальных датчиков заключается в способности самовосстановиться и самообучиться после единичного сбоя. Полученная в результате обработки, информация передается по цифровому коммуникационному интерфейсу, по протоколу пользователя. Пользователь может задавать пределы измерений и другие параметры датчика, а также получать информацию о текущем состоянии датчика, и о результатах проведенных измерений[7].

Полученные измерения помогут своевременно и качественно давать оценку состояния контактной подвески в режиме реального времени.

Литература

1. Проект Концепции реализации комплексного научно-технического проекта«Цифровая железная дорога». Москва: ОАО «РЖД»,2017-90с.

2. Марченко, В.М. Повышение энергоэффективности движения с помощью вспомогательных систем / В.М. Марченко, Т.В. Бошкарева //Наука и образование транспорту,2015 №1-с. 133-136.

3. Гаранин М.А. Моделирование системы тягового электроснабжения переменного тока для пропуска поездов повышенной массы/М.А. Гаранин, Т.В. Бошкарева, С.А. Фроленков//Вестник Транспорта Поволжья -Самара: СамГУПС, 2016. -Вып.5 -с. 22-27.

4. Гаранин М.А. Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения / Гаранин М.А.; Добрынин Е.В.; Окладов С.А., Табаков О.В. Самара: – СамГУПС, 2011. – С.257.

5. Загорский В.А. Оценка расчетных моделей системы тягового электроснабжения / Загорский В.А.; Добрынин Е.В., Табаков О.В. Вестник транспорта Поволжья. – Самара: СамГУПС, 2016. – №1 (55). – С.34-38.

6. Добрынин, Е.В. Система визуального контроля коммутационных аппаратов / Е.В. Добрынин, Т.В. Бошкарева, С.А. Митрофанов, О.В. Табаков // Электротехника- Москва, Фирма Знак, 2017,Вып.3. С.50-54.

7. Фроленков С.А. Бесконтактная диагностика зажимов контактной сети / Фроленков С.А., Гаранин М.А. // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017) труды Международной научно-технической конференции. 2017. С. 753-755.

Ю.А. Герасимова[1], Н.А. Лаходынова[2], Б.М. Шумилов[2],
А. Жумадил уулу[3], К.А. Абдыкалыков[3]

О РАСПОЗНАВАНИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДОРОЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОБИЛЬНЫХ ВИДЕОИЗМЕРЕНИЙ

([1]Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
[2]Томский государственный архитектурно-строительный университет,
[3]Ошский государственный университет)

Решаются задачи автоматизации диагностики и паспортизации текущего состояния автомобильных дорог. Используя доступность и распространенность мобильных устройств, предлагается использовать мобильные измерения на серии последовательных кадров видеосъемки. В частности, при планировании ремонта участков автомобильных дорог по существующим методикам повсеместно происходит завышение объема работ. Наиболее доступным методом может быть определение объема повреждения с помощью маркеров по видеосъемке. Тогда задача определения объема объекта по его видеоизображению сведется к преобразованию изображения к цифровой объемной модели.

Основными этапами решения являются: локализация и определение характерных точек видеокадра, выявление устойчивых особенностей изображения, получение трехмерной математической модели объекта и ее использование для формирования проектно-сметной документации.

Применение метода восстановления трехмерного координатного вектора по двум перспективным проекциям, образующим стереопару [1] или более простого метода с использованием ортографических проекций позволяет обойтись без точной информации о преобразовании, опираясь на дополнительную информацию об объекте, которую дает наличие маркеров (рис. 1).



Рис. 1. Стереопара: дорожный конус на фоне повреждения дорожной поверхности

По графическим меткам формируются элементы матрицы геометрических преобразований и определяются трехмерные координаты точек объекта. Таким образом, задача сводится к решению системы линейных уравнений, из

которой определяются элементы матрицы преобразования. Дорожному мастеру достаточно сделать две фотографии, и отправить их на дальнейшую обработку.

С целью иллюстрации метода рассмотрены реальные стереопары, соответствующие двум фотографиям типового дорожного конуса на фоне выбоины в дорожной одежде (см. рис. 1). Координаты семи вершин 3D-объекта измерялись линейкой. Координаты соответствующих точек на изображениях фиксировались в графическом редакторе с использованием манипулятора «мышь». Задаваясь измеренными значениями фиксированной точки поверхности дорожного полотна на левом и правом снимках, можно проверить выполнение теоремы Пифагора. В нашем случае вычисленное расстояние от вершины конуса до асфальтового основания составило 31,975 см, что на 0,078% отличается от паспортного значения 32 см. Применение «трехточечного» метода [2] при условии предварительного определения внутренних параметров камеры по всем семи точкам дало значение 21.174 см, что обеспечивает относительную погрешность измерений всего лишь 33,8%. Тем не менее, добавление в данном контексте всего лишь одной (четвертой) точки дало значение 30.756 см, что обеспечивает вполне приемлемую относительную погрешность измерений 3,8%. Проведенные численные эксперименты позволяют рекомендовать при видеоизмерениях на местности использование такого приспособления, как раскладной знак аварийной остановки, который имеет ровно 4 легко идентифицируемые опорные точки. Более трудная задача калибровки внутренних параметров камеры может с успехом выполняться в лабораторных условиях по значительно большему количеству опорных точек.

Выделение характерных точек изображения и определение контура повреждения может быть проведено одним из известных методов Собеля, Лапласа, Кани [3-5]. Наличие локальных неоднородностей на дефектах естественного происхождения (выбоины, промоины, ямы) делает целесообразным применение детекторов блобов (blob – с англ. капля), основанных на методе Лапласа [6], для корректной идентификации точек интерполяции трехмерного объекта. При этом наличие прямоугольной таблицы изображений позволяет эффективно применить к решению поставленных задач современную теорию шеарлетов [7].

Шеарлеты были впервые определены в 2006 году как структура, позволяющая эффективно работать с многомерными данными. Эта конструкция широко применяется для подавления шума на изображениях с целью улучшения визуального восприятия или увеличения четкости. В рамках поставленной задачи, шеарлеты могут служить в качестве инструмента предварительной обработки изображений стереопары для облегчения автоматического отыскания локальных особенностей объекта повреждения.

Учитывая особенности изображения дефектов дорожного полотна (отсутствие четких границ, наличие посторонних предметов, несущественность некоторых дефектов) следует предусмотреть возможность «ручного» вмешательства. Дорожному мастеру должен быть предоставлен интерфейс, позволяющий выделить характерные точки движением графического курсора. Алгоритм со-

здания такого интерфейса на смартфоне под управлением ОС Андроид изложен в [8].

По мере пополнения массива характерных точек изображения, становится возможным построение трехмерной математической модели дефекта дорожной поверхности. Затем, на основе полученной модели, по технологии триангуляции вычисляются площадь и объем геометрической фигуры, характеризующей данное конкретное повреждение. Дальнейшая задача состоит в подготовке заказа-наряда на выполнение ремонтных работ по ликвидации данного дорожного дефекта. Полный цикл работ по распознаванию повреждений дорожной поверхности отображен на рис. 2.

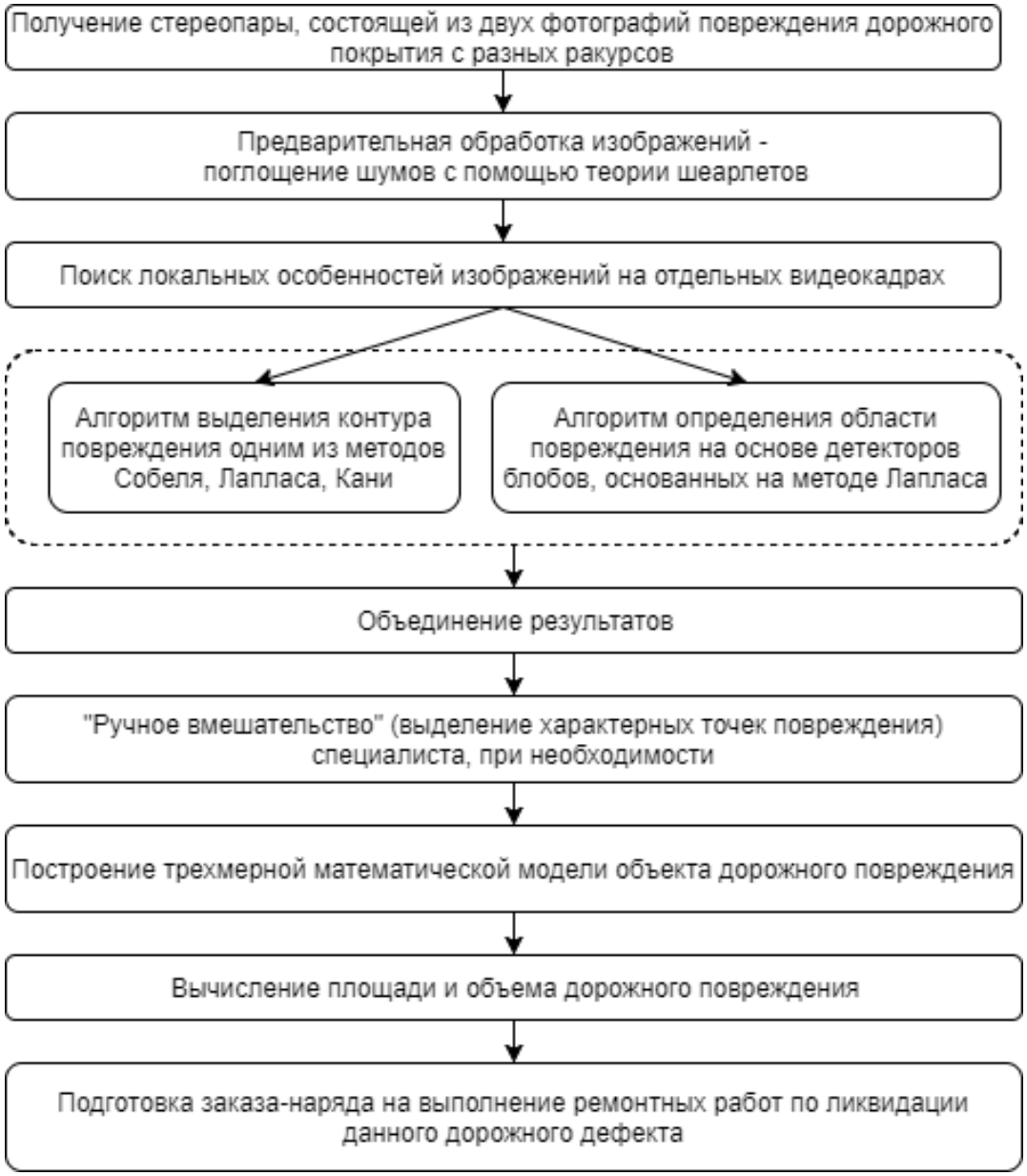


Рис. 2. Структура программно-алгоритмического комплекса распознавания повреждений дорожной поверхности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Томской области (код проекта 16-41-700400 р_а).

Литература

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. – М.: Мир, 2001. – 604 с.

2. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.

3. Меженин А.В. Методы и средства распознавания образов и визуализации. // [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / А. В. Меженин. –СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 120 с. URL: http://elib.spbstu.ru/dl/2/8346.pdf/download/8346.pdf

4. Sonka M., Hlavac V., Boyle R. Image Processing, Analysis and Machine Vision. – Thomson, 2008. – 866 p.

5. Harris affine region detector // [Электрон. ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ Harris_affine_region_detector

6. Tuytelaars T., Mikolajczyk K. Local Invariant Feature Detectors: A Survey // Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision. Vol. 3. No. 3 (2007), p. 177–280.

7. Gao G., Liu Y., Labate D. A two-stage shearlet-based approach for the removal of random-valued impulse noise in images // Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 32, pp. 83–94, 2015.

8. Проханов С.А., Шумилов Б.М., Кудуев А.Ж., Абдыкалыков К.А. Использование алгоритмов обработки данных мобильных видеоизмерений для распознавания и классификации повреждений дорожной поверхности // Девятая Сибирская конференция по параллельным и высоко-производительным вычислениям: сборник статей / под ред. А.В. Старченко. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2017, с. 98-104. URL: http://conference.tsu.ru/engine/download.php?id=542

Е.А. Гладченко, О.Н. Сапрыкин

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

(Самарский университет)

В наши дни, когда ежедневно во всем мире по земле, воде и воздуху перевозятся сотни тысяч тонн груза, задача оптимизация логистических процессов является крайне актуальной. Это сложная, комплексная проблема, которая требует системного подхода. С одной стороны, это связано с тем, что в процесс перевозки вовлечено большое количество участников, а решения и выполняемые действия должны быть хорошо скоординированы, поэтому необходимо постоянное обеспечение высокого уровня коммуникаций. С другой стороны,

цепочка поставки состоит из множества взаимосвязанных шагов, таких как определение объема и характера спроса, выбор маршрута доставки и типа транспортного средства, консолидация и отслеживание заказов, организация перевалок и складирования, обеспечение выполнения мультимодальных перевозок, подготовка сопутствующей документации. Логистическая задача может быть решена с помощью математических методов, однако такое решение требует слишком большого количества времени, ресурсов и дает решение по ограниченному числу узлов, вследствие чего вместо формализованного метода применяют эвристический, к которому, в частности, принадлежит генетический анализ [1].

Модель, разработанная в данном исследовании, направлена на решение следующей задачи: расчет оптимальных замкнутых маршрутов доставки грузов от распределительного центра к местам назначения, учитывая неравномерность загруженности улично-дорожной сети, а также ограничения по грузовместимости автопарка. Целью является сокращение логистических затрат путем минимизации времени, затраченного в пути. Таким образом, модель объединяет решение двух отдельных задач: коммивояжёра и задачу о ранце.

Для получения более точного решения, необходимо брать во внимание изменение интенсивности транспортного потока в разное время суток, в разных районах города, которое влияет на скорость движения транспортных средств. Однако статистические данные с городским автомобильным траффиком труднодоступны, в связи с чем был применен метод транспортного зонирования, основанный на гравитационном моделировании, где матрицы корреспонденции содержат информацию о характере перемещения населения, что дает возможность вычисления средней скорости движения [2]. Модель проиллюстрирована на Рисунке 1.

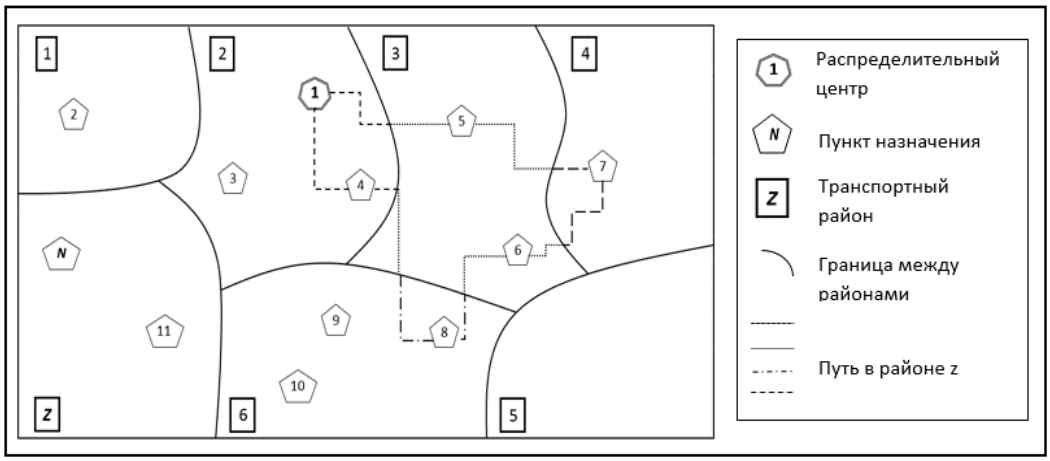


Рисунок 1 – Пример маршрута доставки груза, начало и конец которого лежит в распределительном центре (1-5-7-6-8-4-1)

Генетический анализ дает возможность обработать большой массив данных, закодированный двоичным кодом, выполняя последовательно заданные итерации до тех пор, пока оптимальное решение не будет найдено. Родительская хромосома генерируется случайным образом, а последующие поколения –

путем применения операторов скрещивания и/или мутации. Хромосома имеет вид ориентированной матрицы корреспонденции M_k, строки которой – пункты отправления (i), а столбцы – назначения (j) [3]. Пример приведен на Рисунке 2. Чтение матрицы начинается с верхней строчки i =1. Если значение в таблице $x_{ij} = 1$, значит маршрут включает в себя сообщение между пунктами i и j, в остальных случаях $x_{ij} = 0$.

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	…	N-1	N
1	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0		0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0		0	0
…											
N-1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0

Рисунок 2 – Пример ориентированной матрицы с маршрутом (1-5-7-6-8-4-1)

На матрицу накладываются следующие ограничения:

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} \leq 1; \ \ \forall j = 1 \dots N, \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} \leq 1; \ \ \forall i = 1 \dots N. \tag{2}$$

Из матрицы M_k формируется вектор P_k, для которого должно соблюдаться правило: $p_1^P = p_n^P = 1$, так как из условия задачи маршрут берет начало и заканчивается в распределительном центре.

В данной модели задано две целевых функции, что связано с комбинированием сразу двух задач – поиск оптимального маршрута и максимальной загрузки. Генетический алгоритм реализован с использованием пакета Deap, который содержит генетические операторы и средства для построения любой эволюционной модели. Первая целевая функция была реализована как пользовательская функция и зарегистрирована в Deap framework как параметр «оценить». Внутри основного цикла эволюции, который решает задачу коммивояжера, мы добавили вложенный цикл эволюции, который решает задачу ранца для каждой хромосомы, выбранной в качестве популяции для следующего поколения [4].

Первая целевая функция T_k – время затраченное на доставку груза по составленному маршруту.

$$T_k = \sum_{j=p_1}^{p_{n-2}} \sum_{z=1}^{Z} \left(\frac{2 \times l_{j,j+1}}{\overline{V_z^J} + \overline{V_z^{J+1}}} + d_{j+1} \times ts + te \right) + \frac{2 \times l_{p_{n-1},p_n}}{\overline{V_z^{p_{n-1}}} + \overline{V_z^{p_n}}} \rightarrow min \quad (3)$$

где d_j – Объем спроса в пункте j, (j=2…N);

c – Грузовместимость машины;

z – Транспортный район города, (z=1…Z);

l_{ij} – Расстояние между i и j, (i=1…N), (j=1…N);

$\overline{V_z^i}$, $\overline{V_z^J}$ – Средняя скорость в z-ом районе;

ts – Средняя длительность отгрузки в пункте (задается);

te – Дополнительное время обслуживания (задается);

p_n^P – Ген хромосомы, означающий номер узла в маршруте, где n – порядковый номер гена в хромосоме P.

После чего решения проходят проверку на ограничение по грузовместимости. Оно формируется, исходя из сравнения грузовместимости машины и суммарного тоннажа груза в доставке (зависит от состава хромосомы).

$$\sum_{j=p_2}^{p_{n-1}} d_j \leq c \quad (4)$$

Затем отобранные хромосомы рассчитываются по второй целевой функции:

$$\sum_{j=p_2}^{p_{n-1}} d_j \rightarrow max \quad (5)$$

Решение поставленной задачи реализовано на языке программирования Python, который позволяет работать с моделью итеративно, пошагово внося изменения. Для работы с пространственными данными в нашем проекте использовались следующие пакеты Python: Shapely; GeoPandas; NeworkX; OSMnx; Matplotlib.

В качестве среды выполнения был выбран Zeppelin, поскольку он предоставляет возможность создания масштабируемых ноутбуков с богатым пользовательским интерфейсом. Разработанное программное обеспечение реализовано в виде Docker контейнера, который содержит все настроенные модули и пакеты и может быть развернут в большинстве распространенных операционных систем. Скрипты и ноутбуки хранятся в git репозитории Bitbucket.

В данной работе генетический алгоритм используется как инструмент интеллектуальной поддержки принятия решений при решении задачи перевозки грузов в городской среде. Разработанное решение позволяет минимизировать время доставки и максимизировать загрузку грузовых транспортных средств. Дальнейшее развитие работы планируется в направлении включения ограничения на временные интервалы доставки и количество транспортных средств в парке компании.

Литература

1. Speranza, M. G. Trends in transportation and logistics [Текст] / M.G.Sperenza // European Journal of Operational Research, №264 – 2016. - С. 830–836.
2. Barthelemy, M. Spatial Networks [Текст] / M. Barthelemy // Physics Reports, №499 – 2011. – С.1-101.
3. Michalewicz, Z. Genetic Algorithms + Dara Srtuctures = Evolution Programs [Текст] / Z. Michalewicz . – 3-е изд., перераб. и доп.- Нью Йорк: Spring-Verlag Berlin Heidelberg, 1996.
4. Saprykin, O.N., Saprykina, O.V. Validation of Transport Infrastructure Changes via Microscopic Simulation: A Case Study for the City of Samara, Russia [Текст] / O.N. Saprykin, O.V. Saprykina // In Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS 2017) in Naples, Italy, 26-28 June, 2017: 788-793.

О.К. Головнин, Д.О. Анашкова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ КУЛЬТУРНО-МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

(Самарский университет)

С целью решения транспортных проблем, возникающих при проведении культурно-массовых мероприятий, разрабатываются планы управления перевозками (ПУП), предназначенные для координации деятельности объектов и субъектов транспортной инфраструктуры через последовательность мероприятий (рисунок 1) [1]. Видится актуальным разработать систему, которая позволит автоматизировать создание ПУП с контролем корректности и непротиворечивости мероприятий ПУП [2].

Разрабатываемая система предоставляет следующие функции пользователю [3]:

− формирует зоны проведения различных мероприятий с учетом их даты и времени;

− автоматически строит маршруты для разных групп лиц до места назначения;

− формирует порядок прибытия и отъезда особого транспорта;

− информирует об ограничениях движения и особых режимах движения на улично-дорожной сети города;

− формирует зоны посадки-высадки на дополнительные маршруты в районе места проведения мероприятия;

− находит зоны парковки транспорта в районе места проведения мероприятия.



Рис. 1. Цели плана управления перевозками

В процессе разработки автоматизированной системы построена диаграмма использования, представленная на рисунке 2. В разрабатываемой системе существует деление пользователей в зависимости от прав доступа («Разработчик», «Пользователь»). Функционал, предоставленный «Пользователю», включает работу с маршрутами, также пользователю предоставлен доступ к расписанию транспорта, к информированию о состоянии улично-дорожной сети города и о зонах проведения мероприятия с указанием зон парковок и остановочных пунктов. «Администратор» имеет права на управление учетными записями пользователей и на построение плана управления перевозками.

С целью пространственного анализа в разрабатываемой системе используется интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS, которая через механизм расширений предоставляет исходные данные о транспортной инфраструктуре [4]. Решение задачи управления транспортными потоками и перевозочным процессом определяется соответствующими методами управления. Построение маршрута движения личных транспортных средств в автоматическом режиме происходит с учетом знаков маршрутного ориентирования. Перевозка особых групп регламентируется дорожными знаками, строго ограничивающими движение. Автоматическое формирование маршрута перевозки определено методом построения маршрутов с учетом вида группы лиц и характеристик транспортной сети. Решение задачи управления движением общественного транспорта построено на основе дислокаций остановок общественного транспорта, транспортного спроса, количества транспортных средств, выделенных на маршрут.

Разработана ER-модель данных системы, интегрируемая в среду ITSGIS (рисунок 3).

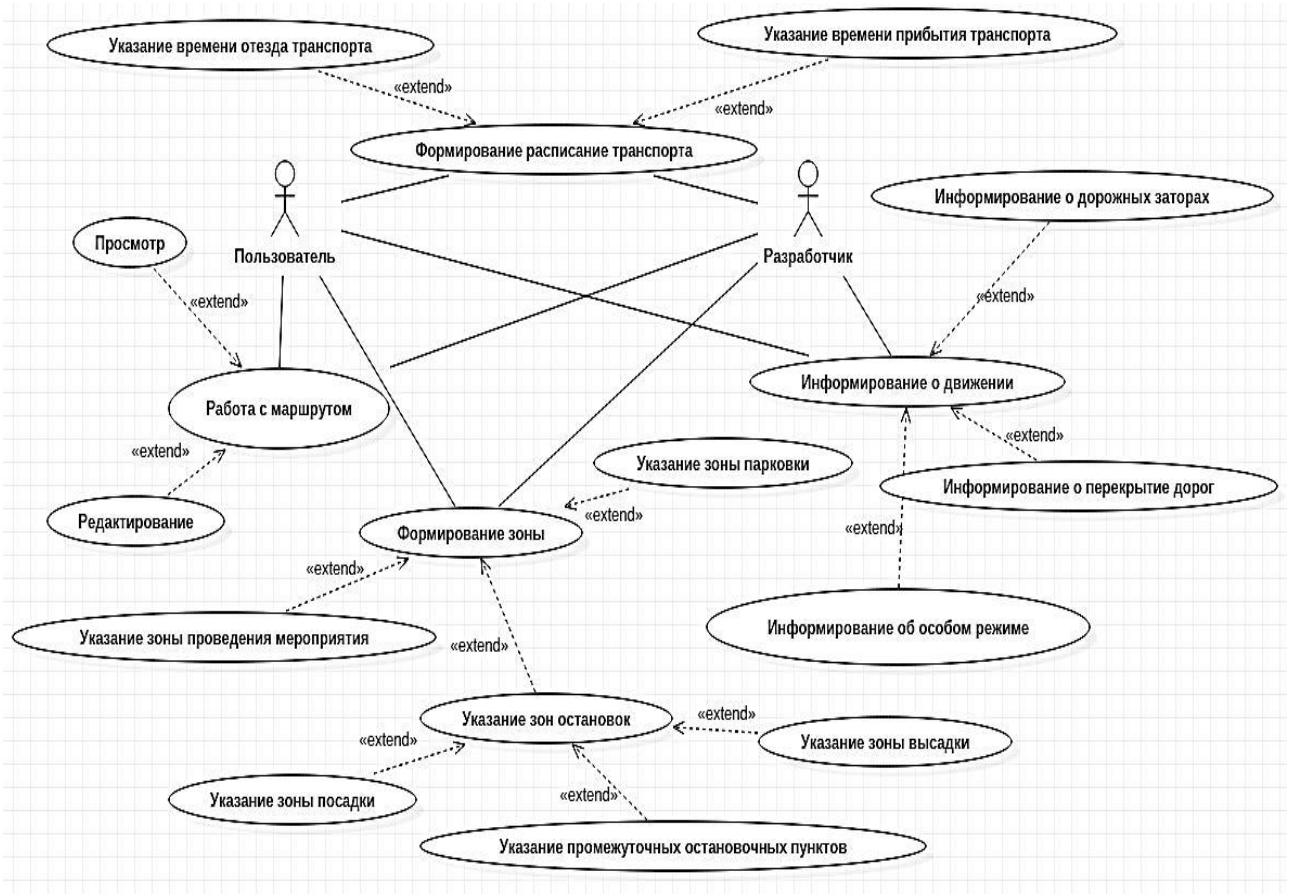


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования системы

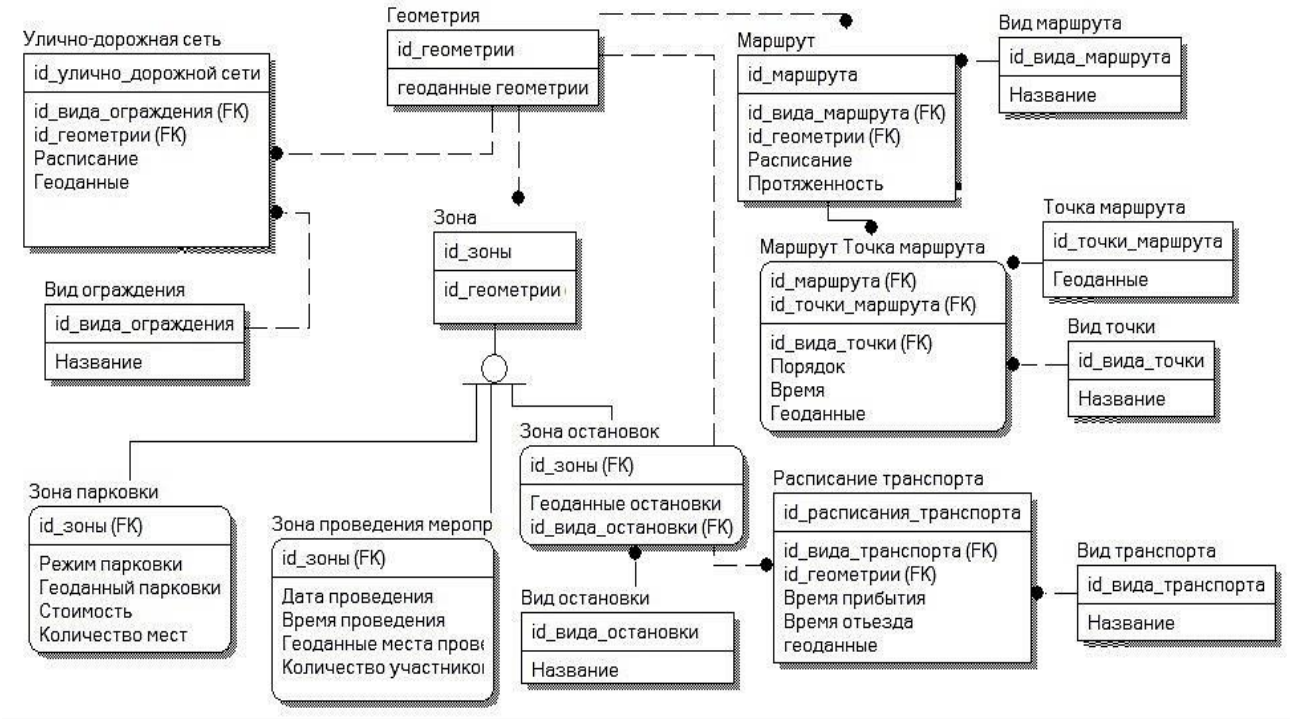


Рис. 3. Логическая модель данных системы

В результате эксплуатации разработанной автоматизированной системы построения плана управления перевозками на объектах внедрения ожидается достижение следующих показателей:

− уменьшение нагрузки на специалистов, разрабатывающих схемы движения на проезжей части;
− автоматизация учета транспорта для перевозки участников;
− сокращение времени формирования ПУП;
− обеспечение безопасности для всех участников движения;
− повышение точности принимаемых решений для быстрого и комфортного передвижения.

Литература

1 Зырянов, В.В. Моделирование при транспортном обслуживании мега-событий [Текст] / В.В. Зырянов // Инженерный вестник Дона. – 2011. – Т.18. – №4.

2 Резер, С.М. Управление транспортным комплексом [Текст] / С. М. Резер. – М. : Наука, 1988. – 328 с.

3 Анашкова, Д.О. Разработка системы управления перевозками при проведении культурно-массовых мероприятий [Электронный ресурс] / Д.О. Анашкова, О.К. Головнин // Математика. Компьютер. Образование: тезисы докладов конф. – Москва, 2018. – URL: mce.su/rus/archive/abstracts/mce25/sect128324/doc311461/.

4 Михеева, Т.И. Разработка расширений геоинформационных систем: информационно-логическая модель [Текст] / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.Н. Тихонов // ИТ & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2014. – Т.2. – С. 3-14.

О.К. Головнин, А.В. Возжаева

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

Проблема освещения проезжей части и пешеходных переходов в настоящее время является актуальной. Существует широкий выбор программных продуктов, которые предназначены для моделирования и выполнения светотехнических расчетов, но не имеют возможности работы с привязкой к конкретной местности [1]. Принято решение разработать систему, которая позволит не только моделировать освещение улично-дорожной сети, но и работать с электронной картой, использовать актуальную информацию об улицах города, размещать опоры освещения на местности. При создании новых или реконструкции старых участков улично-дорожной сети использование разрабатываемой системы моделирования позволит получить модель уличного освещения и выявить недостатки освещения на ранней стадии [2].

В процессе разработки автоматизированной системы построена диаграмма вариантов использования (рисунок 1).

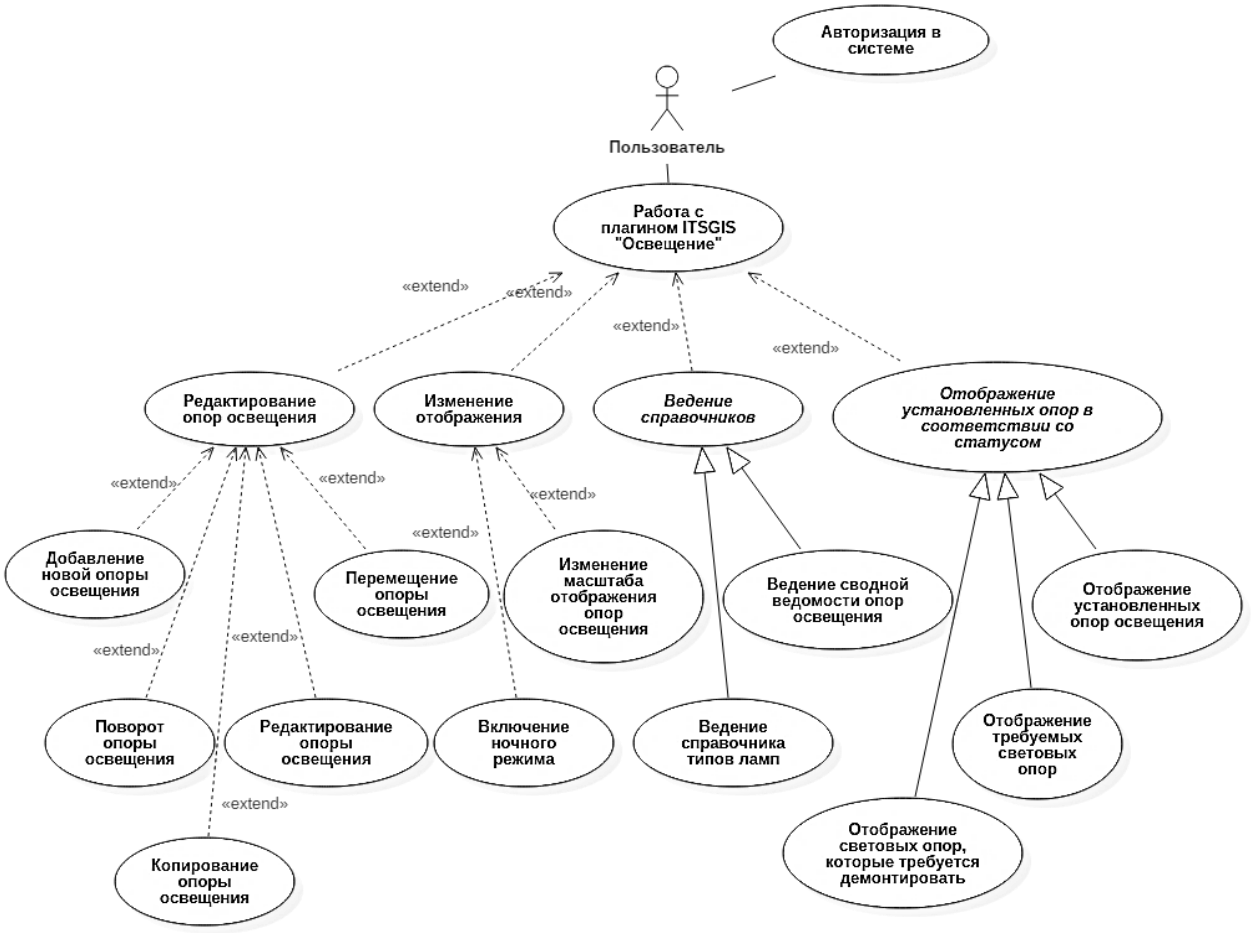


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

Подраздел редактирования дает возможность размещать на электронной карте новые опоры освещения, вращать вокруг точки, перемещать и редактировать добавленные ранее опоры освещения.

Для добавления новой опоры освещения необходимо выбрать схему установки фонарей, тип материала, назначение и статус опоры (рисунок 2). Задаются группировки фонарей, которые включают в себя указание количества фонарей, их высота и угол расположения, расстояние от опоры до фонарей. Имеется возможность загрузки фотографий и добавления описания соответствующей опоры освещения.

В системе реализована функция ведения справочника типов ламп и сводной видимости опор освещения. При добавлении нового типа ламп указывается наименование типа ламп, мощность и световой поток. Имеется возможность редактирования и удаления выбранного типа ламы. Сводная ведомость позволяет найти на карте все опоры освещения, которые удовлетворяют значениям фильтра – указанным параметрам опоры и ламп (рисунок 3).

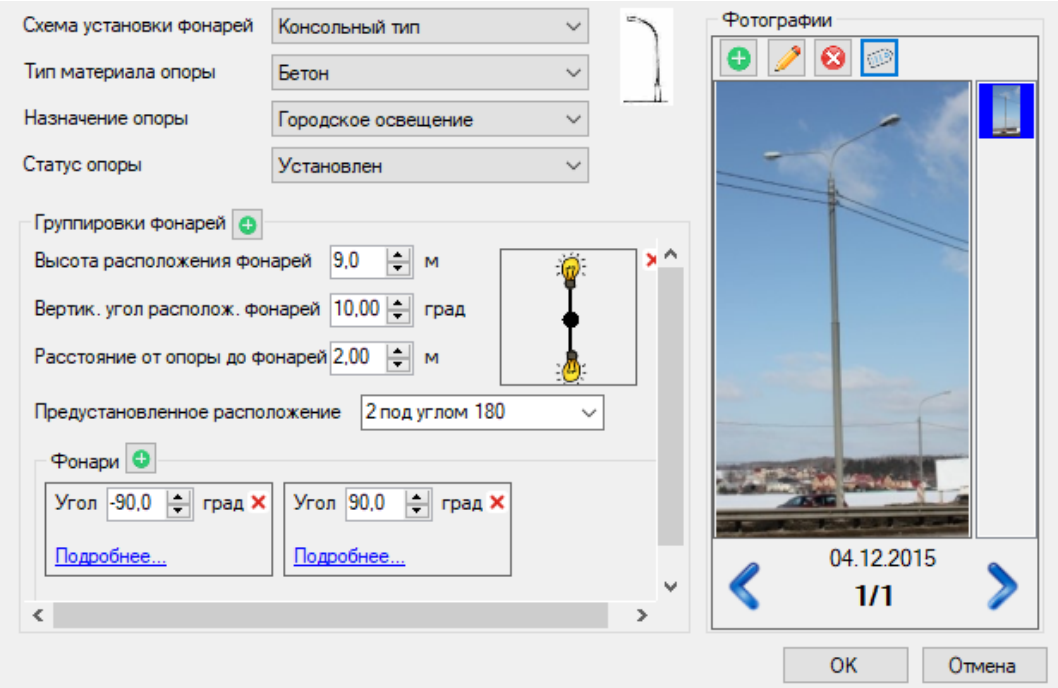


Рис.2. Семантические характеристики опоры освещения

Все опоры освещения могут иметь один из статусов:

- световая опора установлена;
- световая опора требует установки;
- световую опору требуется демонтировать.

Имеется возможность указать режим, при котором происходит отображение опор освещения на карте, соответствующих только выбранным статусам.

Пользователь может изменить отображение, указав независимый масштаба опор освещения, а также перейти в «ночной» режим отображения (рисунок 4).

В процессе разработки автоматизированной системы для хранения информации разработана логическая модель данных (рисунок 5).

Система моделирования освещения улично-дорожной сети, построена на транспортной геоинформационной системе ITSGIS, в основе которой лежит многослойная векторная карта [3]. Каждый слой представляет собой набор пространственных объектов, объединенных по некоторому общему семантическому признаку. Например, это могут быть рельеф местности, расположение дорожных знаков, светофоров и осветительных приборов.

Система реализует клиент-серверную архитектуру. Для работы серверной части необходимо наличие среды .NET 4, системы управления базами данных PostgreSQL 9.1 и расширения PostGIS 1.5. Для клиентской части необходимо наличие .NET 4 и подключения к сети Интернет. Система реализована на языке программирования C# в среде Visual Studio 2015.

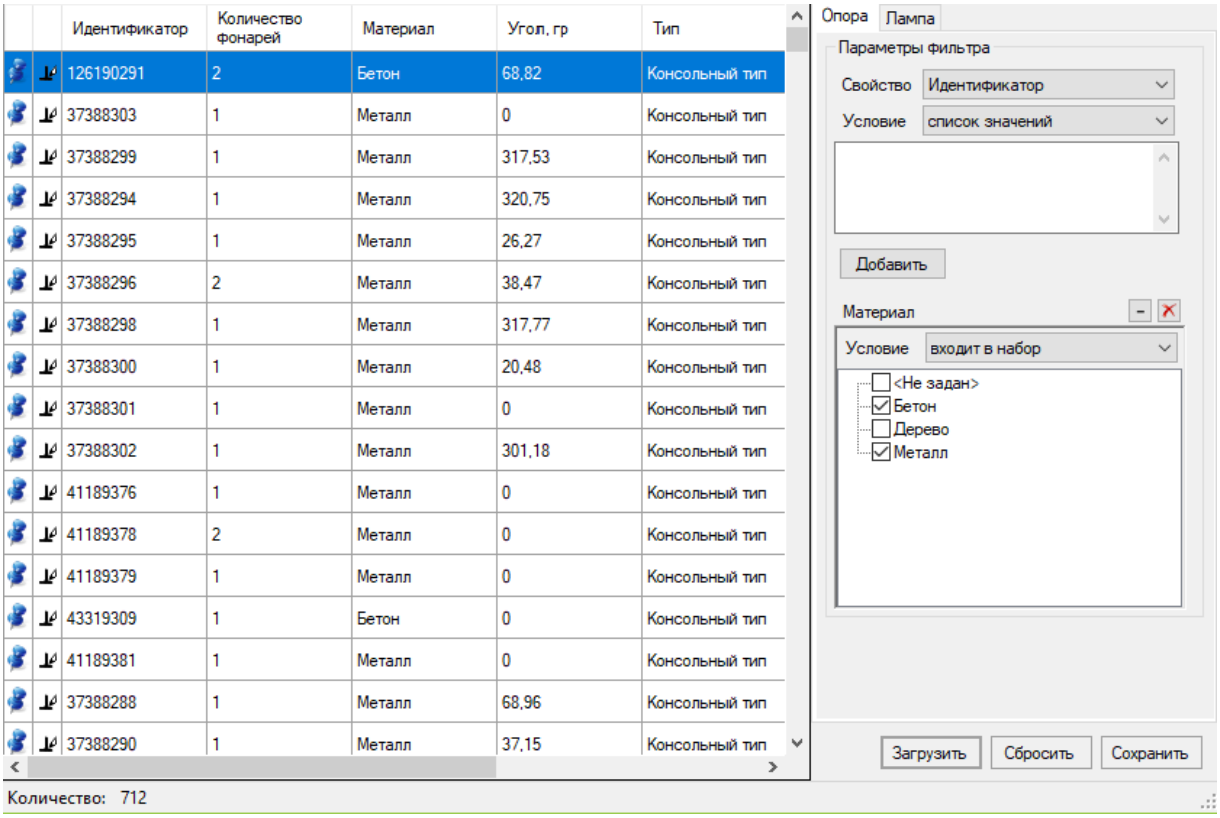


Рис. 3. Сводная ведомость опор освещения

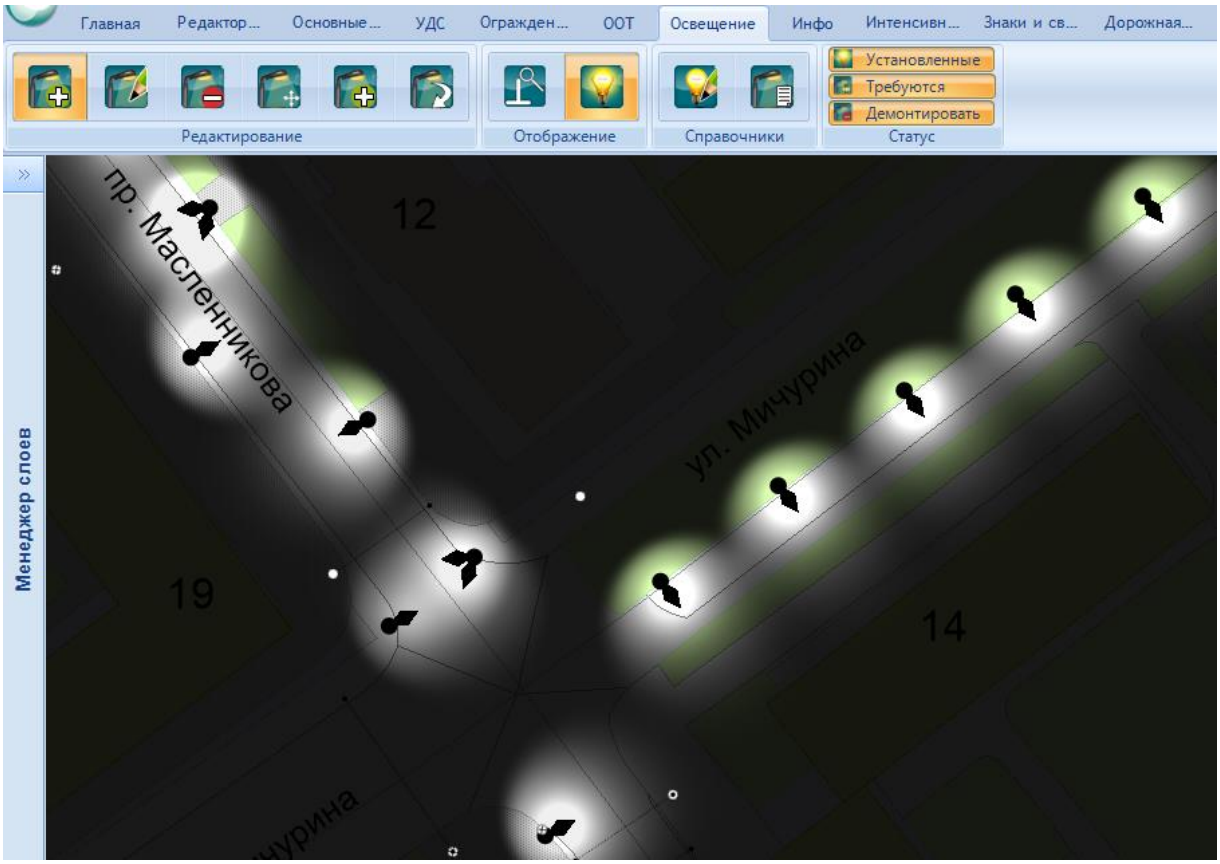


Рис. 4. Моделирование освещения на улично-дорожной сети

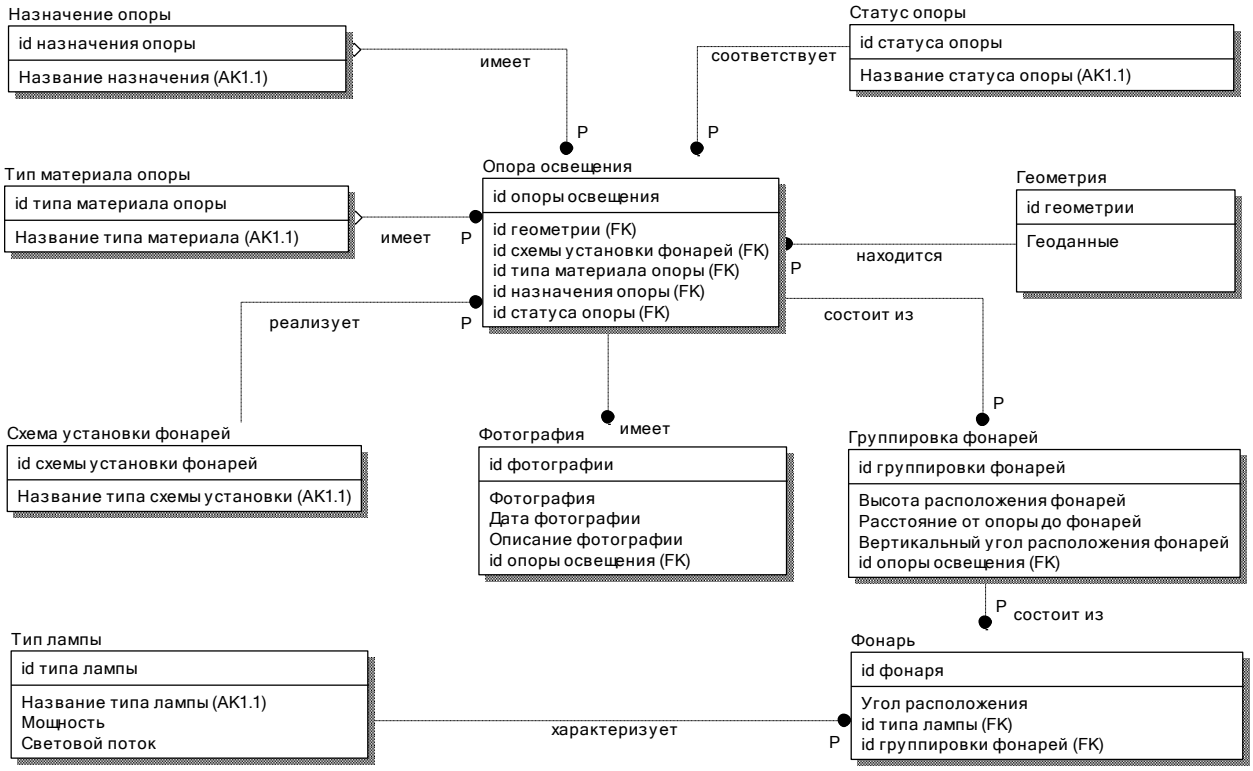


Рис. 5. Логическая модель базы данных системы

Таким образом, разработанная система позволит использовать актуальную информацию о дорожно-транспортной сети города, поступающую через электронную карту ITSGIS, для решения задачи оптимального размещения объектов уличного и дорожного освещения, выбора типов осветительных приборов и геометрических параметров опор.

Литература

1 Райкова, Л.С. Системы для проектирования освещения автомобильных дорог / Л.С. Райкова, В.И. Медведев // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2017. – №1 (8). – С. 28-36.

2 Возжаева, А.В. Геоинформационная система моделирования освещения улично-дорожной сети [Электронный ресурс] / О.К. Головнин, А.В. Возжаева // Математика. Компьютер. Образование: тезисы докладов междунар. конф. – URL: www.mce.su/rus/archive/abstracts/mce25/sect128324/doc310753.

3 Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин [и др.]. –Т.1. – Самара: Интелтранс, 2016. – 171 с.

О.К. Головнин, Д.Е. Егоров

ИНТЕРАКТИВНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ

(Самарский университет)

В современном обществе всё большую роль начинает приобретать самообразование, что рождает спрос на такие инструменты, как автоматизированные обучающие системы. Как отмечено в [1], для образования современного человека нужны два фактора: мотивация и правильно подобранный материал. Принято решение разработать интерактивную обучающую систему, где проблема мотивации решается методом геймификации и внедрением соревновательных элементов с другими обучающимися в режиме реального времени, а пополнение материала и правильный его подбор осуществляется на основе результатов обучения в процессе функционирования.

В [2] проведен анализ вариантов реализации архитектуры системы, в результате которого принято решение использовать клиент-серверную архитектуру. Выполненный обзор систем-аналогов позволил сформировать требования к проектируемой системе:

- присутствие соревновательного элемента;
- присутствие стратегического элемента с использованием интерактивных электронных карт и элементов [3];
- прозрачная система начисления очков рейтинга;
- наличие нескольких типов вопросов;
- ограниченное время, отведенное на ответ по вопросу;
- возможность выбора предметной области;
- дружественный интерфейс.

Функционал разрабатываемой системы демонстрирует разработнная диаграмма вариантов использования (рисунок 1).

Игровой процесс проходит на электронной карте, где игроки соревнуются за территории, отвечая на вопросы. В системе присутствует два типа вопросов: вопросы с выбором варианта ответа и вопросы, на которые требуется дать числовой ответ. Во втором случае побеждает тот пользователь, который указал самое близкое число к верному. В случае, когда несколько обучающихся указывают одинаковый верный вариант ответа, им предлагается ответить на второй тип вопроса. В случае, если несколько игроков указали одинаковое число, победившим считается тот, кто дал ответ быстрее.

В разрабатываемой системе существует деление пользователей в зависимости от прав доступа («Модератор», «Игрок»). «Модератору» предоставляется возможность ведения базы данных, «Игрок» может участвовать в игровом обучающем процессе, а также предлагать вопросы, которые, после проверки модератором могут быть включены в базу данных.

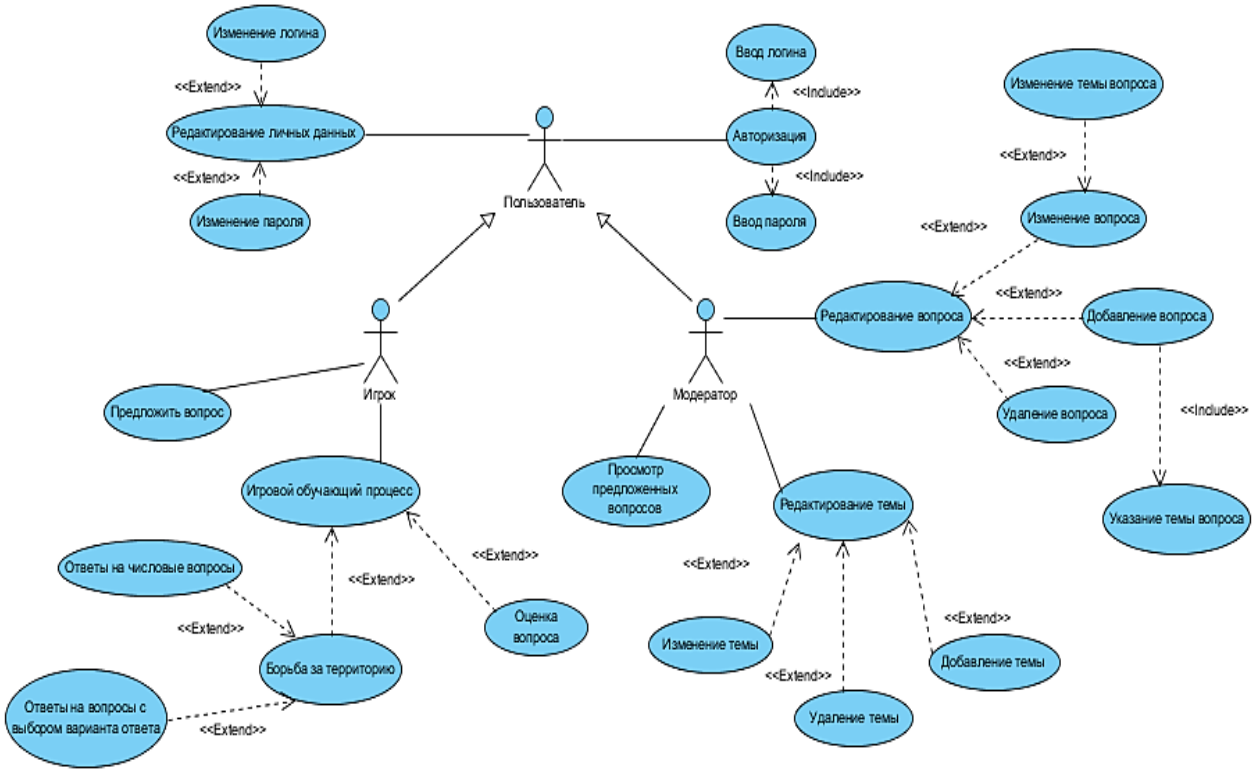


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

На основании диаграммы вариантов использования была разработана ER-модель системы (рисунок 2), а также диаграмма классов (рисунок 3).

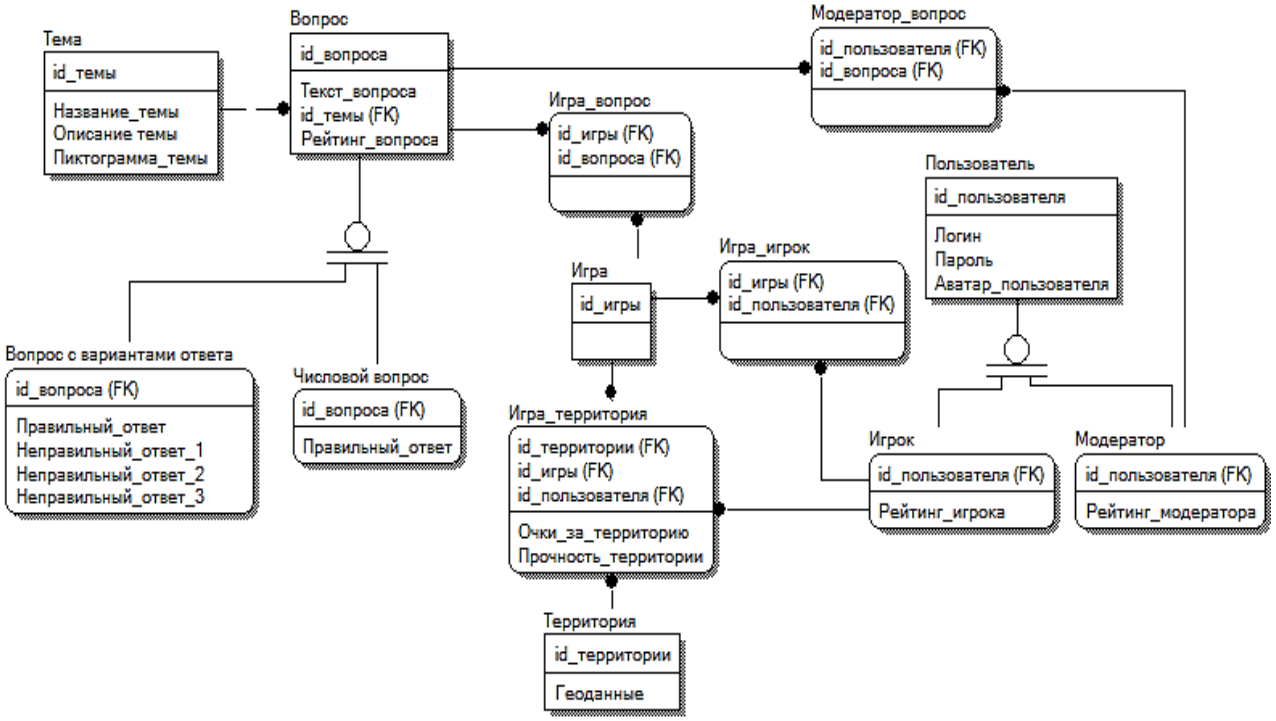


Рис. 2. ER-модель системы

Система разрабатывается в среде разработки Visual Studio 2017 на языке программирования C# с использованием фреймворка ASP.NET MVC 5. База данных системы реализована в системе управления реляционными базами данных MySQL. Геоданные представляют собой spatial-тип данных, определенный в MySQL в соответствии с рекомендациями OGC [4, 5].

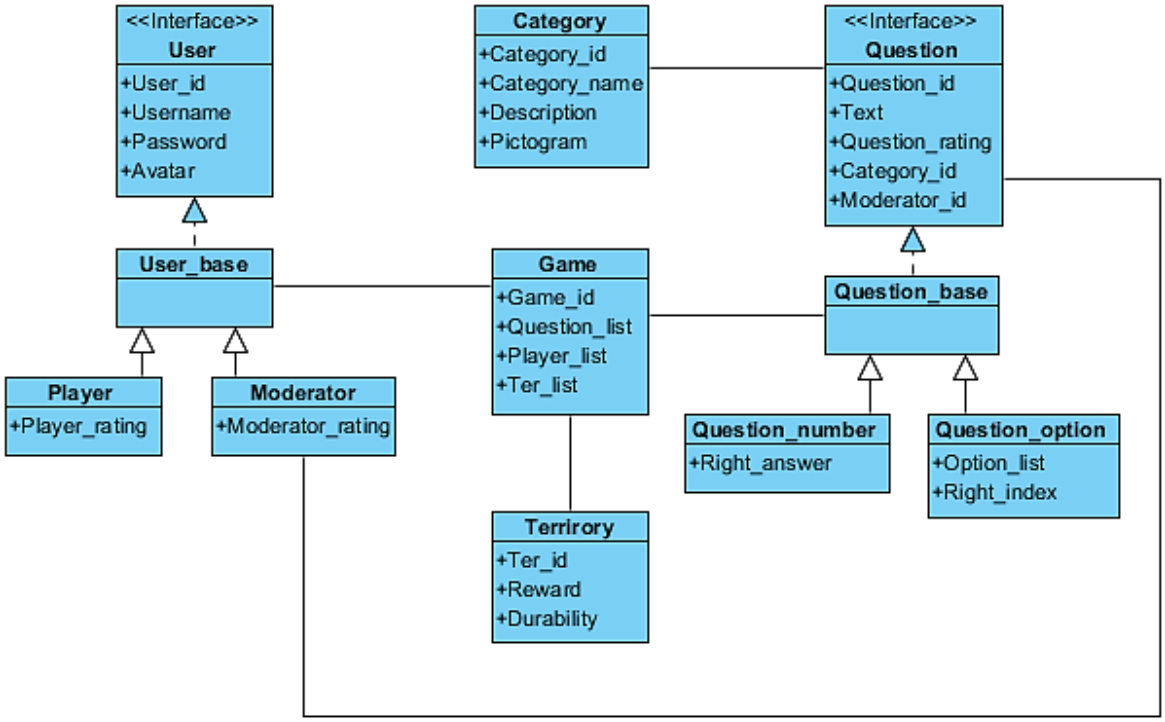


Рис. 3. Диаграмма классов системы

Планируется, что разрабатываемая система будет использоваться как инструмент для самообразования людей, получающих среднее и высшее образование. Система призвана решить проблему недостаточной мотивации обучающихся, а обратная связь в виде возможности предлагать вопросы позволит более гибко подходить к проблеме выбора материала для обучения.

Литература

1 Бакунов, Г. SBERDAYS #4. Актуальное состояние искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / Г. Бакунов // Видеохостинг YouTube. – URL: www.youtube.com/watch?v=lz1UFOAyrck.

2 Головнин, О.К. Формирование требований к обучающей системе: некоторые аспекты геймификации / О.К. Головнин, Д.Е. Егоров // ИТ & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2017. – Т. 8. – С. 32–39.

3 Михеева, Т.И. Система автоматизированного управления интерактивным контентом / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса (ПИТ-2010) : труды междунар. конф. – Самара : СГАУ, 2010.

4 Lupp, M. Open geospatial consortium / M. Lupp // Encyclopedia of GIS. – Springer US, 2008. – P. 815-815.

5 Castronova, A.M. Models as web services using the open geospatial consortium (ogc) web processing service (wps) standard / A.M. Castronova, J.L. Goodall, M.M. Elag // Environmental Modelling & Software. – 2013. – Т. 41. – P. 72-83.

О.К. Головнин, А.С. Привалов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА СВЕДЕНИЙ О НЕДОСТАТКАХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

(Самарский университет)

Проблема неудовлетворительного состояния улично-дорожной сети (УДС) и других объектов транспортной инфраструктуры остро стоит в современной России, ведь от этого зависит множество аспектов жизни общества: организация эффективной инфраструктуры внутри государства; организация безопасного движения на дорогах; уменьшение случаев повреждения автомобилей из-за низкого качества дорожного полотна. На сегодняшний день лишь около 77,5% дорожного полотна в России соответствует нормативным требованиям [1]. Решение проблемы контроля транспортно-эксплуатационного состояния улично-дорожной сети видится в создании автоматизированной системы, позволяющей повысить эффективность деятельности организаций, в чьи обязанности входит обслуживание УДС [2, 3].

Разработанная автоматизированная система предоставляет возможность сбора сведений о недостатках с помощью мобильного устройства [4], ведения базы данных недостатков УДС, формирует необходимую документацию для их устранения и отслеживает их состояние (рисунок 1).



Рис. 1. Принцип работы системы

Разработана диаграмма вариантов использования системы (рисунок 2).

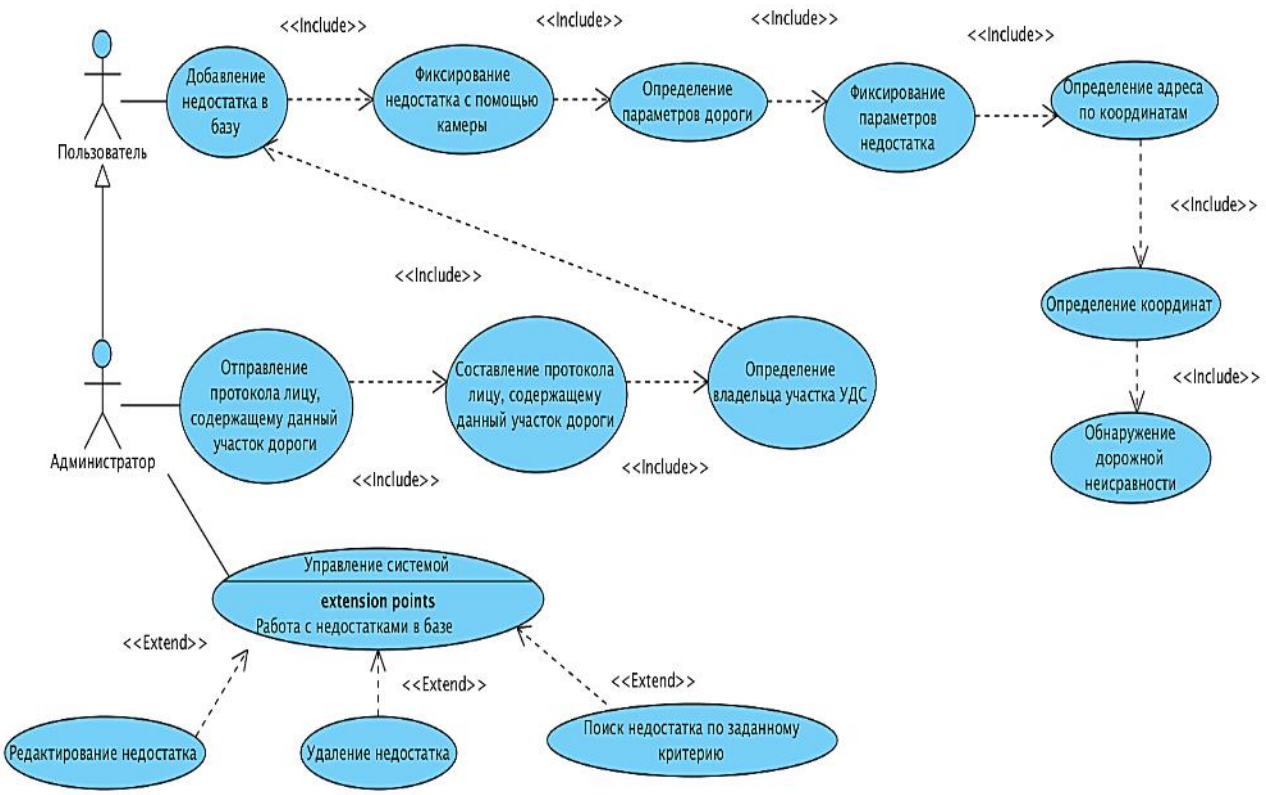


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Система обладает следующим функционалом [5]:

- фиксация недостатка УДС с помощью мобильного устройства;
- автоматическое определение адреса по координатам;
- ведение картотеки недостатков состояния УДС;
- формирование необходимой документации для устранения найденных недостатков;
- передача сформированных документов организациям, занимающимся обслуживание указанного участка УДС;
- контроль процесса исправления недостатка;
- ведение истории исправления недостатков.

Система выполнена в среде разработки Android Studio на языке программирования Java с использованием RxJava 2. База данных системы реализована в системе управления реляционными базами данных SQLite. Для системы разработана ER-модель, приведенная на рисунке 3.

Внедрение приложения в эксплуатацию повысит эффективность контроля нормативного состояния за счет:

- автоматизации процессов сбора, хранения, обработки и анализа информации об объектах транспортной инфраструктуры
- обоснования расходования финансовых средств из различных источников, затрачиваемых на обеспечение нормативного состояния УДС;

– обеспечения контролирующих организаций полной, достоверной, оперативной и детализированной информацией о транспортно-эксплуатационном состоянии УДС.

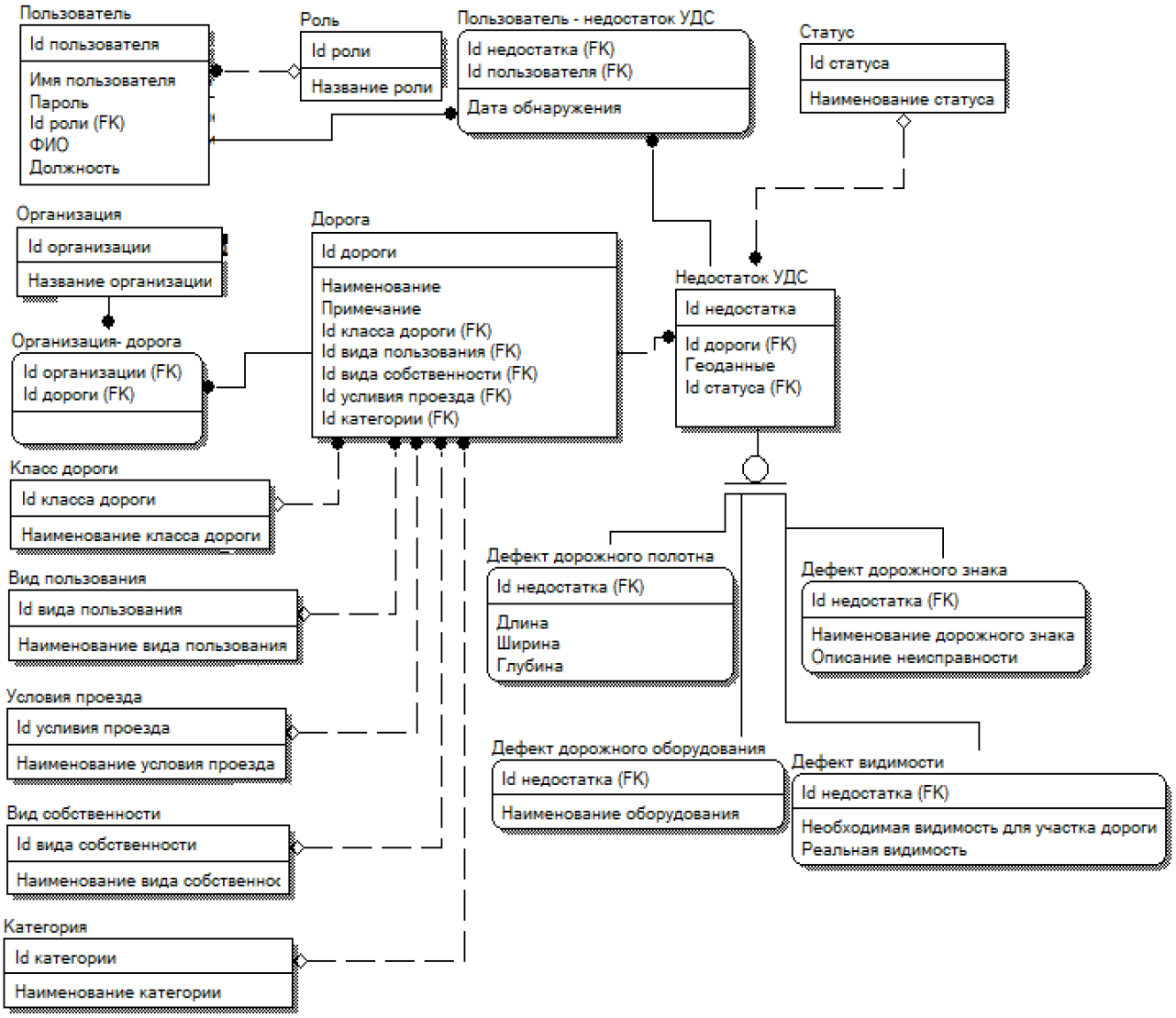


Рис. 3. ER-модель данных системы

Литература

1 Федеральное дорожное агентство Росавтодор [Электронный ресурс]. URL : rosavtodor.ru/about/kollegiya-fda/itogovye-zasedaniya-kollegii/2017-god/32620.

2 Вдовенко, А.В. Сервис и мониторинг дорожных сооружений / А.В. Вдовенко, С.Е. Бегун, В.И. Кулиш // А.В. Вдовенко, С.Е. Бегун, В.И. Кулиш : М-во образования Рос. Федерации. – Хабаровск, 2004.

3 Системный мониторинг качества автодорожной инфраструктуры / А.Н. Глушко, А.Ю. Шестаченко, А.М. Бессарабов, Т.И. Степанова // Управление развитием крупномасштабных систем. – 2015. – С. 275-277.

4 Головнин, О.К. Разработка мобильного приложения контроля транспортно-эксплуатационного состояния улично-дорожной сети

[Электронный ресурс] / О.К. Головнин, А.С. Привалов // М.К.О. : тезисы докладов. – Москва, 2018. – URL : mce.su/rus/archive/abstracts/mce25/sect101361/doc311466/.

5 Головнин, О.К. Проектирование системы контроля транспортно-эксплуатационного состояния улично-дорожной сети / О.К. Головнин, А.С. Привалов // ИТ & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2017. – Т. 8. – С. 62-67.

М.К. Денеев, Е.В. Рамзаев, А.В. Никитин

ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА СКОРОСТИ ВЕТРА НА БОРТУ ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Анализ движения вертолета в атмосфере [1] показывает, что его аэродинамические и эксплуатационные характеристики значительно зависят от величины и направления вектора скорости ветра относительно осей связанной с вертолетом системы координат. При этом влияние вектора скорости ветра на безопасность полета вертолета и эффективность выполнения полетных задач наиболее заметно при малых воздушных скоростях вертолета, т.е. на стоянке и взлетно-посадочных режимах вертолета [2].

Значительное количество авиационных происшествий одновинтовых вертолетов гражданской авиации типа Ми-8 и его модификаций за период 2000-2009 гг. связано с опрокидыванием вертолета набок, соударением лопастей несущего винта с земной поверхностью и с хвостовой балкой, соударением лопастей рулевого винта с земной поверхностью, а также с непреднамеренным снижением вертолета с малой высоты со смещением или вращением относительно земной поверхности с последующим столкновением с земле – при превышении летных ограничений по скорости и направлению ветра на стоянке, при маневрировании по земной поверхности, на режимах взлета, снижения, висения и посадки.

В частности, на стартовых и взлетно-посадочных режимах одновинтовых вертолетов класса Ми-8 Нормами летной годности вертолетов (НЛГВ) [3] накладываются следующие ограничения [2]:

1) На стоянке боковая составляющая W_z вектора скорости ветра, действующая под углом 90º к продольной оси вертолета, не должна превышать допустимого значения $W_{z\,\text{доп}} = 5\,^{\text{м}}\!/_{\text{с}}\left(18\,^{\text{км}}\!/_{\text{ч}}\right)$, продольная составляющая – $W_{x\,\text{доп}} = 8\,^{\text{м}}\!/_{\text{с}}\left(30\,^{\text{км}}\!/_{\text{ч}}\right)$.

2) В процессе руления и маневрирования по земной поверхности боковая W_z и продольная W_x составляющие вектора скорости ветра также не должны превышать стояночных ограничений $W_z \le 5\,^{\text{м}}\!/_{\text{с}}\left(18\,^{\text{км}}\!/_{\text{ч}}\right)$, $W_x \le 8\,^{\text{м}}\!/_{\text{с}}\left(30\,^{\text{км}}\!/_{\text{ч}}\right)$.

3) При взлете и посадке вертолета дополнительно вводятся ограничения по допустимой взлетной массе $m_{доп}$, зависящими от величины W и направления ψ вектора скорости ветра (или W_x, W_z) и способа взлета (посадки): по-вертолетному (без разбега) и по-самолетному (с разбегом).

Измерение параметров вектора ветра на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на режимах взлета, снижения, висения и посадке бортовыми средствами, когда приемники первичной аэрометрической информации находятся в створе вихревой колонны несущего винта, затрудняется значительными аэродинамическими возмущениями, вносимыми индуктивным потоком несущего винта, что обусловливает необходимость разработки бортовой системы измерения параметров вектора ветра, построенной на новых принципах, максимально учитывающих специфику аэродинамики и динамики полета вертолета, удовлетворяющих требованиям по точности и надежности работы в реальных условиях эксплуатации.

Для обоснования предпочтительных вариантов построения бортовой системы измерения параметров ветра на борту вертолета проведен анализ научно-технической литературы, в соответствии с которым систематизированы способы, принципы и схемы построения и разработана классификационная схема, приведенная на рис. 1.

Проведенный анализ методов и средств измерения параметров вектора ветра свидетельствует о том, что более широкими возможностями по расширению рабочих диапазонов измерения при простоте конструктивной схемы и расширении функциональных возможностей при применении на вертолете обладает аэрометрический (аэродинамический) способ измерения.

Для решения задачи расширения нижней границы рабочих скоростей и повышения точности измерения высотно-скоростных параметров вертолета на малых и околонулевых скоростях полета и на режиме висения В.В. Солдаткин предложил и научно обосновал эффективность использования для целей измерения информацию аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта [4], а для восприятия информации на верхнем экранирующем диске неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника предложено установить дополнительный приемник в виде полусферы (рис. 2), на поверхности которого расположены приемные отверстия для восприятия давлений, формируемых вектором скорости результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта.

Неподвижный комбинированный аэрометрический приемник, включает неподвижный многоканальный проточный аэрометрический приемник 1, выполненный в виде двух разнесенных по высоте экранирующих дисков 2 и 3, между внутренними профилированными поверхностями которого в азимутальной плоскости под одинаковыми углами расположены трубки полного давления 4 для забора давлений P_i, определяющих скорость W и угол направления ψ вектора ветра $\overline{W}$ относительно осей неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника 1 в азимутальной плоскости на стоянке при неработающей силовой установки вертолета.

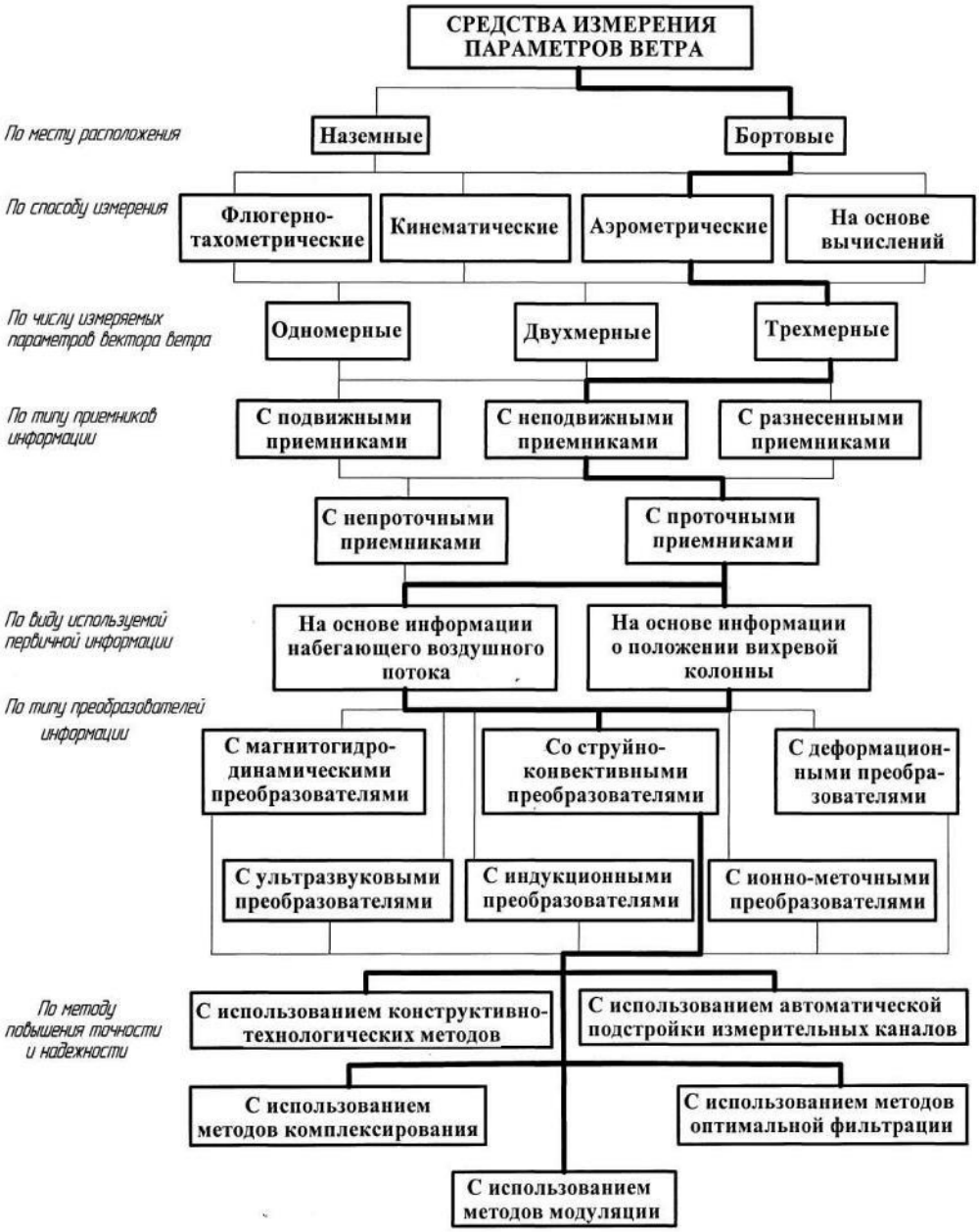


Рисунок 1 – Классификация методов и средств измерения параметров вектора ветра

На передних профилированных поверхностях экранирующих дисков 2 и 3 расположены отверстия 5 для забора давлений $P_{\alpha i}$ и $P_{\alpha i-1}$, определяющих угол α направления вектора скорости ветра $\overline{W}$ в вертикальной плоскости. На внутренних поверхностях экранирующих дисков 2 и 3 расположены кольцевые каналы 6 для забора дросселированного статического давления $P_{\text{СТ.Д}}$ набегающего воздушного потока. Для получения информации о параметрах вектора скорости ветра $\overline{W}$ на стоянке при работающей силовой установки и раскрутки несущего винта, на наружной поверхности экранирующего диска 3 установлен дополнительный аэрометрический приемник 7. На верхней поверхности аэрометрического приемника 7 на оси симметрии расположено отверстие , являющееся приемником полного давления $P_{\Pi\Sigma}$ результирующего набегающего воздушного потока вихревой

колонны несущего винта вертолета. Симметрично, относительно оси симметрии на верхней поверхности осесимметричного аэрометрического приемника 7 в плоскости, параллельной плоскости симметрии вертолета, расположены отверстия, являющиеся приемниками для забора давлений $P_{1\Sigma}$ и $P_{2\Sigma}$, определяющих угловое положение φ_1 вектора $\overline{V}_\Sigma$ результирующей скорости набегающего воздушного потока вихревой колонны несущего винта в плоскости, параллельной плоскости симметрии вертолета. В плоскости, перпендикулярной плоскости симметрии вертолета, на верхней поверхности осесимметричного аэрометрического приемника 7 расположены отверстия, являющиеся приемниками для забора давлений $P_{3\Sigma}$ и $P_{4\Sigma}$, определяющих угловое положение φ_2 вектора $\overline{V}_\Sigma$ результирующей скорости набегающего воздушного потока вихревой колонны несущего винта в плоскости, перпендикулярной плоскости симметрии вертолета. Перпендикулярно оси симметрии осесимметричного приемника 7 на его верхней поверхности по окружности расположены отверстия, являющиеся приемниками статического давления $P_{CT\Sigma}$ результирующего набегающего воздушного потока вихревой колонны.

Таким образом, проблема повышения уровня безопасности эксплуатации вертолетов различного класса и назначения на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах определяет актуальность задачи измерения величины и угла направления вектора скорости ветра относительно продольной оси вертолета на различных режимах эксплуатации вертолета с допустимой погрешностью по каналу скорости ±0,8…2м/с, по каналам углов направления ±3…5 угл.град.

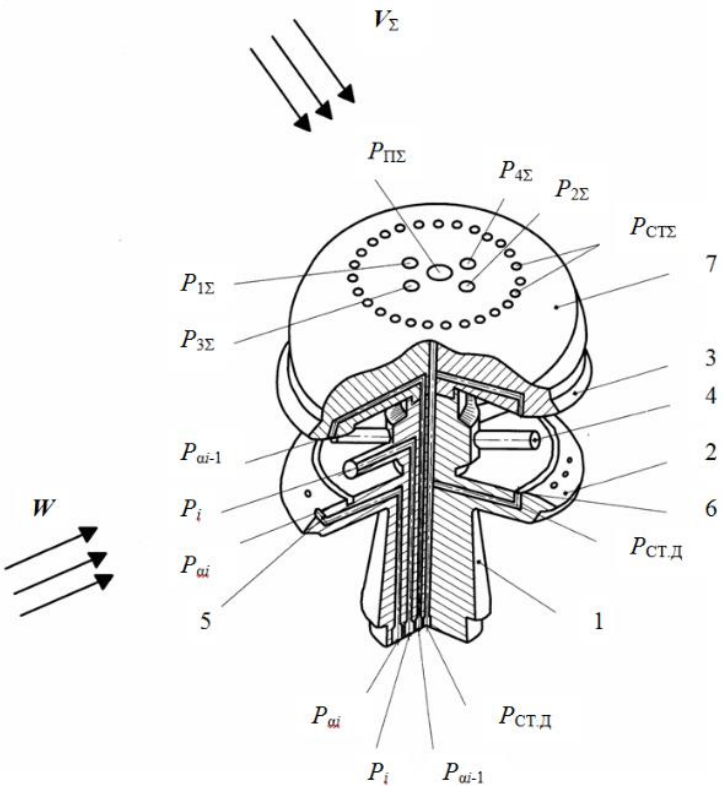


Рисунок 2 – Конструктивная схема неподвижного комбинированного аэрометрического приемника

Литература

[1] Браверман А.С., Вайнтруб А.П. Динамика вертолета. Предельные режимы полета. М.: Машиностроение, 1988. 280 с.

[2] Володко А.М. Безопасность полетов вертолетов. М.: Транспорт, 1981. 223 с.

[3] Нормы летной годности гражданских вертолетов. М.: Изд-во ЦАГИ, 1987. 350 с.

[4] Никитин А.В., Солдаткин В.М. Система измерения параметров вектора ветра и вектора истинной воздушной скорости на борту вертолета // Датчики и системы. – 2015. - №4(191). – С. 48-54.

Д.А. Егоров, А.С. Пеньков, Н.В. Глушкова, А.В. Никитин

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА СТАРТОВЫХ И ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ РЕЖИМАХ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Для предотвращения авиационных происшествий на стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета, при решении полетных и специальных задач необходима информация о величине и положении вектора ветра относительно продольной оси вертолета [1-3]. Измерение параметров вектора ветра и вектора истинной воздушной скорости на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, при взлете и посадке, на режиме висения и в полете известными средствами [4, 5] ограничивается значительными аэродинамическими возмущениями, вносимыми вихревой колонной несущего винта, что определяет необходимость создания бортовых систем, максимально учитывающих специфику аэродинамики и динамики движения вертолета на всех этапах полета.

Учитывая специфику работы бортовой системы измерения параметров вектора ветра одновинтового вертолета для определения параметров вектора ветра $\boldsymbol{W}$ и вектора истинной воздушной скорости $\boldsymbol{V}_{\text{В}}$ вертолета при работе двигательной установки и раскрутки трансмиссии, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных режимах, при снижении и на режиме висения, предложено построить ее на основе неподвижного комбинированного аэрометрического приемника с использованием информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта [6].

В качестве информативного параметра аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта вертолета используется вектор скорости $\mathbf{V}_{\Sigma}$ в виде геометрической суммы стационарных составляющих вектора скорости $\mathbf{V}$ воздушного потока, формируемого движением вертолета относительно окружающей среды или вектором скорости ветра $\mathbf{W}$, и вектора скорости $\mathbf{V}_i$ индуктивного воздушного потока, создаваемого несущим винтом вертолета, т.е. $V_{\Sigma}=V+V_i$. За

меру величин составляющих вектора скорости ветра $\boldsymbol{W}$ и вектора истинной воздушной скорости $\boldsymbol{V}_{\text{В}}$ вертолета принимается угловое положение вектора скорости v_{Σ} результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта, относительно неподвижного датчика воздушных сигналов, которое регистрируется ортогонально расположенным приемникам давлений P_1 и P_2, P_3 и P_4 на поверхности полусферического приемника.

Величину V_{Σ} скорости результирующего набегающего воздушного потока можно определить по полному $P_{\text{ПΣ}}$ и статическому $P_{\text{СТΣ}}$ давлениям и температуре $T_{\text{тΣ}}$ заторможенного результирующего воздушного потока, воспринимаемой приемником температуры торможения, используя зависимость [7]:

$$V_{\Sigma} = 44{,}826\sqrt{\frac{T_{\text{тΣ}}\left[\left(\frac{P_{\text{ПΣ}}}{P_{\text{СТΣ}}}\right)^{0{,}2857143} - 1\right]}{\left(\frac{P_{\text{ПΣ}}}{P_{\text{СТΣ}}}\right)^{0{,}2857143}}}, \qquad (1)$$

где параметры, входящие в формулу (1) имеют размерности в единицах системы СИ.

Для конкретного места установки неподвижного датчика воздушных сигналов на фюзеляже вертолета составляющие V_{ix}, V_{iy}, V_{iz} вектора индуктивного потока $\boldsymbol{V}_i$ в связанной системе координат можно описать уравнениями вида [7]:

$$V_{ix} = k_{ix}|V_{i0}|; \quad V_{iy} = k_{iy}|V_{i0}|; \quad V_{iz} = k_{iz}|V_{i0}|, \qquad (2)$$

где k_{ix}, k_{iy}, k_{iz} – безразмерные коэффициенты, зависящие от величины (модуля) вектора скорости $\boldsymbol{V}$, угла атаки α, угла скольжения β и других параметров полета вертолета, определяемые по результатам летных испытаний системы на вертолете; $|V_{i0}| = \sqrt{\dfrac{Gn_y}{2\chi\rho_H F}}$ – модуль вектора скорости V_i индуктивного потока на режиме висения ($V = 0$); G – текущий вес вертолета; n_y – нормальная перегрузка; $\rho_H = \dfrac{P_H T_H}{T_0 P_0}\rho_0$ – плотность воздуха на высоте полета H; P_H и T_H – статическое давление и температура на высоте H; F – площадь, ометаемая несущим винтом вертолета; χ – коэффициент заполнения несущего винта.

Поскольку неподвижный датчик ветра расположен на фюзеляже на определенном радиусе-векторе $\boldsymbol{R}$ от центра масс вертолета, то при вращении вертолета относительно центра масс имеет место кинематическое искажение вектора скорости $\boldsymbol{V}$ невозмущенного воздушного потока, набегающего на приемник, которое определяется уравнением вида

$$\mathbf{V}_{\text{к}} = \mathbf{V} + \omega \times \mathbf{R}(x, y, z), \qquad (3)$$

где $\mathbf{V}_{\text{к}}$ – кинематически искаженный вектор скорости набегающего воздушного потока в месте установки многофункционального аэрометрического приемника; $\boldsymbol{\omega}(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ – вектор угловой скорости вращения вертолета относительно цен-

тра масс; $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – угловые скорости вращения вертолета относительно осей связанной системы координат; *x*, *y*, *z* – координаты места установки многофункционального аэрометрического приемника в связанной системе координат, центр которой находится в центре масс вертолета.

Проекции вектора $\mathbf{V}_к$ на оси связанной системы координат определяются как

$$V_{кx}=V_x+(\omega_y z-\omega_x y); \quad V_{ку}=V_y+(\omega_z x-\omega_x z); \quad V_{кz}=V_z+(\omega_x y-\omega_y x). \qquad (4)$$

По давлениям P_1, P_2 и P_3, P_4, воспринимаемым отверстиями, расположенными на верхней поверхности полусферического приемника, используя известные соотношения, можно вычислить углы φ_1 и φ_2, определяющие положение вектора скорости $\mathbf{V}_\Sigma$ результирующего набегающего воздушного потока вихревой колоны несущего винта вертолета относительно осей приемника:

$$\varphi_1=\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}}\frac{P_1-P_2}{P_{П\Sigma}-P_{СТ\Sigma}}\right); \qquad \varphi_2=\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}}\frac{P_3-P_4}{P_{П\Sigma}-P_{СТ\Sigma}}\right). \qquad (5)$$

Тогда по давлениям P_1 и P_2, P_3 и P_4, $P_{П\Sigma}$ и $P_{СТ\Sigma}$ и по температуре торможения $T_{Т\Sigma}$, после их преобразования в электрические сигналы с помощью датчиков дифференциального и абсолютного давлений 4 (см. рисунок) и ввода через мультиплексор 5 и аналого-цифровой преобразователь 6 в микропроцессор 7, параметры вектора истинной воздушной скорости вертолета при рулении и маневрировании по земной поверхности и на взлетно-посадочных режимах вычисляются в соответствии с уравнениями вида:

$$V_x=V_\Sigma\cos\left[90°-\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}}\frac{P_1-P_2}{P_{П\Sigma}-P_{СТ\Sigma}}\right)\right]\times$$
$$\times\cos\left[90°-\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}}\frac{P_3-P_4}{P_{П\Sigma}-P_{СТ\Sigma}}\right)\right]-K_{ix}|V_{i0}|-(\omega_y z-\omega_x y);$$

$$V_y=V_\Sigma\sin\left[90°-\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}}\frac{P_1-P_2}{P_{П\Sigma}-P_{СТ\Sigma}}\right)\right]\times$$
$$\times\cos\left[90°-\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}}\frac{P_3-P_4}{P_{П\Sigma}-P_{СТ\Sigma}}\right)\right]-K_{iy}|V_{i0}|-(\omega_z x-\omega_x z); \qquad (6)$$

$$V_z=V_\Sigma\sin\left[90°-\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}}\frac{P_3-P_4}{P_{П\Sigma}-P_{СТ\Sigma}}\right)\right]-K_{iz}|V_{i0}|-(\omega_x y-\omega_y x);$$

$$V_В=\sqrt{V_x^2+V_y^2+V_z^2}; \quad \alpha=\operatorname{arctg}\frac{V_y}{V_x}; \quad \beta=\operatorname{arsin}\frac{V_z}{\sqrt{V_x^2+V_y^2+V_z^2}}=\arcsin\frac{V_z}{V_В}.$$

Используя информацию о величине $V_П$ и углу сноса ψ_c вектора путевой скорости $V_п$ вертолета от доплеровского измерителя скорости и угла сноса (ДИСС) и информацию о составляющих вектора истинной воздушной скорости,

можно определить величину W и направление ψ вектора скорости ветра $\boldsymbol{W}$ или продольную W_x и боковую W_z составляющие вектора ветра на взлетно-посадочных режимах:

$$\Psi = \beta + \psi_c; \qquad W_x = V_x - V_п \cos\psi; \qquad W_z = V_z - V_п \sin\psi; \qquad W = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}. \qquad (7)$$

Таким образом, рассмотренные алгоритмы обработки первичных информативных сигналов являются основой системотехнического проектирования бортовой системы измерения параметров вектора ветра и вектора истинной воздушной скорости при маневрировании по земной поверхности и на взлетно-посадочных и полетных режимах вертолета.

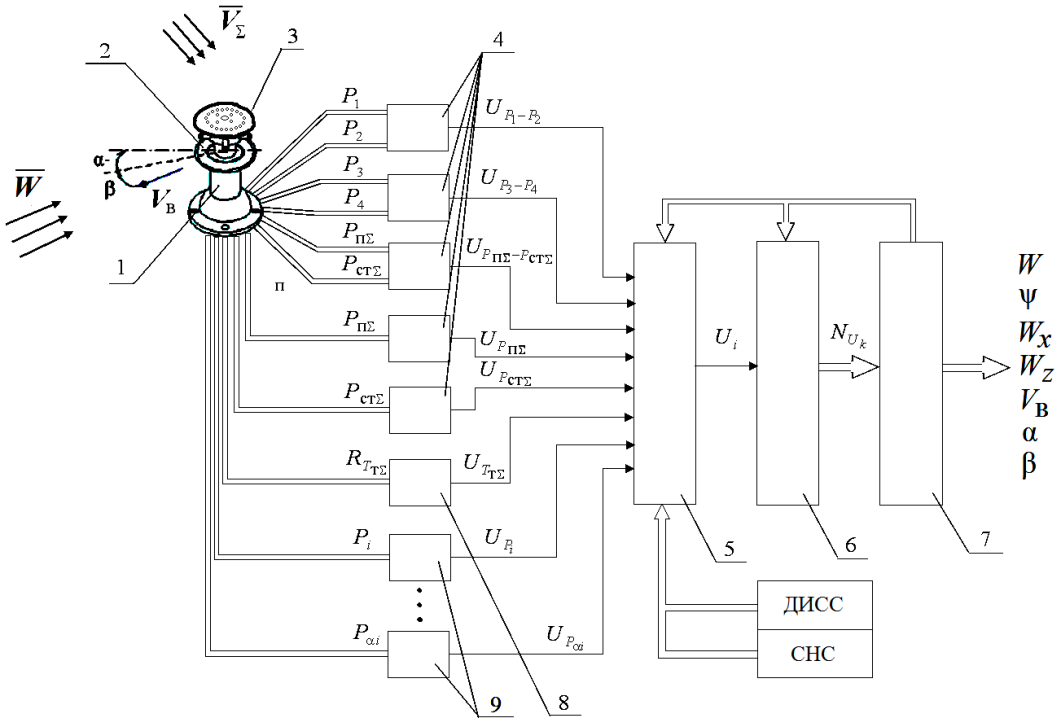


Рисунок 1 – Функциональная схема системы измерения параметров вектора ветра и истинной воздушной скорости

Литература

[1] Соколов Ю.Г. Применение вертолетов с авианесущих кораблей. М.: Воениздат, 1989. 180 с.

[2] Ерусалимский М.А., Егоров В.Н. Экипажам вертолетов – информационную поддержку // Авиасоюз. 2011. №2 (35). С. 24–25.

[3] Нормы летной годности гражданских вертолетов, НЛГВ. М.: ЦАГИ, 1987. 350 с.

[4] Тихомиров А.А. Ультрозвуковые анемометры и термометры для измерения пульсаций скорости и температуры воздушных потоков. Обзор // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т.23. №7. С. 585 – 600.

[5] Азбукин А.А., Богушевич Л.Я., Кобров А.А., Корольков В.А., Тихомиров А.А., Шелевой В.Д. Автоматические метеостанции АМК–03 и их модификации // Датчики и системы. 2012. №3. С. 42 – 52.

[6] Патент РФ на изобретение № 2426995, МПК G 01 P 5/00. Система измерения малых воздушных скоростей вертолета / В.В. Солдаткин, В.М. Сол-

даткин, Н.А. Порунов, Н.Н. Макаров, В.П. Белов, Д.А. Истомин. Заявл. 23.11.2009. Опубл. 20.08.2011. Бюл. №23.

[7] Никитин А.В., Солдаткин В.М. Теоретические основы построения, разработка и экспериментальные исследования системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета // Вестник Тульского государственного университета. Технические науки. –2017. – Выпуск 9. – Ч.2. – С. 141-154. (1,75 п.л.).

Д.А. Егоров, А.С. Пеньков, Н.В. Глушкова, А.В. Никитин

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА СТОЯНКЕ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

Анализ авиационных происшествий вертолетов показывает [1], что значительная часть из них связана с отсутствием у экипажа информации о состоянии окружающей воздушной среды. Для удовлетворения требований безопасности, регламентируемых Руководством по летной эксплуатации вертолета [2], необходимо использовать бортовые средства измерения параметров вектора ветра на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета. Однако при расположении средств измерения параметров вектора ветра на фюзеляже вертолета на их работу оказывают существенное влияние индуктивные потоки вихревой колонны несущего винта, ограничивающие возможность измерения скорости и угла направления ветра при вращении несущего винта.

Все это определяет актуальность создания бортовой системы измерения параметров вектора скорости ветра вертолета, обеспечивающей:

- измерение величины W и направления ψ вектора скорости ветра W относительно продольной оси вертолета или продольной W_x и боковой W_z составляющих вектора W, а также абсолютного давления P_{H_0} и температуры наружного воздуха T_{H_0} на стоянке до запуска силовой установки и раскрутки трансмиссии вертолета (стояночный режим);
- измерение параметров вектора скорости ветра W при запуске силовой установки, раскрутке трансмиссии и вращении несущего винта вертолета, в процессе руления и маневрирования по земной поверхности;
- измерение параметров вектора истинной воздушной скорости $\mathbf{V}_в$ (величины (модуля) $V_в$, угла скольжения β и угла атаки α), абсолютной H и относительной $H_{отн}$ высот и вертикальной скорости $V_y = dH/dt$ при взлете и посадке, при снижении и заходе на посадку, определение продольной W_x и боковой W_z составляющих вектора скорости ветра $\mathbf{W}$ на режиме висения при работе силовой установки, вращении несущего винта и работе автомата перекоса (взлетно-посадочный режим).

Тогда, на стоянке величина W и угол направления ψ, а следовательно, продольная W_x и боковая W_z составляющие вектора скорости ветра $\mathbf{W}$, а также статическое давление P_{H_0} определяются по давлениям P_i и $P_{\text{СТ.Д}}$, воспринимаемым посредством трубок полного давления 4 и кольцевого приемника 6 дросселированного статического давления неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника 1 (рис. 1).

Как показано в работе [4], угловые характеристики трубок полного давления (рис. 2) симметричны относительно оси трубок. При этом угловые характеристики трубок полного давления с номерами i-1 и i+1 имеют точку пересечения, угловая координата которой совпадает с координатой максимума угловой характеристики i-трубки полного давления. Пересекающиеся ветви угловых характеристик i-1 и i+1 трубок полного давления имеют участки достаточно большой угловой протяженностью, в пределах которой воспринимаемые давления $P_{i\text{-}1}$, P_i и P_{i+1} зависят от угла направления ψ ветра, набегающего на неподвижный многоканальный проточный аэрометрический приемник.

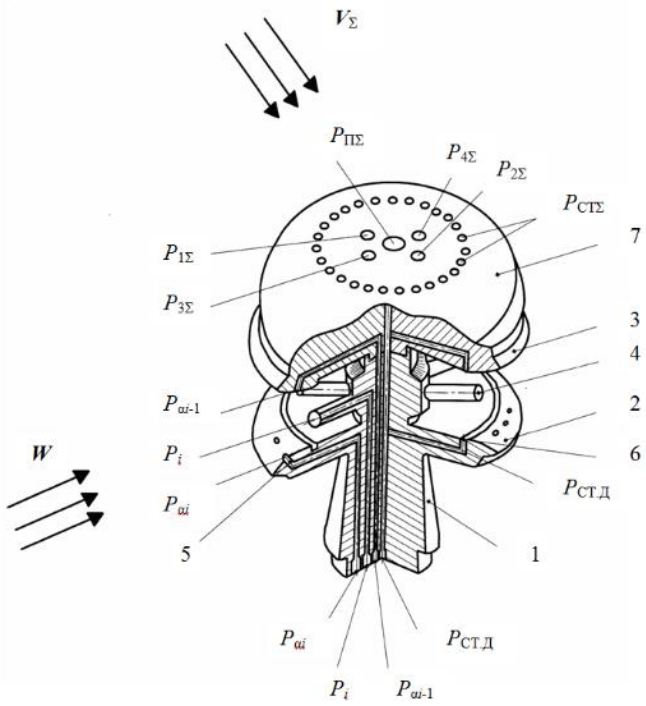


Рисунок 1 – Конструктивная схема неподвижного комбинированного аэрометрического приемника

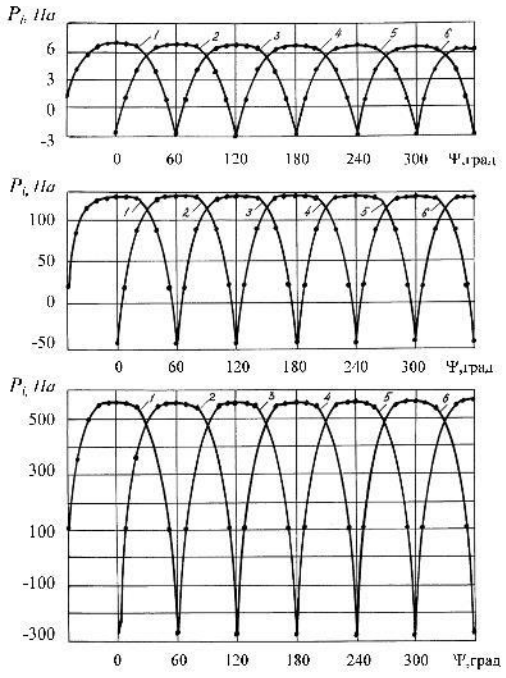


Рисунок 2 – Угловые характеристики неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника

Указанные особенности угловых характеристик неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника позволяют использовать следующий алгоритм обработки первичных информативных сигналов P_i для определения параметров вектора ветра $\boldsymbol{W}$ на стоянке вертолета [4].

На первом этапе обработки массива давлений P_i определяется номер i-й трубки полного давления, в пределах которой локализовано направление вектора скорости ветра $\boldsymbol{W}$. За такую i-ю трубку полного давления, как следует из

рис. 3, принимается трубка, в которой значение измеренного давления P_i является наибольшей из всех трубок полного давления (номера трубок полного давления обозначаются $i = 0,1,2,3\ldots n$). При этом принимается, что ось трубки полного давления под номером $i = 0$ совпадает с началом исходной системы координат отсчета угла направления ψ вектора скорости ветра $\boldsymbol{W}$.

По определенному номеру i-й трубки полного давления, в которой давление P_i наибольшее, определяется первое приближение ψ_{mi} угловой координаты направления вектора скорости ветра W в соответствии с соотношением $\psi_{mi} = \frac{360}{n} i$, где n – количество расположенных под одинаковым углом трубок полного давления (как правило $n = 6$ или $n = 8$).

На втором этапе обработки массива давлений P_i проводится предварительная оценка положения ψ вектора скорости ветра $\boldsymbol{W}$. С этой целью сравниваются между собой давления P_{i-1} и P_{i+1} и проверяется какое из неравенств выполняется

$$P_{i-1} > P_{i+1} \text{ или } P_{i-1} < P_{i+1},$$

где P_{i-1} и P_{i+1} – давления, измеренные в трубках полного давления, смежных с i-ой трубкой.

Для определения точного значения угловой координаты ψ вектора скорости ветра осуществляется преобразование реальной угловой характеристики трубок полного давления в другую систему координат путем введения безразмерной угловой координаты θ, начало которой совпадает с точкой пересечения смежных ветвей угловых характеристик i-1 и i+1 трубок полного давления, как показано на рис.3. Сущность такого преобразования координат сводится к замене углового отклонения $\Delta\psi$ угловой характеристики i-ой трубки полного давления от реального направления ψ вектора скорости ветра $\boldsymbol{W}$ на безразмерную координату θ, изменение которой определяется выбором шага t_0 введенной координатной сетки.

Угловое положение θ i-й трубки полного давления относительно направления ψ вектора скорости ветра $\boldsymbol{W}$ в новой системе координат определяется из решения одного из уравнений:

$$\overline{P_i} = \frac{P_{i+1}}{P_i} = \frac{f(\theta)}{f(-\theta)} \text{ или } \overline{P_i} = \frac{P_{i-1}}{P_i} = \frac{f(-\theta)}{f(\theta)}, \quad (1)$$

где $f(\theta)$ и $f(-\theta)$ – аппроксимирующие полиномы степени k, вычисленные по результатам предварительной градуировки неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника и описывающие соответственно правую и левую части угловой характеристики смежных i-1 и i+1 трубок полного давления в введенной системе координат.

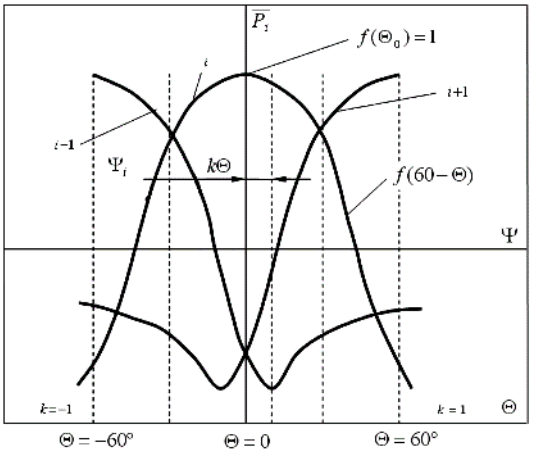


Рисунок 3 – Графическая интерпретация преобразования угловых координат трубок полного давления

Тогда второе приближение угловой координаты ψ вектора скорости ветра

W в исходной системе координат будет определяться выражением

$$\psi = \psi_{mi} \pm (\theta_{\max} - \theta_x)t_0, \qquad (2)$$

где t_0 – координатный шаг сплайн-функции, реализующей аппроксимирующий полином $P_i = f(\theta)$ в безразмерной системе координат, например при $n = 6$ $t_0 = 60^o$.

Для определения модуля (величины) W вектора скорости ветра по полученному значению θ безразмерного углового положения i-ой трубки полного давления вычисляется значение давления $P_{i\max}$,соответствующее совпадению направления вектора скорости ветра с осью i-ой трубки полного давления. Это вычисление проводится в соответствии со следующими зависимостями:

$$P_{i\max} = \begin{cases} P_i \dfrac{f(\theta_{\max})}{f(-\theta_x)} & \text{при } P_{i-1} > P_{i+1}; \\ P_i \dfrac{f(-\theta_{\max})}{f(-\theta_x)} & \text{при } P_{i-1} < P_{i+1}. \end{cases} \qquad (3)$$

По полученному значению $P_{i\max}$ определяется численное значение величины W скорости ветра с использованием выражения вида

$$W = \sqrt{\frac{2}{\rho_{H_0}}(P_{i\max} - P_{H_0})} = \sqrt{\frac{2P_0T_0}{P_{H_0}T_{H_0}\rho_0}(P_{i\max} - P_{H_0})}, \qquad (4)$$

где $\rho_{H_0} = \rho_0 \dfrac{P_{H_0}T_{H_0}}{T_0P_0}$ – плотность воздуха на высоте стоянке H_0; P_{H_0} и T_{H_0} – статическое давление и абсолютная температура на высоте стоянки H_0; P_0, T_0 и ρ_0 – статическое давление, абсолютная температура и плотность воздуха на высоте H=0 стандартной атмосферы.

Статическое давление P_{H_0} и абсолютная температура T_{H_0} на высоте стоянки H_0 вертолета определяются по статическому давлению $P_{\text{СТ.Д}}$, воспринимаемому неподвижным проточным аэрометрическим приемником 1 (рис. 1), и по показаниям приемника температуры торможения $T_{\text{Т}}$.

Предлагаемая бортовая система измерения ветра решает задачу информационного обеспечения экипажа вертолета на стоянке, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных и полетных режимах. Использование системы позволит повысить эффективность применения и безопасность эксплуатации одновинтовых вертолетов различного класса и назначения.

Литература

[1] Ерусалимский М.А., Егоров В.Н. Экипажам вертолетов – информационную поддержку // Авиасоюз. 2011. №2. С. 24 – 26.

[2] Руководство по летной эксплуатации вертолета Ми-8 (издание 4-ое). М: Авторитет. 1996. 554с.

[3] Патент РФ на изобретение № 2426995, МПК G 01 P 5/00. Система измерения малых воздушных скоростей вертолета / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, Н.А. Порунов, Н.Н. Макаров, В.П. Белов, Д.А. Истомин. Заявл. 23.11.2009. Опубл. 20.08.2011. Бюл. №23.

[4] Никитин А.В., Солдаткин В.М. Теоретические основы построения, разработка и экспериментальные исследования системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета // Вестник Тульского государственного университета. Технические науки. –2017. – Выпуск 9. – Ч.2. – С. 141-154. (1,75 п.л.).

Е.С. Ефремова

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВИХРЕВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ДОЗВУКОВОГО САМОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Традиционные системы воздушных сигналов построены на основе нескольких датчиков и приемников первичной аэрометрической информации (флюгерных датчиков угла атаки и скольжения, приемников воздушных давлений, приемников температуры наружного воздуха), распределенных по фюзеляжу и вынесенных в набегающий воздушный поток [1, 2]. При этом восприятие, выделение, преобразование и обработка амплитудных информативных сигналов в виде углов поворота флюгера, абсолютных давлений, перепадов давлений, электрических сопротивлений и других неизбежно приводит к аддитивным и мультипликативным погрешностям, зависящим от параметров набегающего потока и атмосферы [3].

Значительно меньше потери информации при выделении, преобразовании и обработке частотно-временных первичных информативных сигналов, их восприятие с помощью одного многофункционального приемника определяют перспективность оригинальной вихревой системы воздушных сигналов [4, 5] (см. рисунок), построенная на основе оригинального вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [6, 7].

Измеренные частоты f_1 и f_2 поступают на вход устройства обработки 4, выполненного в виде вычислителя, на выходе которого формируются значения аэродинамического угла α и истинной воздушной скорости $V_{\text{В}}$ в соответствии с уравнениями [6, 7]

$$\alpha = arctg\,\frac{f_2 - f_1}{f_1 + f_2}; \quad V_{\text{В}} = \frac{l}{\sqrt{2}Sh}\,\frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}}, \qquad (1)$$

где f_1 и f_2 – частоты вихреобразования за клиновидными телами 1; Sh – число Струхаля; α и $V_{\text{В}}$ –аэродинамический угол и истинная воздушная скорость.

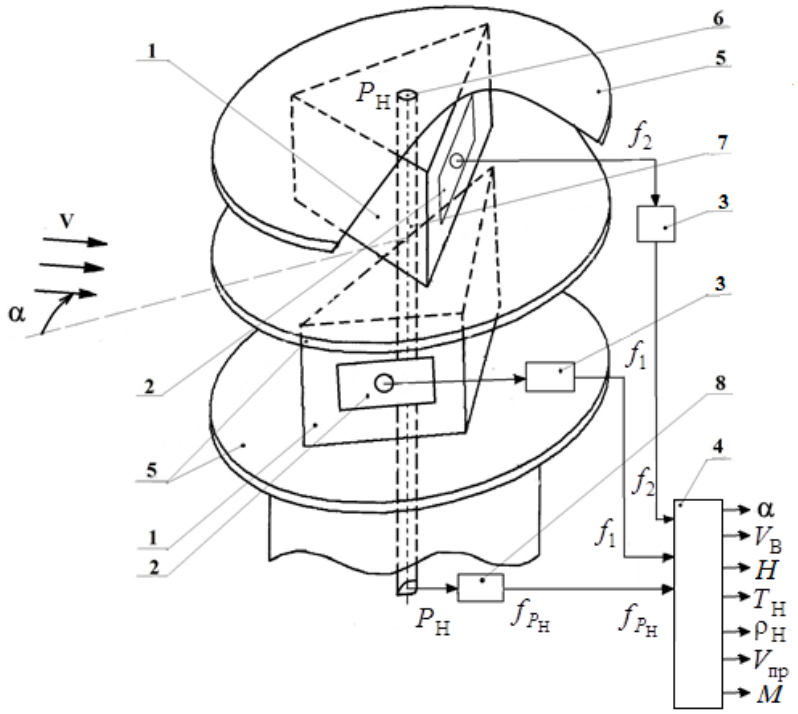


Рис. 1. Конструктивно-функциональная схема вихревой системы воздушных сигналов

При конструктивной реализации вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости клиновидные тела располагаются на одной оси друг над другом. С целью обеспечения измерения в трехмерном набегающем потоке и устранения влияния другого аэродинамического угла β самолета, перпендикулярно общей оси клиновидных тел установлены струевыпрямители, выполненные в виде тонких дисков 5, расположенных на верхних и нижних основаниях обоих клиновидных тел 1 и выделяющих в набегающем воздушном потоке зоны вихреобразования клиновидных тел. Это снижает влияние скоса набегающего потока в плоскости, перпендикулярной плоскости измерения, а, следовательно, уменьшает погрешности, обусловленные этим скосом потока.

Для расширения функциональных возможностей вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости и обеспечения измерения других высотно-скоростных параметров, на верхней или нижней поверхности одного струевыпрямителя 5, например, верхнего, установлен отверстие-приемник 6 статического давления $P_Н$ набегающего воздушного потока, который через пневмопровод 7 связан со входом пневмоэлектрического преобразователя (датчика) 8 абсолютного давления преимущественно с частотным выходным сигналом. Выход пневмоэлектрического преобразователя (датчика) 9 в виде частоты $f_{P_Н}$, пропорциональной статическому давлению P_H набегающего воздушного потока, подключен ко входу устройства обработки 4, реализующего соответствующие алгоритмы определения всех высотно-скоростных параметров движения самолета относительно окружающей воздушной среды, в

том числе:

1. По воспринимаемому статическому давлению P_H набегающего воздушного потока, абсолютная высота полета в диапазоне [–200 м < H < 11000 м] определяется по формуле [3]

$$H = \frac{T_0}{\tau}\left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0}\right)^{\tau R}\right],$$

(2)

где T_0=288,15 K и P_0=101325 Па – температура и давление при H=0; τ=0,0065 K/м – температурный градиент; R= 29,2 м/K – газовая постоянная.

2. Истинную воздушную скорость $V_\text{В}$, измеренную вихревым датчиком, можно представить в виде [3]

$$V_\text{В} = \sqrt{2gRT_H\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(\frac{P_\text{П}}{P_H}\right)^{\frac{k}{k-1}} - 1\right]} = \sqrt{2gRT_H\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(\frac{P_\text{дин}}{P_H} + 1\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right]},$$

(3)

где $g = 9{,}80665 \text{м/с}^2$ – ускорение силы тяжести; $P_\text{П} = P_H + P_\text{дин}$ – полное давление набегающего воздушного потока; $P_\text{дин} = \frac{\rho_H V_\text{В}^2}{2}$ – динамическое давление (скоростной напор) набегающего воздушного потока.

3. Плотность воздуха ρ_H на высоте H можно представить как [8]

$$\rho_H = \rho_0 \frac{P_H T_0}{P_0 T_H}, \qquad (4)$$

где $\rho_0 = 0{,}125 \text{кгс}^2/\text{м}^4$ – массовая плотность воздуха на высоте H=0.

4. Подставив в выражение (3) значения параметров $V_\text{В}$ и P_H, измеряемых вихревым датчиком, получим соотношение вида [5]

$$T_H = \frac{V_\text{В}^2}{2gR\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(1 + \frac{\rho_0}{2P_0T_0}T_H V_\text{В}^2\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right]},$$

(5)

которое устанавливает неявную, но однозначную связь измеряемой вихревым датчиком истинной воздушной скорости $V_\text{В}$ с абсолютной температурой T_H на высоте H.

5. Определяя из соотношения (3) абсолютную температуру T_H, можно определить плотность воздуха ρ_H на высоте H.

6. Приборную скорость полета можно вычислить по формуле [5]

$$V_{\text{ПР}} = \sqrt{2gRT_0\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(1+\frac{\rho_0}{2P_0}V_H^2\right)^{\frac{k}{k-1}}-1\right]}\,.$$

(6)

7. Число Маха M на высоте H для дозвуковых скоростей полета будет определяться соотношением [5]

$$M = \sqrt{\frac{2}{k-1}\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_H}{2P_0T_0}V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}\,.$$

(7)

По сравнению с известными системами воздушных сигналов вихревая система воздушных сигналов имеет ряд существенных преимуществ:

1. Обеспечивает одновременное измерение всех высотно-скоростных параметров, определяющих движение самолета относительно окружающей воздушной среды.

2. Измерение всех высотно-скоростных параметров движения самолета осуществляется с помощью одного неподвижного малогабаритного приемника потока, практически не искажающего аэродинамику самолета и не влияющего на его аэродинамические характеристики.

3. Использование частотно-временных информативных сигналов позволяет снизить погрешности, обусловленные дрейфом нуля и изменением чувствительности элементов измерительной цепи восприятия, преобразования, передачи и обработки информации.

5. Получение выходных сигналов по всем высотно-скоростным параметрам самолета в непосредственно цифровой форме упрощает их использование в современных системах отображения информации, системах управления и других технических системах.

Все это определяет перспективы разработки и применения, вихревой системы воздушных сигналов на дозвуковых самолетах различного класса и назначения и других объектов малой авиации.

Литература

[1] Алексеев Н.В., Вождаев Е.С., Кравцов В.Г. и др. Системы измерения воздушных сигналов нового поколения// Авиакосмическое приборостроение. – 2003. – №8. – С.31-36.

[2] Солдаткин В.М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. – 448с.

[3] Браславский Д.А., Логунов С.С., Пельпор Д.С. Авиационные приборы и автоматы: Учебник для авиационных вузов. – М.: Машиностроение, 1978. – 432с.

[4] Патент РФ на изобретение №2556760, МПК G01P 5/00. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. Заяв. 21.04.2014, Заявка №2014116035/28. Опубл. 20.07.2015. –

Бюл. №20.

[5] Ефремова Е.С., Солдаткин В.М. Вихревая система воздушных сигналов летательного аппарата с пространственно распределенным приемником потока // Нелинейный мир. – 2017. – №1. – С.78-84.

[6] Патент РФ на изобретение №2506596, МПК G01P 5/00. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. Заяв. 16.07.2012, Заявка №2012130111/28. Опубл. 10.02.2014. – Бюл. №4.

[7] Солдаткина Е.С. Анализ метрологических характеристик вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости // Фундаментальные и прикладные техники и технологии. – 2013. – №2. – С.111-117.

[8] Солдаткина Е.С. Системотехническое проектирование вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости // Известия вузов. Авиационная техника. – 2013. – №3. – С.57-61.

А.В. Игнатенков, А.М. Ольшанский

О НЕКОТОРЫХ ПУТЯХ СИНТЕЗА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ ИНС С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ СИГНАЛА

(ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», АО «НИИАС»)

Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ 17-20-01065 «Разработка теории нейросетевого управления железнодорожными транспортными системами».

В работе [1] была введена искусственная нейронная сеть, которая способна решать задачи построения расписаний на железнодорожном транспорте, а также даны некоторые выводы по управлению работой такой сети. В частности, показано, что представленная сеть является управляемой по выходу системой.

Сама сеть кратко может быть описана следующим образом: каждый слой ИНС отображает выбранную железнодорожную станцию, в каждом слое нейроны имеют номер по числу минут в сутках. Из каждого нейрона i-го слоя идут связи к каждому нейрону слоя с номером $i - 1$. Каждый нейрон слоя связан с несколькими нейронами слева (т.е. с нейронами с меньшим номером) и справа (с нейронами с большим номером). Веса связей первоначально задаются случайным образом вещественными числами от нуля до единицы. В дальнейшем они изменяются в процессе обучения нейронной сети. Прохождение сигнала по связи между нейронами отображает процесс движения поезда между станциями.

Для сокращения времени ее обучения предлагалось построить полный портрет поведения нейронов сети с записью величины весов связей в динамике

в специализированную базу данных, с последующим применением техники инверсного нейроуправления [2] для получения управляющего сигнала.

Тем не менее, построение такой системы, хотя и выглядит концептуально допустимым, на практике трудно реализуемо: например, время для создания полной базы данных для ИНС из 5 слове и 240 нейронов составляет около 3 месяцев при работе на обычных ПЭВМ средней мощности, доступных в офисе.

Кроме того, трудно построить универсальные характеристики, которые смогли бы быть применимыми для любой сети аналогичной конструкции, что означает необходимость проектирования сети, затем ее изучения, как это предлагается в работе [3], и только потом – применения найденных способов регулирования ошибки данной сети.

В качестве одного из конкурентных управлению приемов авторами была сделана попытка применить функцию изменения веса нейрона, сходную по своему поведению и строению с функцией отжига [4], однако практика показала, что частота сходимости сети к удовлетворительным решениям так и осталась в интервале от 35% до 90% при среднем количестве эпох около 1200.

Для поиска дальнейших идей было проведено изучение динамики поведения веса связи нейронов сети с помощью следующего скрипта на языке R:

```
rm(list=ls())
setwd("F:/fullHistory/txt2")
df<-read.csv2("5.csv", header = F, quote = '', sep=";")
library(stringr)
df[,1]<-as.character(df[,1])
df[,4]<-as.character(df[,4])
df[,9]<-as.character(df[,9])
df$V1<-str_replace_all(string = df$V1, pattern="", replacement = "")
df$V4<-str_replace_all(string = df$V4, pattern="", replacement = "")
df$V9<-str_replace_all(string = df$V9, pattern="", replacement = "")
df$V1<-as.integer(df[,1])
df$V4<-as.numeric(df[,4])
df$V9<-as.integer(df[,9])
names(df)<-c("Layer", "Neuron", "Link", "Weight", "ErChet", "ErNechet", "PosErChet", "PosErNechet", "Epochs")
#Это вот приведение значений в нормальный вид
vec_Layer<-unique(df$Layer)#ключик для числа слоев
for (i in 1:length(vec_Layer))
{ fb <-df[df$Layer==vec_Layer[i],]
  vec_Neuron<-unique(fb$Neuron)
 for (j in 1: length(unique(df$Neuron)))
 {fsb<-fb[fb$Neuron == vec_Neuron[j],]
  vec_Link<-unique(fsb$Link)
   for (k in 1:length(unique(fsb$Link)))
   {
```

```
    ds_service<-subset(df, df$Layer == vec_Layer[i] & df$Neuron == vec_Neuron[j] & df$Link == vec_Link[k])
    ds_service<-unique(ds_service[order(ds_service$Epochs),])
    inf<-round(min(ds_service$Weight),8)
    sup<-round(max(ds_service$Weight),8)
    if(inf==sup) {print("Прямая линия")} else {
     print("График предсталяет интерес")
     name_file<-
paste("Layer_",as.character(ds_service$Layer[1]),"Neuron__",as.character(ds_service$Neuron[1]),"Link_",as.character(ds_service$Link[1]))
     #plot(x=ds_service$Epochs, y=ds_service$Weight, main = name_file, type = 'l', xlim = c(0,245), ylim = c(-0.01,0.1), col='blue', lwd =2, panel.first = grid())
     write.csv2(file=paste0(name_file,".csv"), ds_service)
     pdf(file=paste0(name_file,".pdf"))
     plot(x=ds_service$Epochs, y=ds_service$Weight, main = name_file, type = 'l', xlim = c(0,245), ylim = c(inf-0.5,sup+0.5), col='blue', lwd =2, panel.first = grid())
     dev.off()
     }
   }
  }
}
```

В дальнейшем представляющие интерес веса связей (те веса, которые менялись в процессе эволюции состояния сети) отбирались и документировались.

По результатам обработки нейронов разных слоев было установлено, что веса нейронов в зависимости от времени обладают следующим поведением (рис.1-2).

Данный вид динамики, как и убывающий, свидетельствует об изменении веса в тот момент, при котором указанная связь попала в диапазон весов связей, подлежащих корректировке.

Дискретный выбор максимальной связи каждый раз приводит к тому, что далеко не в каждую эпоху сигнал движется по одним и тем же связям, однако разработанный алгоритм обучения, как видно из рис.1-2, позволяет сигналу сети проходить по выбранной связи нейрона.

Это является гарантией квазиустойчивости (по выражению S.Haykin) полученной нейросетевой конструкции. При этом подобная конструкция не является устойчивой по Ляпунову и в классическом смысле.

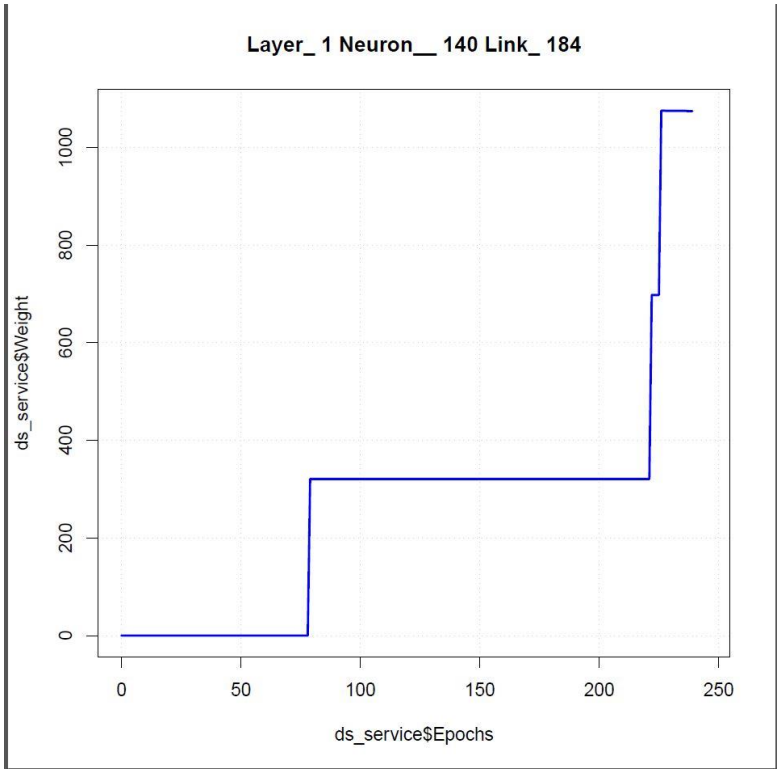


Рис. 1. Типичная возрастающая динамика веса активной связи для выбранного нейрона

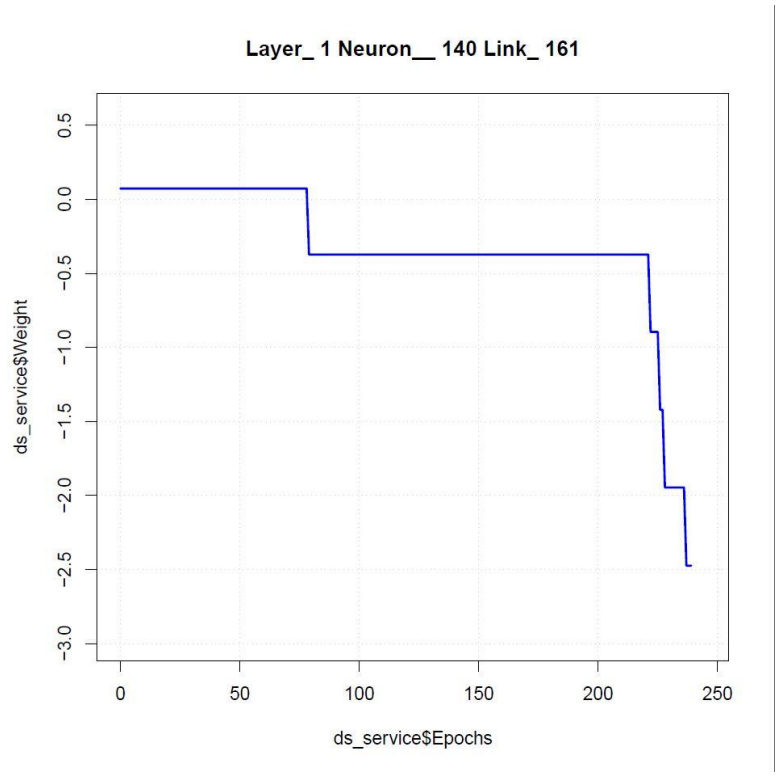


Рис. 2. Типичная убывающая динамика веса активной связи для выбранного нейрона

Таким образом, в данном докладе показано, что, несмотря на невозможность непосредственного управляющего воздействия на связь каждого нейронов разработанной сети, обеспечивается квазиустойчивость решений за счет алгоритмов обучения. Кроме того, изменение величины весов связей нейронов такой сети по образу приведенных на рис.1-2 характеристик свидетельствует о том, что поведение весов отличается пространственной неоднородностью: существуют нейроны, связи которых не меняют свой вес во времени, а также нейроны, связи которых изменяются описанным образом. Это, в сочетании с выводами о принципиальной управляемости такой сети [1], позволяет выдвинуть предположение о необходимости дальнейших исследований в области поиска управления работой ИНС с переменной проводимостью сигнала как объектом с распределенными параметрами (ОРП).

Литература

1.Игнатенков, А. В., Ольшанский, А.М. О решении задачи управления искусственной нейронной сетью при квазипериодическом поведении сигнала ошибки / А. В. Игнатенков, А. М. Ольшанский // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016) : тр. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. С. А. Прохорова. – Самара : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2016. – С. 635–638.

2. Chernodub A., Dziuba D. Neurocontrol methods review //arXiv preprint arXiv:1511.05506. – 2015.

3. Ignatenkov, A., Olshansky, A. One approach to control of a neural network with variable signal conductivity / A. Ignatenkov, A. Olshansky // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2017) : сб. тр. III Междунар. конф. и молодежной школы. – Самара : Новая техника, 2017. – С. 984–987.

4.Назаров, А. В., Лоскутов, А. И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем. – Наука и техника, 2003.

И.А. Кабиров, В.С. Фетисов

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ В ТРЁХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Поиск оптимального пути применяется в различных сферах: в компьютерных играх, в геоинформационных системах, в логистике, в картографических сервисах, сетях дорог [1] и др. Поиск наилучшего в определенном смысле пути является важной задачей, так как ее решение позволяет сократить расход ресурсов: времени и других в зависимости от области применения.

Для поиска оптимального пути между двумя точками используют алгоритмы на графах. Граф G =(V, E), где V - узлы, E - ребра. В контексте задачи V-точка, через которую строится путь, E - ребро (часть пути), которое соединяет ближайшие 2 точки. Наиболее подходящий алгоритм для решения этой задачи -

это алгоритм Дейкстры. Алгоритм Дейкстры - алгоритм позволяющий найти кратчайший путь между двумя точками с учетом стоимости перехода между ними. Недостатком алгоритма Дейкстры является медленная скорость выполнения на плотных (больших) графах.

Для поиска пути в двумерном пространстве граф представлен на рис. 1, перемещение может происходить по вертикали, горизонтали и диагонали, т.е. между соседними точками. На месте отсутствующих вершин находятся препятствия, соответственно они в граф не входят.

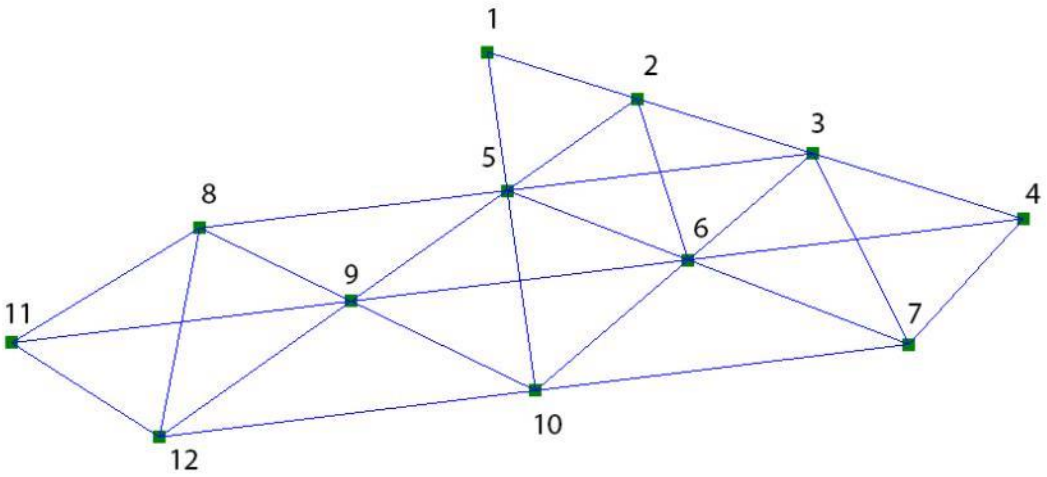


Рис. 1. Граф для поиска пути в двумерном пространстве

В алгоритмах для представления графов используются матрицы смежности, которая показывает наличие пути (ребра) между парами вершин. Для графа, приведенного на рис. 1, на рис. 2 представлена матрица смежности.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
6	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
7	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1
9	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0

Рис. 2. Матрица смежности для графа

Граф для поиска пути в трехмерном пространстве представлен на рис.3. Синими линиями обозначены переходы в горизонтальной плоскости, а красными - в вертикальной.

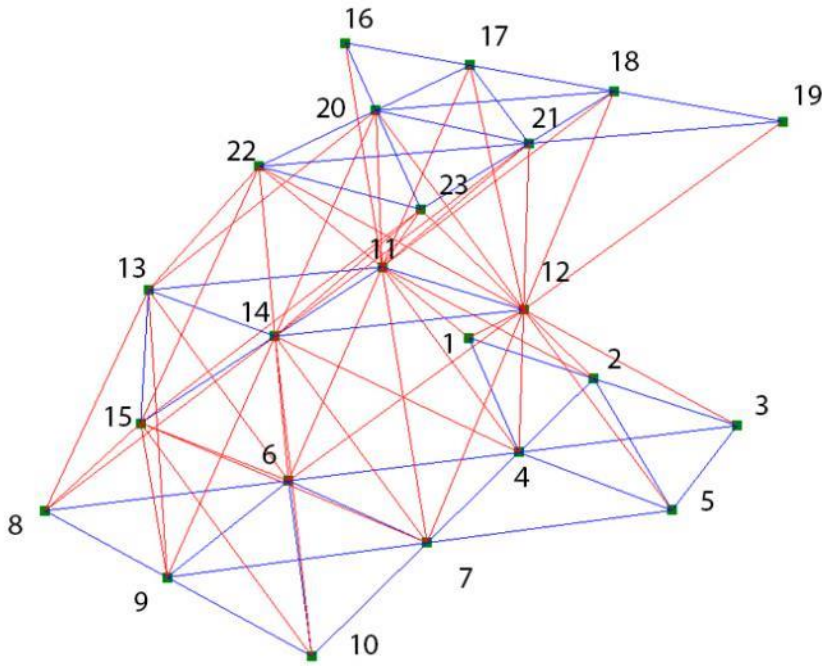


Рис. 3. Граф для поиска пути в трехмерном пространстве

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
13	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
14	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0

Рис. 4. Матрица смежности для графа

Для поиска пути в трехмерном пространстве граф становится тем плотнее (больше), чем больше горизонтальных плоскостей. В таком случае можно использовать оптимизационный алгоритм, а именно генетический алгоритм [2]. Обычный генетический алгоритм (ГА) включается в себя механизмы, которые использует естественный отбор. В начале создается популяция, состоящая из случайно сгенерированных хромосом. Хромосома - это путь через вершины графа от начальной точки до конечной. Далее в цикле происходит скрещивание, мутация и отбор хромосом. На этапе скрещивания отбираются пара хромосом, и создаются их "потомки" путем копирования и обмена участками, находящихся между точками пересечения. На этапе мутации с некоторой вероятностью, обычно ниже 3%, случайно выбирается хромосома для изменения: изменение происходит путем замены одной точки на другую, причем новая точка должна быть соседом для точек, которые были соседями для удаленной точки. На этапе отбора происходит отбор наиболее приспособленных хромосом для новой популяции в следующей итерации цикла. Приспособленность хромосомы проверяется функцией приспособленности (фитнесс-функции). Эта функция вычисляет длину пути с учетом его стоимости для каждой хромосомы. Цикл повторяется до тех пор, пока не будет выполнения условие выхода, которым может быть достижение определенного числа популяций, времени или определенного значения функции приспособленности. По завершении алгоритма получаем наилучшую хромосому - наивыгоднейший путь.

Для увеличения скорости алгоритма можно использовать гибридный ГА, в котором в конце цикла для каждой хромосомы выбирается пара точек и для нее выполняется алгоритм Дейкстры [3]. Это "улучшит" хромосому, и позволит ГА быстрее достигнуть условия выхода из цикла.

Литература

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_о_кратчайшем_пути

2. Gintaras Vaira. Genetic algorithm for vehicle routing problem. Doctoral dissertation. Vilnius University. Vilnius. 2014. http://old.mii.lt/files/mii_dis_2014_vaira.pdf

3. Eşref Boğar, Selami Beyhan. A Hybrid Genetic Algorithm for Mobile Robot Shortest Path Problem. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering. 2013, 1(4), 264–267

М.Б. Куров, В.Б. Гуменников, А.С. Белоногов, Н.А. Кравцова

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ В ГРАНИЦАХ САМАРСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТА СВЯЗИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

На сегодняшний день телефонная сеть общего пользования по станции Самара организована на базе АТС Siemens EWSD ver.12 абонентской ёмкостью 10 000 номеров (задействовано 6450 номеров), выход на АТС других железнодорожных станций и на межгород осуществляется через узел автоматической коммутации на базе АТС Si 2000 установленной в 2002г. и модернизированной до Si3000 в 2015г.

Рассматривая организацию телефонной сети в границах Самарского регионального цента связи мы видим, что основным проблемным местом в предоставлении качественных телекоммуникационных услуг связи а также выполнения требований нормативных документов по предоставлению полного спектра услуг абонентам телефонной сети (выбор оператора междугородней связи по желанию абонента, АОН, обеспечения требований системы оперативно-розыскных мероприятий – далее СОРМ и др.) а также приведения к единой системе нумерации в границах Куйбышевской ж.д. остается станция Кинель, где эксплуатировалась морально устаревшая и не отвечающая современным требованиям АТСК 100/2000 1985г. выпуска.

Основные проблемы, существующие при эксплуатации АТСК 100/2000:

1. Морально и физически устарела.
2. Снята с производства, невозможно приобрести составляющие компоненты и модули взамен неисправных.
3. Длительные соединения, частые сбои вызовов.
4. Неустойчивая работа модулей, частые выходы из строя.

Цифровая АТС Si3000 предназначена для предоставления услуг связи в цифровых сетях интегрального обслуживания.

ЦАТС SI3000 состоит из 2-х центральных плат CMJ мультисервисного модуля доступа MED20, в которую включены: плата аналоговых абонентов (704 аб.), плата цифровых ISDN абонентов (64 аб.) серверная плата SVJ, Ethernet- коммутатор ES.

SI3000 CM выполняет:

- функции маршрутизации команд, обработку информации;
- элемент СОРМ обеспечивает адаптацию протокола СОРМ и преобразование отслеживаемых номеров;
- управление СОРМ поддерживает функцию наблюдения и преобразование форматов (RTP или E1) и режимов (моно, стерео)./2/

По законодательным документам РФ каждая АТС должна обязательно подключаться на пульт управления ФСБ (ПУ). В составе ЦАТС Si3000 для организации СОРМ включен модуль cCS. Эта система разработана для сетей NGN

и поддерживает все типы коммутационного оборудования со стандартными интерфейсами СОРМ. Система работает с несколькими пультами управления (ПУ) СОРМ. Каждая система SI3000 CM может принимать команды от нескольких ПУ и осуществлять контроль нескольких станций TDM./1/

Литература

1. Руководство по эксплуатации УПАТС «Si-3000».
2. «Автоматика, связь, информатика», № 3 2014. – М.

А.А. Литвинова, О.Н. Сапрыкин

ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА АЭРОПОРТА

(Самарский университет)

Обеспечение транспортной доступности аэропортов расположенных в пригороде является актуальной проблемой во всем мире. Для удовлетворения потребностей пассажиров в перемещении из аэропорта в город необходима оптимизация перевозочного процесса, где приоритетной задачей является грамотно спланированное пересечение различных видов транспорта. Общественный транспорт должен принимать все более гибкий и конкурентный подход для удовлетворения потребностей пассажиров. Искомый подход должен повысить факторы, влияющие на производительность общественного транспорта: качество, пунктуальность, частоту, привлекательность и комфорт. В связи с этим для улучшения транспортной доступности и оптимизации перевозочного процесса необходимо строительство новых и оптимизация существующих транспортно-пересадочных узлов (ТПУ). В данной работе предполагается создание пересадочного узла на базе «Международного аэропорта Курумоч».

При минимизации риска инвестиций в разработку транспортной инфраструктуры пересадочного узла, особое значение имеет создание ее математической модели. Среди всего разнообразия математических моделей, практически применяемых на сегодняшний день для анализа транспортных сетей городов и регионов, можно выделить три основные группы моделей:

1) прогнозные;
2) имитационные;
3) оптимизационные модели [2].

Имитационное моделирование ставит своей целью воспроизведение всех деталей движения, включая развитие процесса во времени. При этом усредненные параметры транспортных потоков и их распределение по различным путям движения считаются известными и служат исходными данными для этих моделей. В связи с этим в качестве метода принятия управленческих решений для создания транспортно-пересадочного узла рассматривается имитационное мо-

делирование. Имитационное моделирование позволяет создать модель, которая описывает процессы по определенным параметрам приближенные к реальной системе.

В качестве исходных данных в данной работе используются следующие сведения:

• расписание транспортных средств;

• время поездок;

• распределение пассажиропотока между всеми потенциальными направлениями [3].

Для составления расписания аэроэкспресса необходимо проанализировать поток пассажиров в ТПУ. Движение рейсов в аэропорту рассматривается в течение определенного промежутка времени, например конкретной недели, суток или другого временного интервала. Далее выбирается расписание рейсов, входящих в рассматриваемый период, тип самолета и его пассажировместимость. На основании коэффициента загрузки рейса определяется пассажиропоток согласно следующей формуле:

$$P = N \cdot k_{\text{загр}},$$

где N – пассажировместимость воздушного судна;

$k_{\text{загр}}$ – коэффициент загрузки рейса.

При поиске интервалов времени с высоким значением пассажиропотока существует вероятность пропуска пикового значения из-за слишком крупных временных интервалов разбиения. С другой стороны, более короткие интервалы не позволяют выявить пиковые периоды. В нашей работе для более точного определения пиковых периодов через каждые полчаса агрегируется значение пассажиропотока за следующие два часа.

Для распределения потокообразующих объектов необходимо разделить область исследования на некоторое количество условных транспортных районов. Каждый транспортный район включается в граф как вершина. Все вершины соединены между собой взвешенными дугами, определяющими объем перемещения между транспортными районами. Объемы передвижений из одного транспортного района в другой являются элементами матрицы корреспонденций [4].

В данной работе предлагается улучшение транспортной инфраструктуры Самарской области, путем создания мультимодального пересадочного узла на базе «Международного аэропорта Курумоч», который соединит в себе терминалы аэропорта, автовокзала и железнодорожную станцию.

Необходимо решение следующих задач:

- моделирование транспортно-пересадочного узла, для улучшения транспортной доступности и безопасности пассажиров;
- моделирование транспортных потоков, общественного транспорта, для оптимизации перевозочного процесса.

Объединив моделирование ТПУ и общественного транспорта необходимо решить комплексную задачу, которая состоит в разработке оптимального маршрута общественного транспорта проходящего через ТПУ.

На этапе предварительного анализа исходных данных в качестве отдельной реализации процесса движения рейсов в аэропорту для подсчета пассажиропотока рассматривается неделя из расписания аэропорта (АП) Курумоч (16.02.2018-25.02.2018)[5]. Пассажиропоток определяется исходя из пассажировместимости воздушного судна и его загрузки, средний коэффициент загрузки рейсов принимаем 0,7. На основании усредненных значений объема перевозок за неделю строятся графики (рис. 1,2).

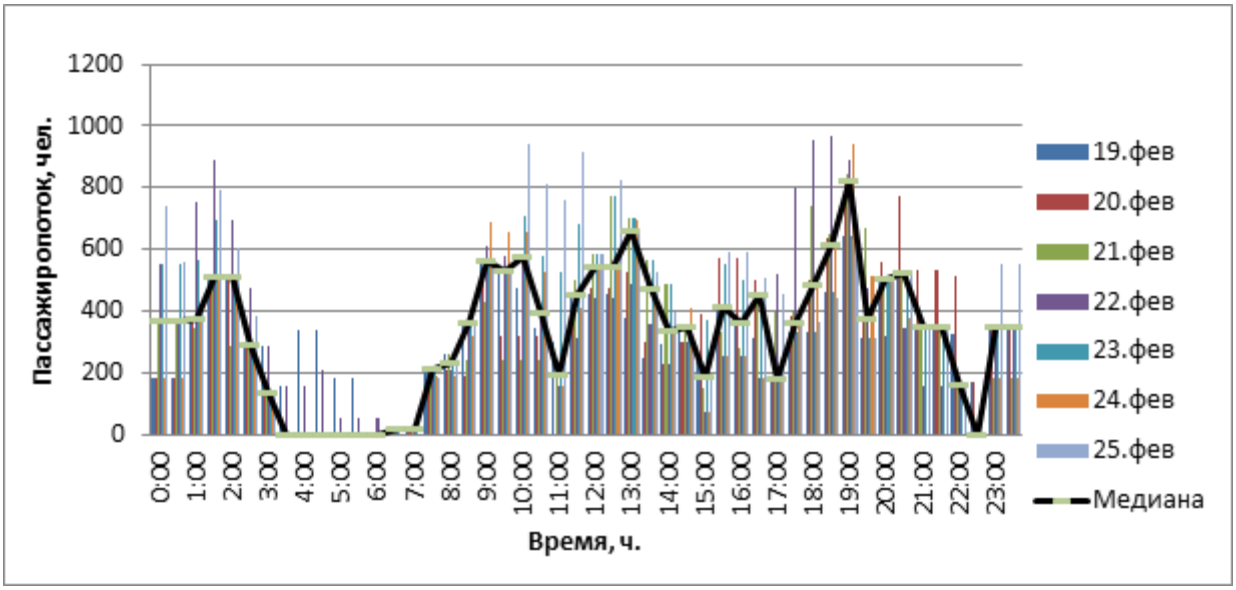


Рисунок 1 – Поток прилетающих пассажиров в АП Курумоч

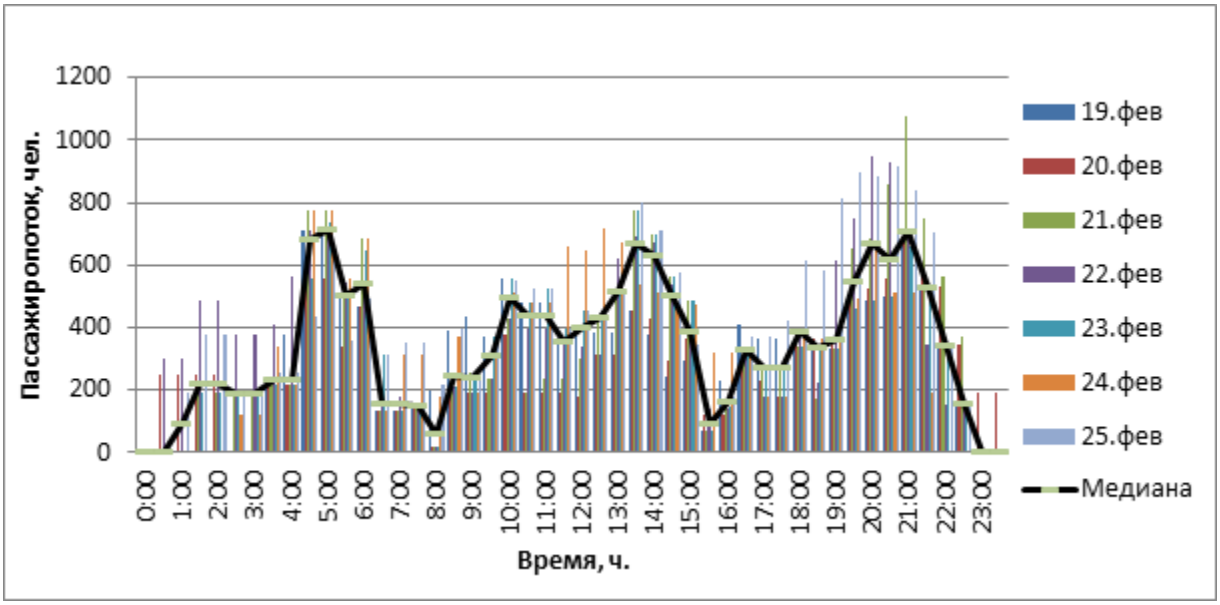


Рисунок 2 – Поток вылетающих пассажиров из АП Курумоч

Проводя анализ графиков можно выделить по 3 пиковых периода, на основании которых можно составить расписание аэроэкспресса, определить пассажиропоток в данные моменты времени и распределить его между потенциальными направлениями, такими как Самара, Тольятти, Аэропорт.

Таблица 1 –Распределение пассажиропотока в утренний пиковый период

	Аэропорт	Самара	Тольятти
Аэропорт	0	443	269
Самара	316	0	
Тольятти	192		0

Таблица 2 –Распределение пассажиропотока в дневной пиковый период

	Аэропорт	Самара	Тольятти
Аэропорт	0	415	252
Самара	410	0	
Тольятти	249		0

Таблица 3 – Распределение пассажиропотока в вечерний пиковый период

	Аэропорт	Самара	Тольятти
Аэропорт	0	439	267
Самара	511	0	
Тольятти	311		0

В статье проведен анализ расписания воздушных судов в АП Курумоч, на основании которого определен средний пассажиропоток за день и в пиковые периоды. Распределен поток пассажиров между потенциальными направлениями. Дальнейшая работа планируется в направлении имитационного моделирования движения общественного транспорта и пассажиров в программе микроскопического моделирования SUMO. Созданная имитационная модель позволит оценить, как влияет возведение ТПУ на транспортные потоки и необходимое количество общественного транспорта.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. — М.: Ось-89, 1998. — 80 с.

2. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.

3. Bolkovskaa A. Simulation-based Public Transport Multi-modal Hub Analysis and Planning/ A. Bolkovskaa, J. Petuhovaa// Procedia Computer Science 104. - 2017 .– С. 530 – 538

4. Швецов В. И., Математическое моделирование транспортных потоков/ В. И. Швецов // Автомат. и телемех.- 2003. – Вып. 11.– 46 с.

5.Аэропорт КУРУМОЧ: [сайт]. URL: http://airport.samara.ru

Д.Д. Мотта Сантана, О.Н. Сапрыкин

ТРАНСПОРТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КАК ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ ШАГ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

(Самарский Университет)

По данным организации Inrix, занимающейся транспортной аналитикой, в столице Колумбии, часы потраченные водителями в пробке в 2017 году составляли 75 часов, в Москве - 91 час, а в городе Лос-Анджелес - 102 часа [1]. Это подтверждает тот факт, что проблемы относящегося к транспортным заторам, являются актуальными. Для решения транспортных проблем с высокой эффективностью используется математическое моделирование, позволяющие разработать имитационные модели транспортного района, города или определённой области. С их помощью можно спроектировать решение сначала в модели и увидеть, является ли оно самым надежным вариантом согласно полученным статистическим данным. В процессе проектирования возникают вопросы: какая дорога является эффективной по времени, по затраченному топливу, сколько полос нужно построить на определённой улице, как осуществлять маршрутизацию транспортных потоков. Эти задачи могут быть решены с помощью имитационного моделирования [2].

Наилучшим подходом анализа сложного объекта исследования является разбиение имеющихся о нем данных на небольшие части и последующая агрегация промежуточных результатов. Оптимальным источником данных с точки зрения доступности и качества являются открытые картографические данные Интернет-сервиса OpenStreetMap (OSM) [3]. OSM предоставляет географическую и атрибутивную информацию по инфраструктуре любого города мира, в частности содержит детальную информацию по транспортной инфраструктуре городов. Данные OSM имеют открытый формат, что позволяет свободно их использовать в качестве исходных данных в исследовательских и практических задачах.

Для того чтобы построить адекватную модель транспортных потоков, необходимо определить транспортные районы в области исследования. На рисунке 1 показан пример построения транспортных районов (Traffic analysis zones - TAZ). Разбиение области исследования на транспортные районы это первоначальный шаг при разработке имитационной модели транспортных потоков, после которого можно проводить расчёты матриц корреспонденций и анализировать модель [4]. Существуют разные методы транспортного районирования. В 1994 Ding предложил примыкание и выпуклость зон как главные характеристики выделения районов [5]. Baass в 1981 года предполагал что, разбиение на транспортные районы можно проводить по границам административных районов [6]. Однако, выделение районов по административному признаку не всегда соответствует структуре транспортных потоков и паттернам мобильности населения.

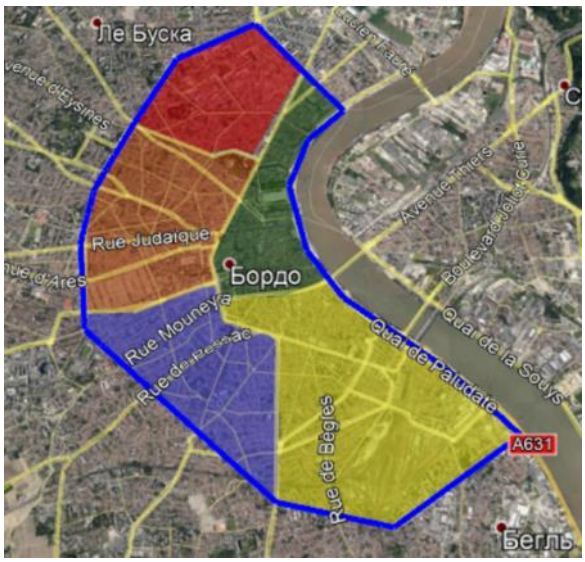


Рисунок 1 – Пример транспортного районирования

В данной работе предлагается разбиение на районы в соответствии мощностям точек притяжения транспортных потоков, а также с использованием магистралей как границ районов, так как области разделенные магистралью имеют слабую связность и являются самодостаточными структурными единицами. Подобное разбиение позволит повысить качество матриц корреспонденций и более точно отразить динамику транспортных потоков в городе.

В качестве объекта исследования в работе рассматривается транспортная инфраструктура города Самара. Для построения имитационной модели транспортных потоков требуется разбить город на транспортные районы. Разбиение основано на информации о категории дорог и распределении точек тяготения городской мобильности. В качестве источника данных в работе используется Интернет-сервис OpenStreetMap.

Выделение координат границ транспортных районов на OSM карте проводилось с помощью программного инструмента OSM Slippy Map Generator. Для формирования транспортных районов по полученным координатам написан скрипт на языке Python. Скрипт формирует объект GeoDataFrame с геометрией районов, который может быть отображен на карте (рис. 2).

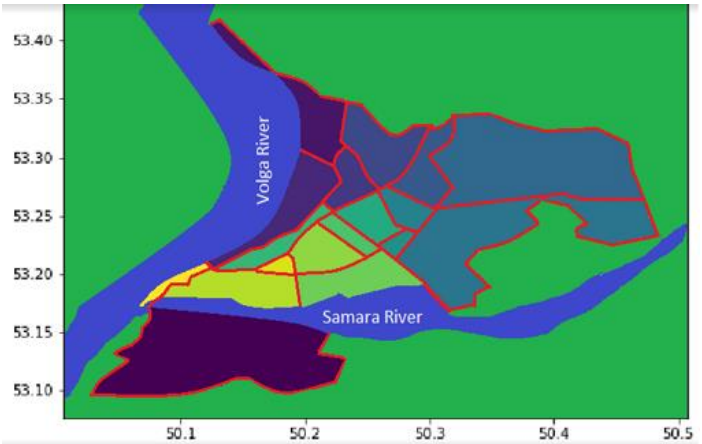


Рисунок 2 – Транспортное районирование в городе Самара

Разбиение на районы позволяет проводить различные исследования в области транспортного планирования, с целью оптимизации транспортной инфраструктуры города. Дальнейшая работа над проектом продолжается в направлении улучшения качества районирования. Также планируется использовать разработанные методы и модели в других городах мира, в частности спроектировать модель транспортных потоков в городе Богота (Колумбия) для оптимизации дорожного движения и уровня жизни населения в нем.

Литература

1. Inrix. Traffic Congestion Cost Uk Motorists Over £37.7 Billion In 2017 [Электронный ресурс]/ http://inrix.com/press-releases/scorecard-2017-uk/ .2017

2. А.В. Гасникова. Введение в математическое моделирование транспортных потоков [Текст]/Гасникова А.В., Кленов С.Л. МФТИ, 2010. 6-8 с

3. OSM, OpenStreetMap [Электронный ресурс]/ https://www.openstreetmap.org/about

4. Martinez L.M., A traffic analysis zone definition: a new methodology and algorithm. [Текст]/ Martinez L.M Viegas, J.M., Silva, E.A. Springer Science Business Media, LLC, 2009.584 c.

5. Ding, C.: Impact analysis of spatial data aggregation on transportation forecasted demand. [Текст]/ C. Ding // In: Proceedings of the Urban and Regional Information System Association (URISA) Conference, Washington DC, URISA 1994.

6. Baass, K.G.: Design of zonal systems for aggregate transportation planning models. [Текст] / K.G. Baass. Transp. Res. Rec. Travel. Demand. Forecast. Data. Consid. 807, 1981, 1–6

Т.А. Макаровских

СПОСОБ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ПОКРЫТИЙ В ПЛОСКИХ ГРАФАХ

(Южно-Уральский государственный университет)

Интерес к задачам маршрутизации объясняется их использованием в качестве математических моделей многих проблем управления и автоматизации проектирования. Математическая модель выбора оптимального маршрута между различными объектами, фиксированными как вершины ориентированного графа, вообще, является одной из самых исследуемых областей [1, 2]. Еще одним примером может служить задача моделирования замкнутых сетей массового обслуживания, например, размещения велосипедных парковок в городе [3], где с помощью вершин ориентированного графа определяются парковки, а с помощью взвешенных дуг – возможные пути между ними. Для планирования и оперативного управления выбора маршрута доставки решается задача, основанная на представлении совокупности типовых состояний системы в виде уз-

лов графа, переходы которого соответствуют управляющим решениям нечеткой ситуационной сети [4].

При решении задачи маршрутизации при распределении пассажирских и транспортных потоков [5], учитывающей специфику перемещений пассажиров в крупных городах, необходимо правильно описать поведение пассажира при выборе им пути следования. На его поведение оказывает влияние множество факторов. Для обеспечения единого информационного пространства задач в [5] предлагается использовать специальный граф, который представляет собой систему всех возможных перемещений в пределах города или граф путей сообщения (представляющего собой объединение подграфов метрополитена, железной дороги, пеших перемещений, автомобильных дорог и пр.). Все дуги данного графа обладают конечным жизненным циклом: каждый элемент графа характеризует момент создания и момент пометки на удаление.

Наибольший теоретический интерес представляют задачи маршрутизации, осложненные различными ограничениями. Существуют различные методы решения таких задач и различные ограничения [6–8]. Рассмотрим подход, основанный на инструментарии теории графов.

В терминах теории графов транспортную сеть можно представить в виде плоского графа $G=(V,E)$, где множество вершин V – это множество перекрестков (городов, аэропортов, складов и т.д.), а множество ребер E – это множество связей между объектами из V (дорог, магистралей, рейсов и пр.). Таким образом, если существует ребро $e=\{v_1,v_2\}$, то между объектами, соответствующими v_1 и v_2, существует прямое сообщение. Следовательно, для решения задачи маршрутизации в транспортной сети необходимо построить такой маршрут (или такое множество маршрутов) в графе $G(V,E)$ между парой (парами) вершин в графе, который соответствует маршруту в предложенной транспортной сети.

Как уже говорилось выше, наибольший интерес представляют задачи маршрутизации с ограничениями, поскольку введенные ограничения позволяют описать достаточно узкий класс прикладных задач. Поскольку граф, соответствующий транспортной сети, имеет достаточно большую размерность, то актуальны алгоритмы, позволяющие получить решение (или допустимое решение) за кратчайшее время. Предпочтение отдается алгоритмам, решающим задачу за полиномиальное время (если они существуют для заявленного класса задач).

Ограничения на построение маршрутов в графах можно классифицировать как локальные (когда условие задается в фиксированной вершине или ребре) и глобальные (ограничение задается для графа в целом).

К задачам ***с локальными ограничениями*** можно отнести задачу построения маршрута, удовлетворяющего фиксированной системе разрешенных переходов. В терминах задачи маршрутизации на транспорте постановку задачи можно интерпретировать следующим образом. В качестве вершин графа рассматриваются все перекрестки в городе, ребер – улицы. Необходимо построить

маршрут между начальной и конечной точками, удовлетворяющий правилам дорожного движения (разрешенным поворотам на перекрестках) либо заданной последовательности проезда по улицам.

Возможно решение задачи в следующих трех постановках:

1) поиск разрешенного пути между двумя точками (алгоритм T_G-совместимый путь) [7];

2) поиск пути, проходящего по всем улицам города в соответствии с правилами дорожного движения или заданной последовательности поворотов на перекрестках (алгоритм построения допустимой эйлеровой цепи) [8];

3) поиск множества путей, в совокупности проходящих по всем улицам города (покрытие произвольного графа допустимыми цепями) [8].

Для решения этих задач помимо графа, соответствующего карте местности, в каждой вершине $v \in V$ определяется и граф переходов $T_G(v)$. Вершинами $T_G(v)$ являются ребра, инцидентные вершине $v \in V$, т.е. $V(T_G(v)) = E_G(v)$, а множество ребер – допустимые переходы.

Для задачи построения T_G-совместимой цепи, т.е. простой цепи $C = v_0 e_1 v_1 \ldots e_k v_k$ в графе G, для которой $\{e_i, e_{i+1}\} \in E(T_G(v_i))$ для каждого i ($1 \le i \le k-1$), справедлива следующая теорема [9].

Теорема. *Если все графы переходов принадлежат либо классу M полных многодольных графов, либо классу P паросочетаний, то задача построения T_G-совместимой цепи является разрешимой за время $O(|E(G)|)$. В противном случае данная задача является* NP *-полной.*

Известны алгоритмы, позволяющие решить указанные задачи за полиномиальное время [7, 8]. В частности, задачу (1) можно решить за линейное время, задачи (2) и (3) – за время $O(|V| \cdot |E|)$.

Для решения задачи (1) при выполнении условий теоремы можно использовать алгоритм T_G-СОВМЕСТИМЫЙ ПУТЬ [7], с помощью которого возможно построение только простой цепи между двумя различными вершинами (т.е. цепи, в которых любая вершина встречается ровно один раз).

Однако в общем случае непосредственное применение данного алгоритма не позволяет решить задачу нахождения T_G-совместимого маршрута, содержащего максимальное число ребер.

Особый интерес представляют допустимые эйлеровы цепи (задача (2)). Для решения этой задачи используется алгоритм СОВМЕСТИМАЯ ЭЙЛЕРОВА ЦЕПЬ, решающий ее за время $O(|E| \cdot |V|)$ [8].

Так как в общем случае граф не является эйлеровым, то целесообразно рассмотреть общий случай (задача (3), покрытие графа допустимыми цепями). В этом случае осуществляется достройка графа до эйлерова. Один из способов сведения графа к эйлерову приведен в [7]. В рассмотренном алгоритме построения покрытия допустимыми цепями предложено ввести фиктивную вершину

v^* и связать с ней все вершины нечетной степени фиктивными ребрами. В [7] доказано, что в этом случае удается решить поставленную задачу за время $O(|E|\cdot|V|)$. В результате будет построено $l+1$ цепь, покрывающая исходный граф, где $l = \deg(v^*)$.

Тем не менее, дополнительные ребра в графе могут быть введены и в соответствии с наложенными на них дополнительными ограничениями, например, при решении задачи дорожного движения эти ребра должны представлять собой плоскую достройку и/или дублировать уже имеющиеся ребра. В этом случае количество построенных цепей будет зависеть от количества дополнительных ребер.

В терминах задачи маршрутизации на транспорте данную задачу можно интерпретировать двумя способами:

(1) построенное покрытие представляет собой множество допустимых маршрутов в городе, а вершина v^* - депо;

(2) построенное покрытие является решением известных прикладных задач (например, описанных в [10]: доставка, сбор мусора, автоматическая уборка больших территорий), когда на последовательность обхода улиц/коридоров наложены определенные ограничения.

Литература

1. Моргунов, И.Б. Разработка математической модели выбора оптимального маршрута/ И.Б. Моргунов. // Вестник УГАТУ. Сер. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». 2008. Т. 11, № 1(28). С. 194–199.

2. Сергеев, А.С. Разработка алгоритма формирования сети трасс и его применение для определения семейства маршрутов в ориентированных графах и сетях/ А.С. Сергеев // Вестник РГУПС. 2001. № 1. С. 45–48.

3. Giuseppe C., Portigliotti, C.F., Rizzo A. A Network Model for an Urban Bike Sharing System // IFAC-PapersOnLine, Volume 50, Issue 1, July 2017, Pages 15633–15638.

4. Фараонов, А.В. Разработка ситуационной модели задачи маршрутизации при необходимости изменения опорного плана на основе нечеткой ситуационной сети / А.В. Фараонов // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 5101–5113.

5. Султанахмедов, М.А. Управление городскими пассажиропотоками на основе графовых моделей/ М.А. Султанахмедов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 2. С. 55–60.

6. Ченцов, А.Г. Маршрутизация в условиях ограничений: задача о посещении мегаполисов / А. Г. Ченцов, П. А. Ченцов // Автоматика и телемеханика, № 11, 2016. – С. 96–117.

7. Панюкова, Т.А. Маршруты с локальными ограничениями/ Т.А. Панюкова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2010. Вып. 5. № 16(192). С. 58–67.

8. Панюкова, Т.А. Маршруты с локальными ограничениями: алгоритмы и программная реализация / Т.А. Панюкова, И.О. Алферов // Прикладная информатика. 2013. № 1(43). С. 80–90.

9. Szeider S. Finding Paths in Graphs Avoiding Forbidden Transitions // Discrete Applied Mathematics, 2003. № 126. P. 261–273.

10. Кристофидес, Н. Теория графов / Н. Кристофидес – М.: Мир, 1978. 432 с.

Д.Д. Мальчиков, Н.А. Остроглазов

ПЛАГИН ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЕЙ ГОРОДА НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ

(Самарский университет)

Для реализации плагина «Достопримечательность» необходима функциональность геоинформационной системы, в которой в каждый слой добавляются на карту новые географические объекты [1]. Таким образом, чем больше геообъектов разных типов, тем больше тематических слоев загружено в систему (рисунок 1).

Для создания плагина необходимо выбрать предметную область, затем разработать ER-модель базы данных [2], которая определяет отношения между объектами плагина. Рассмотрим предметную область «Достопримечательность» [3, 4]. Основными объектами плагина будут культурные и исторические достопримечательности, которые можно посетить клиентам. Эти объекты обладают семантическими и географическими параметрами. Дополним базу данных таблицами, которые дополняют тематический слой и делают его более информативным, такие как «Адрес», «Организация» и другие.

Основная сущность плагина «Достопримечательность» имеет параметры:

- идентификатор (*id*) – который позволяет уникализировать достопримечательность и, если понадобится, то выбрать нужный геообъект по данному идентификатору из базы данных;
- имя (*name*) – название достопримечательности;
- адрес (*adress_id*) – местоположение геообъекта, в данном случае это идентификатор сущности «Адрес», которая имеет множество реализующих её параметров, например «Название улицы», «Номер дома», «Перекрёсток» и другие;
- геометрия (*geometry_id*) – геометрия геообъекта, которая реализует зону покрытия достопримечательности, например, небольшая скульптура в парке, так и целая площадь;

– описание (*restriction_id*) – описание семантики геообъекта достопримечательности – это текст, в котором описываются характеристики объекта;
– тип достопримечательности (*sighttype_id*) – тип геообъекта, добавляемый пользователем, скульптура, музей, площадь или другие;
– организация (*organization*_id) – физическое или юридическое лицо, занимающееся обслуживанием этого объекта.

ER-модель базы данных показана на рисунке 2.

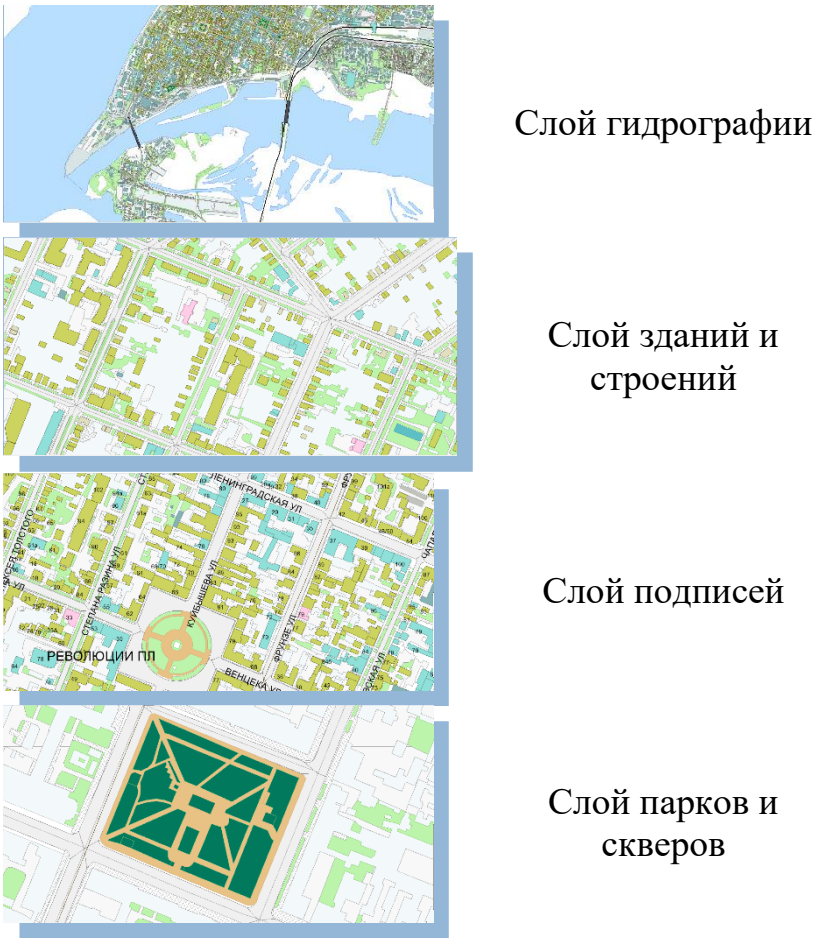


Рисунок 1 – Тематические слои «ITSGIS»

Основная функциональность плагина заключается в создании, удалении и изменении геообъектов достопримечательностей, построения туристических маршрутов, моделирование движения транспортных средств (туристических автобусов) [5]. Добавлены дополнительные функции: фильтрация объектов и получение списка созданных геообъектов.

Для работы с объектами внутри плагина создадим классы одноименные с таблицами базы данных, такие как Sight, SightType, Restriction, добавим конструктор классов и параметры, которые описывают объект. Часть конструктора класса представлена на рисунке 3.

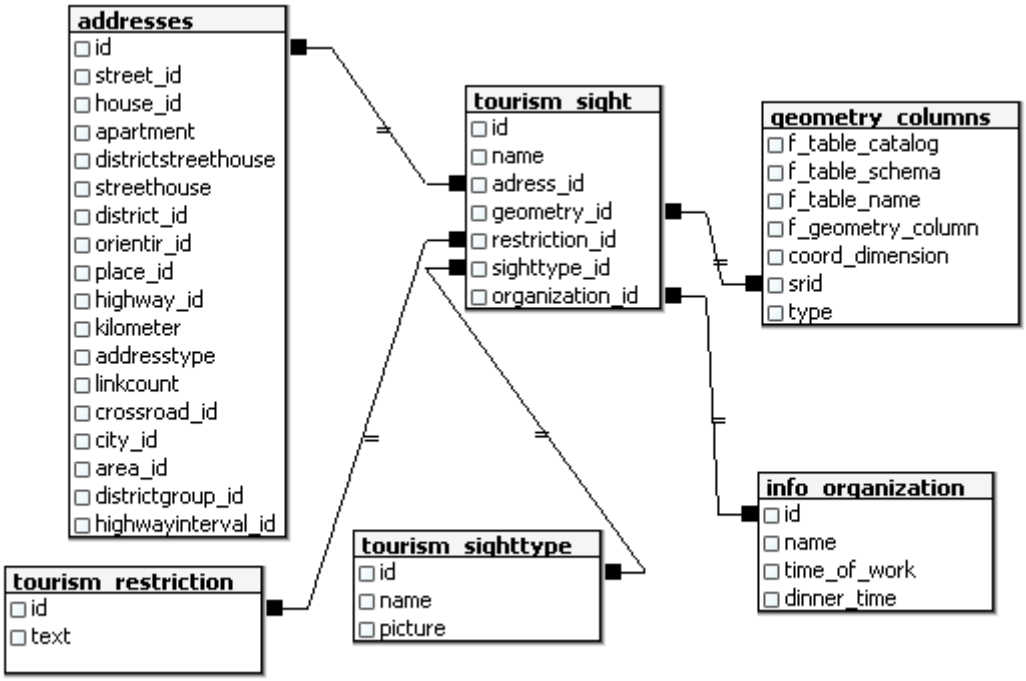


Рисунок 2 – ER-модель базы данных

```
/// <param name="type">Тип достопримечательности</param>
public Sight(string name, SightType type, Address adr, FeatureObject feat)
    : this()
{
    Name = name;
    SightType = type;
    Address = adr;
    Feature = feat;
}

#endregion

#region DataProperties

/// <summary>
/// Название достопримечательности.
/// </summary>
public string Name { get; set; }

/// <summary>
/// Тип достопримечательности.
/// </summary>
public SightType SightType { get; set; }

/// <summary>
```

Рисунок 3 – Часть конструктора класса Sight

Связь между классами плагина и базой данных обеспечивает ORM – технология программирования, связывающая разработку базы данных с концепциями объектно-ориентированного проектирования [6], создавая «виртуальную» объектную базу данных [7]. В качестве ORM используем NHibernate. Создадим Mapping файл формата XML, с помощью которого соединим отношения классов плагина с таблицами в базе данных (рисунок 4).

Визуальный вывод достопримечательностей, как объектов, происходит на соответствующий тематический слой. Для этого необходимо создать класс, реализующий визуализацию объекта, его геометрию и размеры. В этом случае это будут иконки нужного типа, в виде небольших PNG или JPEG изображений со своими координатами [8]. Результатом работы класса визуализации является слой с графическими объектами, за счет того, что слой не полностью заполнен графическими объектами, можно увидеть предыдущий слой, поверх которого визуализируется текущий (рисунок 5).

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<hibernate-mapping xmlns="urn:nhibernate-mapping-2.2">
  <class lazy="false" name="ITS.Core.Tourism.Domain.Sight, ITS.Core.Tourism" table="tourism_sight">
    <id name="ID" column="id" type="long" unsaved-value="0">
      <generator class="hilo" />
    </id>
    <property column="name" name="Name" type="string" not-null="true" />
    <many-to-one name="Address" column="adress_id" class="ITS.Core.Domain.Districts.Address, ITS.Core" cascade="none"/>
    <many-to-one name="Organization" column="organization_id" class="ITS.Core.Domain.Organizations.Organization, ITS.Core" cascade="none"/>
    <many-to-one name="Feature" column="geometry_id" class="ITS.Core.Domain.FeatureObjects.FeatureObject, ITS.Core" cascade="all-delete-orphan"/>
    <many-to-one name="Restriction" column="restriction_id" class="ITS.Core.Tourism.Domain.Restriction, ITS.Core.Tourism" cascade="none"/>
    <many-to-one name="SightType" column="sighttype_id" class="ITS.Core.Tourism.Domain.SightType, ITS.Core.Tourism" cascade="none"/>
  </class>
</hibernate-mapping>
```

Рисунок 4 – Mapping классов и таблиц

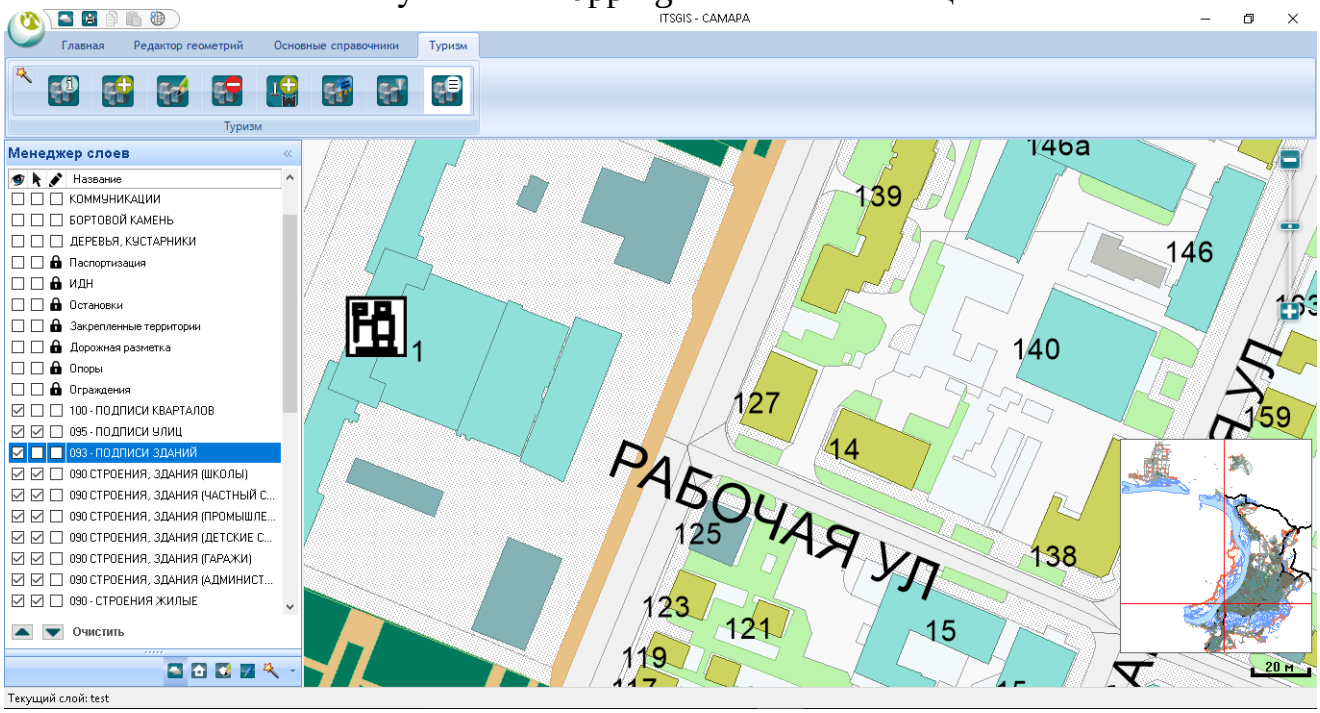


Рисунок 5 – Отображение слоев «ITSGIS»

В результате разработки плагина расширяется функционал «ITSGIS», добавляются новые функции, позволяющие создавать объекты тематического слоя «Достопримечательности», изменять, удалять и выводить достопримечательности на электронную карту, фильтровать их по признакам.

Литература

1. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Са-

винов, В.А. Ключников, Д.А. Алтухов, Н.А. Остроглазов, А.Н. Имамутдинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

2. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2003. – 1436 с.

3. Достопримечательность [Электронный ресурс] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Достопримечательность.

4. Рцинская, И.И. Путеводитель как инструмент конструирования региональных достопримечательностей (вторая половина XIX – начало XX в.) // Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2011. – № 1. – С. 74-93.

5. Михеева Т.И. Моделирование движения в интеллектуальной транспортной системе / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета – Самара: СГАУ, 2004. – С. 118-126.

6. Михеева Т.И., Михеенков И.Е. Программная таксономия – основа для создания гипермедийных обучающих систем // Информационные технологии, 1998. – №8. –С. 40-43.

7. ORM [Электронный ресурс] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ORM.

8. Ноубл, Дж. Рецепты программирования / Дж. Ноубл, Т. Андерсон, Г. Брэйтуэйт, М. Казарио, Р. Третола, Flex 4. – БХВ-Петербург, 2011. – С. 548. – 720 с.

С.В. Михеев

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ПАТТЕРНОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
Группа компаний «ИнтелТранС»)

Введение

Для моделей систем поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой характерно использование сложных динамически реконфигурируемых структур объектов и их ассоциаций. Методология синтеза систем управления транспортной инфраструктурой основана на развиваемом подходе к системному анализу и компьютерному моделированию сложноорганизованных систем. При разработке использованы оригинальные приемы объектно-ориентированного проектирования на основе теории паттернов. Конструирование и реконструирование таких паттернов требует инструментов, обеспечивающих эти процессы универсальными средствами создания и динамической модификации объектов.

В статье вводятся основные определения паттерного проектирования (в дальнейшем *P*-моделей), специфицируются виды и структуры паттернов, определяется организация конструирования объектов на основе *P*-моделей. В целом вводимые аксиоматика и систематизация базируются на использовании оригинальных определений и составляет концепцию стратифицированного паттерного конструирования объектов и ассоциаций.

В качестве информационной, методологической и имплементативной основы проектирования системы поддержки процессов принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой рассмотрена стратифицированная паттерновая модель. Синтез системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой производится на фундаментальной методологической основе, определяемой объектно-ориентированной парадигмой, устанавливающей первичность и атомарность категорий объектов, таксономических и агрегатных паттернов свойств и отношений между объектами. Синтез универсальных структур на основе паттернов рассмотрен на формальной декларации объектов, инвариантной к их предметной ориентации. Наряду с синтезом методических *P*-моделей описаны паттерны формализации и систематизации релевантных информационно-логических и функциональных аспектов транспортной инфраструктуры. Имплементативные *P*-модели содержат результативности паттерного проектирования системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой процессов моделирования, управления, экспериментальных исследований. Синергетические *P*-модели выступают, как часть системного анализа общих принципов функционирования сложноорганизованной системы, в качестве которой рассматривается система поддержки принятия решения.

Стратифицированная паттерновая модель системы поддержки принятия решения при управлении

Во всех инженерных дисциплинах широкое распространение получили объектно-ориентированный анализ, проектирование и программирование, в основе которых лежат принципы декомпозиции, абстракции и иерархии. Современные методологии структурного анализа и проектирования в CASE-инструментах, различные технологии инженерии знаний в общем случае не предлагают систематической процедуры или формализма, позволяющего «вывести» структуру понятий и отношений ПрО из доступных о ней данных.

Методология формализации, анализа, синтеза системы поддержки процессов принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой базируется на комплексной стратегии повышения уровня абстракции используемых моделей, охватывающих реализуемые комбинации особенностей объектов предметной области. В основе методологии находится концепция объектно-ориентированного анализа и проектирования как совокупности взаимодействующих друг с другом сущностей предметной области (объектов), рассматривая при этом объекты, как экземпляры определенных классов, образующих таксономическую иерархию.

Реализация проектов по разработке систем поддержки процессов принятия решений и моделированию бизнес-процессов рождает ситуации, когда решения задач в различных проектах имеют схожие структурные черты. Во многих объектно-ориентированных системах можно встретить шаблоны, состоящие из классов и взаимодействующих объектов, с помощью которых решаются конкретные задачи проектирования, существующие одновременно в нескольких системах. Обобщение и классификация таких задач и наиболее удачных путей их решения привели к появлению паттернов. На основе ООП паттерн из абстрактной категории превратился в неотъемлемый атрибут современных CASE-средств.

Существенными особенностями проектируемой системы поддержки процессов принятия решения, как информационной паттерновой модели, являются:

- сложность и масштабность моделей, наполняющих систему управления транспортной инфраструктурой, выражающиеся в большом количестве типов, в применении альтернативных механизмов множественного наследования и полиморфного переопределения свойств объектных типов, в использовании вложенных агрегатных и селективных конструкций и ассоциаций;
- необходимость поддержки запросов к данным в декларативном, предикативном и навигационном стилях, эффективной реализации базовых операций манипулирования ими;
- широкий контекст использования моделей в приложениях, оперирующих как с данными одной многопрофильной информационной схемы, так и с данными нескольких независимых схем;
- взаимодействие с внешними системами, разнородными, гибридными, многофункциональными с определением механизма взаимодействия, интеграции в единое пространство данных и функционалов.

Определение 1. Паттерн – образец, шаблонная модель, формализованное описание часто встречающейся задачи проектирования, эффективное, в заданном контексте, типовое решение проектной (программной) проблемы. Определим паттерновую модель, как *P*-модель.

В современной программной инженерии создание программных продуктов опирается на экспликацию интеллектуальной роли программно-технических понятий. В этом смысле архитектура системы управления транспортной инфраструктурой должна включать структурно-функциональные компоненты, которые по отдельности или в определенных сочетаниях призваны отобразить интеллектуальные единицы общей схемы проектирования и технологические составляющие, с помощью которых рассматриваемые интеллектуальные единицы порождаются и увязываются между собой.

Согласно господствующей познавательной парадигме для абстрагирования любой предметной области первичными и атомарными признаются категории «объектов» и отношений между объектами.

Декларация обобщенных свойств, присущих объектам предметной области, и обобщение этих свойств для обеспечения перехода на высший уровень

иерархии абстракции, присущи таксономическим объектно-ориентированным моделям. Данное абстрагирование обеспечивает модульное (паттерновое) проектирование системы за счет стратифицированного подъема с одного уровня иерархии обобщения на другой.

В качестве методологической и информационной основы проектирования системы поддержки процессов принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой резонно использовать объектно-ориентированные таксономические модели. В отличие от сетевых, реляционных и иерархических моделей, декларирующих только статические отношения, таксономические модели не просто структурируют информацию, но и обеспечивают «наследование» как самих объектов классов, так и методов обработки объектно-ориентированных структур, определяет единое по имени действие, применимое ко всей иерархии наследования, позволяющей синтезировать паттерны.

Таким образом, таксономия с функционалом стратификации в наибольшей степени адекватна задачам разработки системы управления транспортной инфраструктурой.

Определение 2. Стратифицированная *P*-модель декларирует статический регламент структурированного конструирования классов объектов и межклассовых отношений.

Стратифицированная *P*-модель декларирует страты, как объекты, получающие онтологический смысл и описывающие элементы нелинейно-динамической системы, в качестве которой выбрана система поддержки принятия решений управления транспортной инфраструктурой. Межклассовые отношения, специфицированные *P*-моделью, не могут быть изменены в динамике процесса имитации. Статичность регламента не означает статичности объектов, конструируемых по этому регламенту, они могут динамически реконструироваться в соответствии со структурой межклассовых отношений в модели.

Визуально *P*-модель представим совокупностью вложенных сферических страт, определяемых триадой $\left\langle \widehat{S},\ (\Psi_1, \Psi_2,\ ...,\ \Psi_n),\ \Omega \right\rangle$, где $\widehat{S}$ – множество страт пространства предметной области, $\Psi_1, \Psi_2,\ ...,\ \Psi_n$ – множество типов отношений (связей) между стратами пространства, Ω – множество отображений. Кроме традиционных: пространственных, временных и причинно-следственных отношений в системе поддержки процессов принятия решений присутствуют и специализированные отношения, характерные предметной области: теоретико-множественные, логические, функциональные, топологические, иерархические.

Сферическая страта представляет собой классы объектов и, в свою очередь, может быть декомпозирована для получения необходимого уровня детализации. Декомпозиция представляется вырезкой конуса из общего пространства предметной области (рисунок 1).

Определим отображения из любой страты в каждую, что позволяет связывать данные разных страт. При этом необходимо обеспечить сохранение инвариантов страт – совокупности существенных и неизменяемых свойств объектов каждой страты.

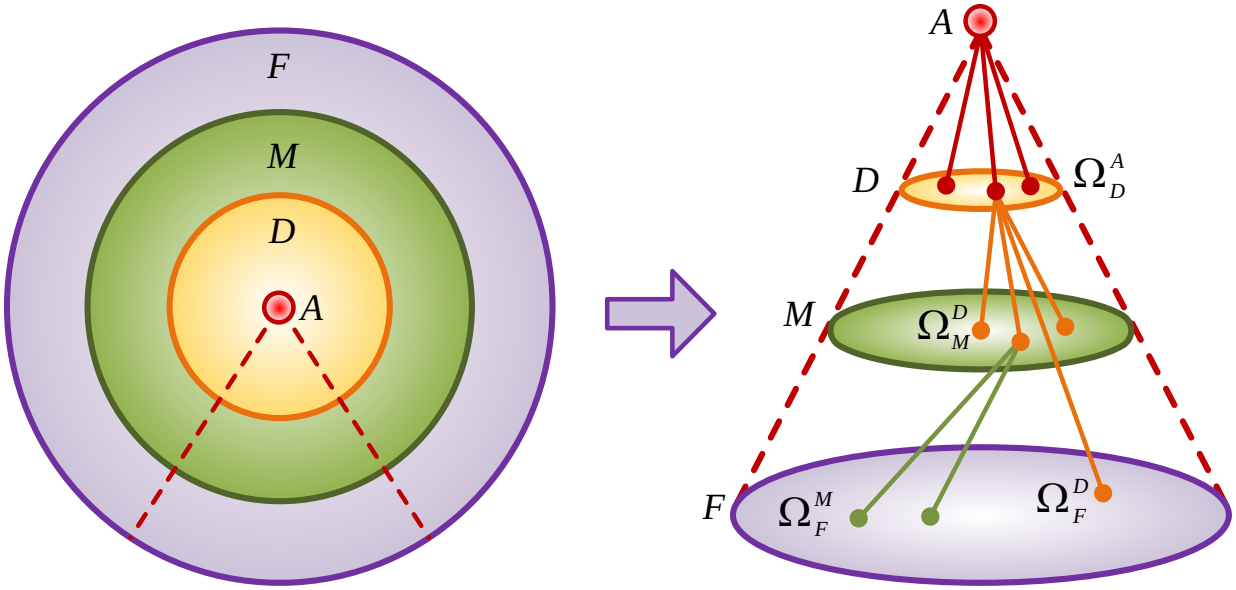


Рис. 1. Стратифицированная *P*-модель

Стратифицированную *P*-модель системы поддержки процессов принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой определим, как тетраду страт: $P(\widehat{S}) = \{A, D, M, F\}$. Центральную страту пространства наполняют базовые атомарные паттерны A, обладающие неделимостью своей семантики и функционала. В соответствии с методологией стратификации следующие страты определим как: декларативная страта D, методическая страта M и имплементативная (функциональная) страта F.

Декларативная страта расслаивается, в свою очередь, на страты информации об объектах предметной области, их имманентных свойств $\tilde{P}$ и архитектурных структур. Страта представления знаний содержит статически декларированные модели данных и алгоритмы вывода, оперирующие структурами данных и имеющими функционал, независимый от наполнения содержания.

Методическая страта M расслаивается на страты методов сбора, обработки, хранения, передачи информации об объектах предметной области, математических методов интеллектуального анализа, проектирования, моделирования, визуализации, прогнозирования ситуаций, возникающих в процессе функционировании транспортной инфраструктуры.

Имплементативная страта F расслаивается на страты программных средств обработки данных декларативной страты путем программной реализации методов методической страты на основе паттернов функционального зонирования.

Отображение страт определено как: $\Omega_D^A : A \to D$, $\Omega_M^D : D \to M$, $\Omega_F^D : D \to F$, $\Omega_F^M : M \to F$.

В качестве информационной, методологической и имплементативной основы проектирования системы поддержки процессов принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой используется стратифицированная паттерновая модель.

Синтез системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой производится на фундаментальной методологической основе, определяемой объектно-ориентированной парадигмой, устанавливающей первичность и атомарность категорий объектов, таксономических и агрегатных паттернов свойств и отношений между объектами.

Синтез универсальных структур на основе паттернов базируется на формальной декларации объектов, инвариантной к их предметной ориентации. Такой подход к разработке сложноорганизованной системы поддержки принятия решения обеспечивается паттерновым представлением любого объекта транспортной инфраструктуры в виде архитектуры, состоящей из двух частей: формальной (архитектурной), взаимодействие с которой осуществляется только через универсальные декларативные паттерны, и содержательной, наполняемой значениями имманентных свойств объектов предметной области.

Наряду с синтезом методических Р-моделей определены паттерны формализации и систематизации релевантных информационно-логических и функциональных аспектов транспортной инфраструктуры, разработаны паттерны формального преобразования исходной информации в паттерновую спецификацию, реализующую все ключевые формы семантического абстрагирования, моделирования, зонального управления и анализа транспортной инфраструктуры на основе методов искусственного интеллекта.

Имплементативные Р-модели содержат результативности паттерного проектирования системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой процессов моделирования, управления, экспериментальных исследований. Этот дает качественное объяснение основному феномену фазы концептуализации в задачах построения сложноорганизованных систем – возможности формирования и сосуществования различных типов моделей в рамках одной предметной области.

Синергетические Р-модели выступают, как часть системного анализа общих принципов функционирования сложноорганизованной системы, в качестве которой рассматривается система поддержки принятия решения при хаотическом управлении транспортной инфраструктурой с синтезом процессов самоорганизации и саморазвития с учетом накладываемых ограничений.

Литература

1. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К., Сапрыкин О.Н. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем. – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с. – ISBN 978-5-9906857-2-7.

2. Михеев С.В., Сидоров А.В., Осьмушин А.А. Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11807

3. Михеева Т.И. Моделирование движения в интеллектуальной транспортной системе / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета - Самара: СГАУ, 2004. С. 118-126.

4. Михеева Т.И., Золотовицкий А.В. Применение теории графов в задачах управления дорожным движением // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, - 2003. С. 20 - 24.

Т.И. Михеева, А.И. Бугаков, А.И. Чугунов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

(Самарский университет)

В настоящее время состояние дорожного покрытия на протяжённых участках автомобильных дорог на территории Российской Федерации далеко от идеального. Характер и численность дефектов покрытия разнятся: на некоторых участках автомобилист может столкнуться лишь с незначительными неровностями, которые не скажутся на движении транспортного средства (ТрС), в то время как на других он будет вынужден лавировать между ямами, постоянно подвергая ТрС опасности повреждения ходовой части.

Для повышения комфортности поездки, уменьшения продолжительности и сохранения технического состояния ТрС, автомобилисты руководствуются сведениями о состоянии дорожного покрытия при планировании маршрута и при следовании по нему.

Электронные карты дорог не учитывают информацию о качестве дорожного покрытия, только о типе дорожного покрытия (грунтовое или асфальтовое). Обозначенное на карте шоссе с асфальтовым покрытием может оказаться непроходимым из-за существенных дефектов дорожного полотна.

Один из способов для фиксирования и исправления дефектов дорожного покрытия – это отправление уведомлений в центральные органы власти [1]. Также существует немало программно-аппаратных комплексов, позволяющих определить состояние дорожного покрытия, но они все требуют дорогостоящего оборудования и опыта использования, что ограничивает доступность этих средств.

Таким образом существует два способа фиксирования дефектов дорожного покрытия: с помощью специального оборудования, и с помощью обращения в ответственные органы с соответствующим заявлением [1].

Так как использование специальных средств для контроля качества дорожного покрытия недоступно для большинства автомобилистов, появляется задача создания системы, которая сможет собирать необходимую информацию о качестве дорожного покрытия, будет удобной и отзывчивой для пользователей, не будет излишне требовательна к техническим характеристикам используемого оборудования, будет привлекать пользователей своей идеей, простотой и отзывчивостью интерфейса.

В процессе проектирования автоматизированной системы была построена диаграмма вариантов использования (рисунок 1).



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования системы

В проектируемом приложении пользователь без авторизации может просмотреть карту с обнаруженными дефектами дорожного покрытия.

В подразделе работа с устройством в качестве регистратора дефектов, пользователь может начать запись данных с датчиков акселерометра и GPS собственного смартфона, отметить дефект на карте с указанием типа дефекта и степени дефекта.

Логическая модель база данных проектируемого приложения представлена на рисунке 2.

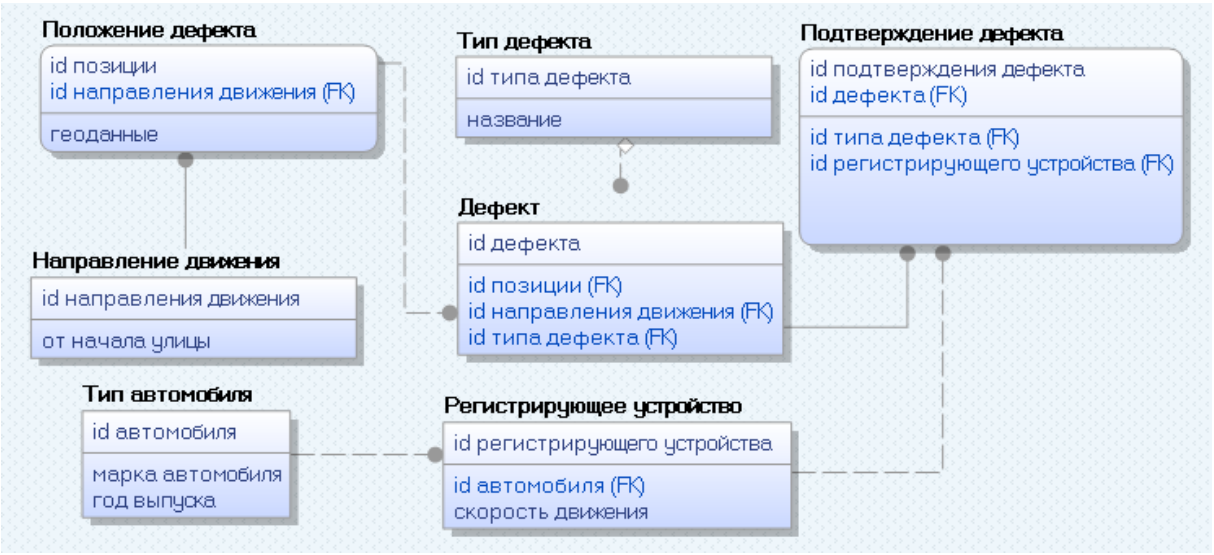


Рисунок 2 – Логическая модель базы данных

В виду статистики распространения мобильных устройств, принято решение разрабатывать систему под устройства на базе операционной системы (ОС) Android [2].

В рамках решаемой задачи нас интересует способ измерения ровности дорожного покрытия, предусматривающий определение интенсивности (уровня) вертикальных колебаний прибора относительно кузова.

В таких устройствах обычно используется два типа датчиков: GPS (Global Positioning System) и трехосевой акселерометр. Акселерометр в большинстве современных смартфонов также является трехосевым.

Предлагаемая в настоящей работе технология сбора информации о состоянии дорожного покрытия состоит в регистрации и анализе данных акселерометра и модуля определения местоположения мобильного устройства, расположенного в салоне ТрС, движущегося по исследуемому маршруту. В случае если акселерометр достаточно чувствителен, анализ его данных может позволить, как дифференцировать различные участки пути по качеству дорожного покрытия, так и выявить отдельные серьёзные препятствия, вызвавшие сильное сотрясение исследующего транспортного средства.

Особое преимущество предлагаемого метода заключается в том, что сбор и анализ информации могут производиться автоматически в приложении для мобильного устройства, а затем передаваться на сервер.

Система реализует классическую клиент-серверную архитектуру [3]. Для работы серверной части необходимо наличие установленной версии виртуальной машины jvm 8, системы управления базами данных PostgreSQL 9.1. Для клиентской части необходимо устройство с операционной системой не ниже Android 4.1 и подключение к сети Интернет. Система реализуется на языке программирования Java в среде Android Studio 2.3.3. Серверное приложение реализуется таким образом, чтобы хранить зарегистрированные дефекты, клиентское приложение занимается сбором и отправлением дефектов серверному приложению.

Таким образом, разработанная автоматизированная система предоставит возможность использовать актуальную информацию дорожно-транспортной сети города, что позволит решать задачи о необходимости ремонта дорожно-транспортной сети и выбрать оптимальный маршрут для автомобилистов.

Литература

1. Направление обращения в Госавтоинспекцию [Электронный ресурс] / Режим доступа : http://www.gibdd.ru/letter/ (дата обращения: 07.03.2018).

2. Operating system market share. [Электронный ресурс] / Режим доступа : http://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=8 &qpcustomd=1. (дата обращения: 06.03.2018)

3. Головнин, О.К. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, О.Н. Сапрыкин – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с. – ISBN 978-5-9906857-2-7.

Т.И. Михеева, В.В. Елизаров, С.В. Михеев

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СТАНДАРТА ДИСЛОКАЦИИ ГЕООБЪЕКТОВ НА ТЕМАТИЧЕСКИХ СЛОЯХ КАРТЫ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
Группа компаний «ИнтелТранС»)

Введение

Сертификация и стандартизация геообъектов в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS являются средствами обеспечения качества визуализации тематических слоев электронных карт, работ по дислокации геообъектов и услуг по разработке проектов организации дорожного движения. Проблема качества визуализации тематических слоев актуальна для всех городов России.

В целях применения единого подхода по разработке стандарта визуализации геообъектов в ITSGIS рассмотрены стандарты [1] по техническим средствам организации дорожного движения (ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»; ГОСТ Р 52290-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.»; ГОСТ Р 52282-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры.» и др.) и картографии и геоинформационным системам (ГОСТ Р 52438-2005 «Географические информационные системы. Термины и определения.»; ГОСТ Р 52571-2006 «Географические информационные системы. Совместимость пространственных данных. Общие требования.»; ГОСТ Р 52573-2006 «Географическая информация. Метаданные» и др.).

Основные цели и задачи разработки документации по комплексной организации дорожного движения (КСОДД) для последующей разработки документации по стандартизации дислокации и визуализации геообъектов транспортной инфраструктуры на тематических слоях ITSGIS [2]:

- ✓ обеспечение безопасности, упорядочение и улучшение условий дорожного движения транспортных средств и пешеходов;
- ✓ повышение пропускной способности автодорог и эффективности их использования;
- ✓ организация транспортного обслуживания новых или реконструируемых объектов транспортной инфраструктуры (отдельных геообъектов или метагеообъектов) различного функционального назначения;
- ✓ снижение экономических потерь при осуществлении дорожного движения транспортных средств и пешеходов;

- ✓ снижение негативного воздействия транспортных средств на окружающую среду.

Задачи исследований по разработке стандарта дислокации и визуализации геообъектов [3]:

- ✓ провести аналитический обзор существующей нормативно-методической и технической литературы с целью выявления основных факторов, влияющих на эффективность разработки КСОДД;
- ✓ провести аналитический обзор существующей нормативной литературы по дислокации и визуализации геообъектов;
- ✓ провести аналитический обзор существующей нормативной информации и программно-инструментальных средств по геоинформационным системам;
- ✓ разработать новые стандарты дислокации и визуализации геообъектов в среде геоинформационной системы на тематических слоях на основе применения современных геотехнологий;
- ✓ усовершенствовать методы дислокации геообъектов на тематических слоях на основе применения новых методов и плагинов дислокации и визуализации геообъектов и метагеообъектов;
- ✓ усовершенствовать методы визуализации геообъектов на тематических слоях на основе применения новых методов и алгоритмов масштабирования геообъектов;
- ✓ усовершенствовать методы визуализации тематических слоев на электронной карте на основе применения новых стандартов;
- ✓ разработать методическое обеспечение по новым стандартам дислокации и визуализации геообъектов в среде геоинформационной системы на тематических слоях ITSGIS.

Метод разработки стандарта ITSGIS по дислокации и визуализации геообъектов на тематических слоях

Система стандартизации в ITSGIS определяет цель и принципы визуализации и дислокации геообъектов различного типа (точечные, линейные, полигональные), формы отображения и общие технические правила выполнения всех видов работ по работе с электронной картой.

Основными целями стандартизации ITSGIS является [4, 5, 6]:

- ✓ реализация единой технической и визуальной политики в сфере стандартизации;
- ✓ обеспечение взаимозаменяемости и совместимости геообъектов на различных слоях карты, ее унификации;
- ✓ обеспечение качества продукции ITSGIS;
- ✓ создание нормативной базы функционирования системы стандартизации ITSGIS, управления качеством и сертификацией продукции ITSGIS;
- ✓ устранение технических и временных препятствий для создания конкурентоспособной продукции и ее выхода на мировой рынок;
- ✓ введение и использование современных геоинформационных технологий и стандартов организации дорожного движения.

Разработка стандарта ITSGIS основана на методах стандартизации [3]. Метод упорядочивания геообъектов подразумевает управление многообразием, связанным с сокращением многообразия.

В результате упорядочения разработаны перечни конечной готовой продукции:

- ✓ интерфейсов и функционала плагинов ITSGIS;
- ✓ альбомы типовых пиктограмм геообъектов;
- ✓ типовые формы технических документов: сводных ведомостей объектов городской и транспортной инфраструктур.

Метод упорядочения включает в себя процессы систематизации, селекции, симплификации, типизации и оптимизации:

- ✓ систематизация геообъектов выполнена на основе принципов последовательной классифицировании и ранжирования совокупности конкретных геообъектов [7];
- ✓ процесс селекции геообъектов заключается в отборе конкретных геообъектов, которые признаются целесообразными для интеграции при создании тематических слоев электронных карт (дорожные знаки, светофоры, дорожные ограждения, улично-дорожная сеть, и т.д.) и интегрированных типов объектов (АЗС, железнодорожные переезды, комплексная схема организации дорожного движения) [8];
- ✓ симплификация включена в метод стандартизации, направленный на устранение неоправданного дублирования многообразия одноименных геообъектов путем простого сокращения количества их разновидностей до необходимого (осветительные приборы, линии электропередач, газопроводы и т.п.) [9];
- ✓ типизация геообъектов основана на создании типовых геообъектов, интегрированных схем, технологических правил, комплексных форм документации (графовая модель транспортной сети; типовые схемы организации дорожного движения около образовательных учреждений; при производстве дорожных работ на улично-дорожной сети и т.п.) [10];
- ✓ оптимизация визуализации и дислокации геообъектов заключается в нахождении оптимальных главных параметров, а также значений других показателей качества и экономичности (построение оптимального маршрута, дислокация знаков приоритета на перекрестке, перегоне, транспортной сети). Методы оптимизации визуализации и дислокации геообъектов в ITSGIS основаны на методах искусственного интеллекта, экспертных системах, нейросетевых технологиях [7].

Алгоритм последовательности шагов разработки стандарта ITSGIS представлен на рисунке 1.

Шаг 1. **Организация разработки стандарта ITSGIS**.

Организация разработки стандарта визуализации и дислокации геообъектов интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS осуществляется в соответствии с «Программой разработки и пересмотра стандартов». Начата со сбора заявок на разработку стандарта. Заявителями являются

фирмы, работающие с ITSGIS, которые направляют заявки в технический комитет компании «ИнтелТранс». На основе заявок формируется годовой план стандартизации.



Рис. 1. Алгоритм стандартизации

Шаг 2. **Определение отделов-разработчиков стандарта ITSGIS и ответственных исполнителей.**

Деятельность по разработке и внедрению стандарта начинается с издания директором приказа о создании технического комитета и утверждении плана разработки стандарта. Организуется технический комитет по стандартизации. На этой стадии технический комитет стремится более определенно обозначить разработчиков и ответственных исполнителей, от которых целесообразно получить проект стандарта по визуализации и дислокации геообъектов. В состав технического комитета включаются специалисты, обладающие различной информацией об объекте стандартизации и различным опытом.

Шаг 3. **Установление сроков разработки – начало и окончание работы.**

Шаг 4. **Изучение и анализ состояния вопроса по геообъектам.**

Установление вида стандарта и его содержания. Разработка проекта стандарта: первой редакции.

Сбор информации об объектах различных предметных областей, реализуемых на тематических слоях ITSGIS, имеет своей целью определение нормативных требований к стандартизируемому геообъекту, повышение качества разработки тематического слоя.

Состав информации, которую необходимо собрать, утверждена техническим комитетом и включает:

- ✓ нормативные требования к стандартизируемому объекту;
- ✓ проекты стандартов аналогичных геообъектов аналогов ITSGIS;
- ✓ результаты исследований, проводимых с целью выявления проблематики данного геообъекта;
- ✓ показатели качества, применимые для стандартизируемого геообъекта, и методики их визуализации.

После сбора информации технический комитет анализирует собранную информацию и выделяет применимые для разработки проекта стандарта данные.

Шаг 5. **Обсуждение проекта в заинтересованных подразделениях и сторонних организациях.**

Исследование информации о геообъектах проводится для подтверждения их применимости и для получения недостающей информации, нужной для решения полноты описания геообъектов данного тематического слоя.

В ходе исследования информации о геообъектах техническим комитетом определяются цели разработки стандарта ITSGIS:

- ✓ обеспечения научно-технического прогресса по использованию ITSGIS при решении задач дислокации геообъектов на тематических слоях [8];
- ✓ повышения конкурентоспособности продукции;
- ✓ рационального использования ресурсов дислокации геообъектов на тематических слоях;
- ✓ технической и информационной совместимости тематических слоев;
- ✓ сопоставимости результатов исследований;
- ✓ взаимозаменяемости геообъектов тематического слоя.

Шаг 6. **По проекту стандарта получены замечания и предложения?**

По решению руководства проект стандарта ITSGIS направлен на экспертизу в компетентные организации. В ходе составления стандарта по дислокации и визуализации геообъектов проведено обсуждение разработанного стандарта. В случае необходимости, было выполнено устранение замечаний (Шаг 7).

Шаг 7. **Устранение полученных в процессе обсуждения замечаний.**

Шаг 8. **Разработка окончательной редакции проекта стандарта.**

Разработка стандарта осуществлена с учетом Российских стандартов общетехнических геоинформационных систем, а также других национальных стандартов, распространяющихся на продукцию, выпускаемую в среде.

Порядок разработки, утверждения, учета, изменения и отмены стандарта ITSGIS установлен с учетом положений Федерального Закона «О техническом регулировании».

Шаг 9. **Корректировка стандарта.**

Отмена существующего стандарта может осуществляться с его заменой на новый стандарт или без замены. Обновление или отмена стандарта ITSGIS осуществляется по решению фирмы-разработчика ITSGIS, принявшего стандарт. Стандарты для ITSGIS пересматриваются с целью внесения в них новых результатов исследований геообъектов или достижений визуализации. Отмена этой категории нормативных документов связана с морально устаревшими геообъектами стандартизации.

Стандарт подлежит обновлению, в случаях, если он:

- ✓ вошел в противоречие с Федеральными Законами, техническими регламентами, иными нормативными правовыми актами РФ и ее субъектов, требованиями национальных стандартов РФ или действующими в этом качестве межгосударственных стандартов;
- ✓ противоречит содержанию вновь разрабатываемого или другого обновляемого стандарта, а также когда эти стандарты могут дублировать друг друга;
- ✓ противоречит вновь заключенным договорам, контрактам, соглашениям со сторонними организациями.

Стандарт подлежит отмене в случаях, утвержденных техническим комитетом, кроме того, он может подлежать обновлению по предложению структурных подразделений ИнтелТранс или сторонних организаций, применяющих данный стандарт.

При разработке правил проведения обновления стандартов установлены критерии выбора форм обновления: в каких случаях достаточно внести изменения в действующий стандарт, а в каких необходимо осуществить его пересмотр.

Техническим комитетом определен порядок отмены стандарта ITSGIS, а также критерии его отмены. Действующий стандарт ITSGIS отменяют при следующих условиях:

- ✓ в связи с прекращением проведения процессов выпуска продукции ITSGIS, проведения работ, оказания услуг, осуществляющихся по данному стандарту;
- ✓ при разработке взамен данного стандарта, другого стандарта;
- ✓ когда геообъекты, на которые распространялся стандарт, стали объектами стандартизации на более высоком (национальном или межгосударственном) уровне;
- ✓ в других обоснованных случаях, когда стандарт утратил свою актуальность в связи с изменением экономической ситуации;
- ✓ в случаях, утвержденных техническим комитетом.

Шаг 10. **Утверждение стандарта ITSGIS.**

Техническим комитетом подготовлен проект стандарта и пояснительная записка к нему. В пояснительной записке к проекту стандарта ITSGIS приведено:

- ✓ основание для разработки стандарта на основе Положения о стандарте ITSGIS;
- ✓ краткая характеристика геообъектов тематических слоев стандартизации;
- ✓ сведения о соответствии проекта стандарта законодательству РФ, международным, региональным стандартам, правилам, нормам и рекомендациям по стандартизации;
- ✓ сведения о патентной чистоте проекта стандарта;
- ✓ сведения о взаимосвязи проекта стандарта с другими нормативными документами по стандартизации и предложения по их пересмотру, изменению или отмене;
- ✓ сведения о согласовании;
- ✓ источники информации.

Перед утверждением стандарта проведена его экспертиза на соответствие законодательству РФ, действующим техническим регламентам, национальным стандартам.

Правила проведения экспертизы и нормоконтроля проекта стандарта ITSGIS включены в стандарт, посвященный общей процедуре разработки стандартов различных тематических слоев. В ИнтелТранс установлен порядок экспертизы проектов стандартов различных тематических слоев ITSGIS с привлечением специалистов технического комитета по стандартизации. Стандарты геообъектов, дислоцированных и визуализированных на тематических слоях ITSGIS, утверждены личной подписью генерального директора ИнтелТранс.

После завершения описанных шагов разработки стандарта ITSGIS в ИнтелТранс осуществляется его внедрение.

На сегодняшний момент представить любую дорогу без таких предметов, как дорожные знаки, практически не реально. Именно эти элементы верно служат организации трафика и активно помогают в обеспечении его стабильной безопасности, регламентируют конкретный порядок действий для водителей и пешеходов, предоставляют актуальную информацию об особенностях условий движения на определенном дорожном участке (рис. 2).

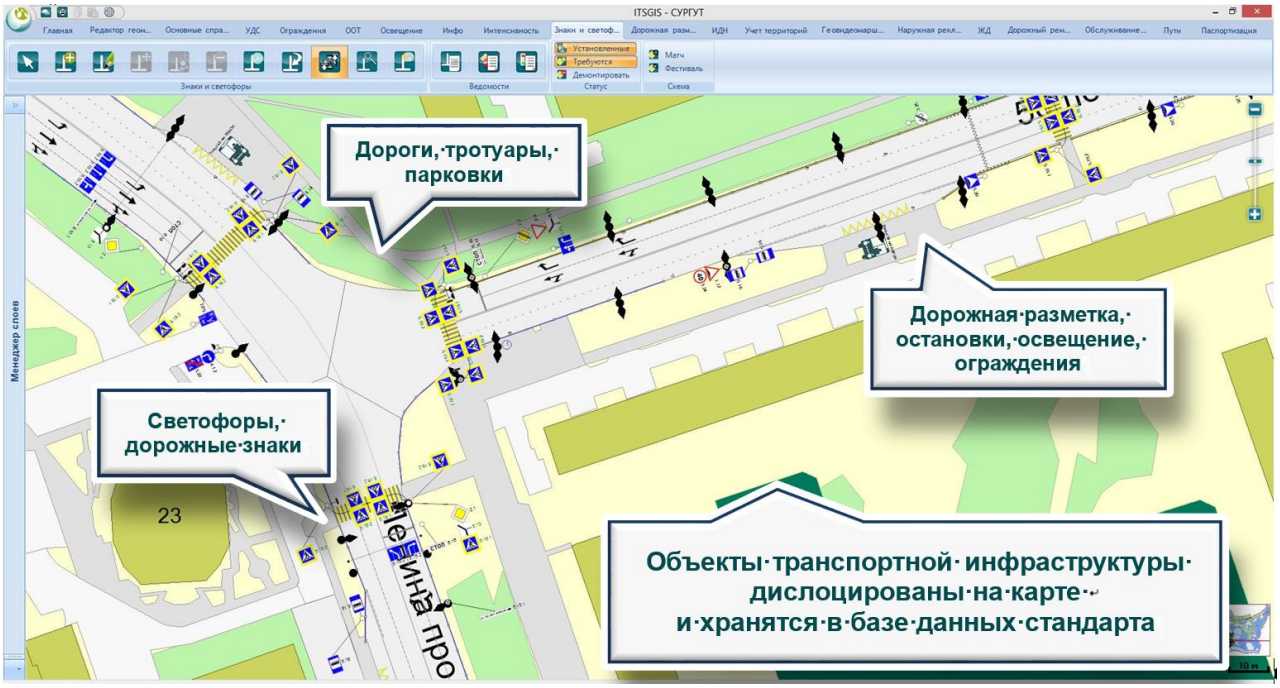


Рис. 2. Дислокация объектов транспортной инфраструктуры в ITSGIS

Классификация знаков происходит в зависимости от информационного смысла, а также по целому критерию иных конструктивных признаков и особенностей. В соответствии с международными регламентирующими документами разделяют восемь основных групп знаков. Для максимально оперативного и точного восприятия информации, которую несут дорожные знаки, их производят в различных формах и цветовых гаммах, четко оговоренных в соответствующих законодательных актах.

По сложившейся традиции практически все предупреждающие знаки выполняются в виде треугольника, сервисные и информационные – прямоугольника либо квадрата, запрещающие имеют форму круга и т.д.

Разработанные стандарты, позволяющие отображать геообъекты транспортной инфраструктуры [8, 9] на тематических слоях электронной карты в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS, применяются при решении различных задач, в том числе при разработке комплексных схем организации дорожного движения – КСОДД.

Литература

1. Каталог ГОСТ [Электронный ресурс] // Юридическая фирма «Интернет и право». – URL: http://www.internet-law.ru/gosts/2586/

2. Приказ Министерства транспорта РФ от 17 марта 2015г. N 43 «Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения» [Электронный ресурс] // Гарант. Информационно-правовое обеспечение. – 2015; URL: http://base.garant.ru/71093350/#friends

3. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Юрайт-Издат, 2003. – 318 с.

4. Аронов И.З., Версан В.Г. Практические рекомендации по разработке технических регламентов на продукцию // Стандарты и качество. 2004. №11. – С. 72-76.

5. Дольме В.В. Стандартизация и управление предприятием. – Мариуполь, 2008. – 19 с.

6. Новиков В.Д. Стандартизация и сертификация в области обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях // Стандарты и качество. 2000. № 12. – С. 34-36.

7. Михеев С.В., Сидоров А.В., Осьмушин А.А. Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11807

8. Федосеев А.А., Головнин О.К., Михеев С.В. Синтез тематического слоя объектов транспортной сети// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 4 (4). – С. 839–843.

9. Михеева Т.И. Моделирование движения в интеллектуальной транспортной системе / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета - Самара: СГАУ, 2004. С. 118-126.

10. Михеева Т.И., Золотовицкий А.В. Применение теории графов в задачах управления дорожным движением // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, - 2003. С. 20 - 24.

11. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К., Сапрыкин О.Н. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем. – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с. – ISBN 978-5-9906857-2-7.

Т.И. Михеева, К.В. Пупынин, А.И. Чугунов

ПЛАГИН ДИСЛОКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ДОРОЖНЫХ РАБОТ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ ГОРОДА

(Самарский университет)

Отрасль дорожных работ имеет значительное народно-хозяйственное значение и является одним из главных компонентов развития страны [2]. Но из-за непрекращающегося роста автомобильного парка страны и увеличения загрузки дорог транспортом, значительная часть дорожного полотна сильно изношена и нуждается в ремонте. Поэтому проблема дислокации дорожных работ на электронной интерактивной карте города имеет высокую актуальность для работников дорожных служб.

Организации, занимающиеся автодорожным ремонтом, часто сталкиваются с рядом факторов, затрудняющих и замедляющих их работу, а именно:

- формирование ведомостей и отчетов;
- затруднения при отслеживании сроков выполнения работ;

- высокая нагрузка на сотрудников, из-за большого объема выполняемых работ;
- отсутствие единой базы для хранения информации по ремонтам;
- отсутствие визуального представления объекта работ, доступного в любой момент времени;

В связи с этим, появилась необходимость в создании программного обеспечения, позволяющего дорожникам:

- оперативно просматривать и редактировать информацию об объекте работ;
- отображать объекты работ в указанном промежутке времени;
- автоматически составлять ведомости по необходимым дорожным работам с требуемыми критериями, с последующей их выгрузкой в текстовый файл.

Разрабатываемый плагин предоставляет функции сбора, хранения, анализа и графической визуализации геоданных и связанной с ними информации о дорожных работах [1]. Плагин реализует большую часть функционала, необходимого работнику дорожных служб. Определена необходимая информация, проведён её анализ и на основе этого спроектирована ER-модель базы данных (рис. 1).

Каждый ремонт представляет собой географический объект, характеризующийся набором атрибутивных полей – семантикой геообъекта. Таким образом, для каждого объекта дорожных работ в базе данных хранится связанная с ним семантическая информация (рис. 2). Для обеспечения взаимодействия объектов и БД используется технология программирования ORM, а именно его решение для платформы .NET – NHibernate.

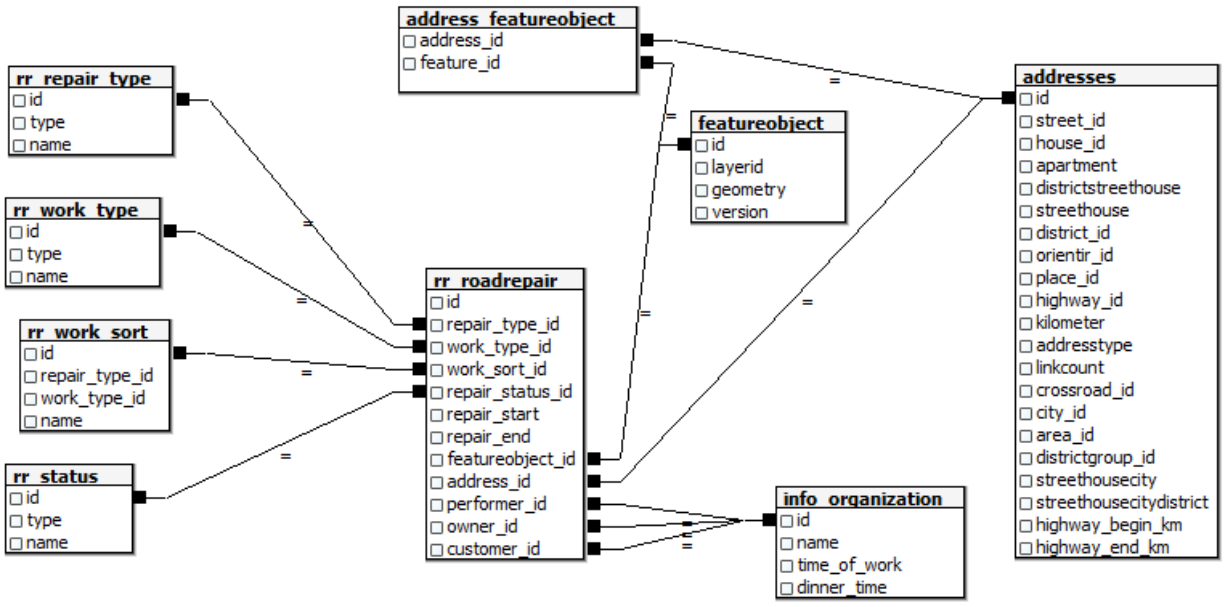


Рис. 1. ER-модель базы данных

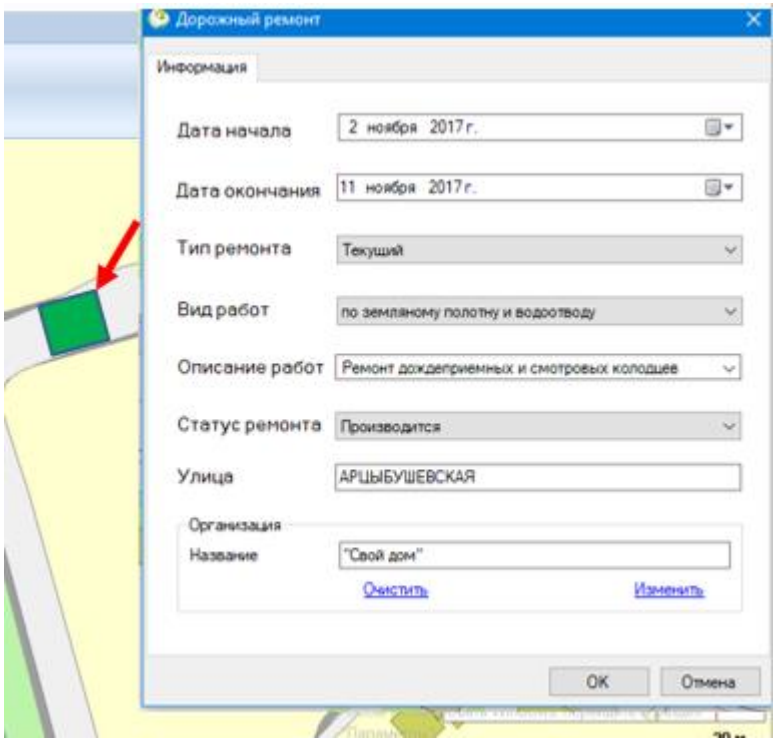


Рис. 2. Семантика объекта дорожных работ

Дорожные работы – это геообъект, для того, чтобы он был интерактивным, ему должно соответствовать некое географическое представление. Ввиду этого, дорожные работы на карте могут быть представлены как пространственные объекты: в виде точек, линий или полигонов [3], в зависимости от значений их атрибутивных полей. Если взять такой набор атрибутов дорожных работ, как тип ремонта, тип работ и вид работ, то изображение на электронной карте объекта работ являющего собой яму на дороге, можно представить в виде точки. Ремонт земляного полотна на одной из полос дороги можно отобразить в виде линейного объекта, а работы по установке или восстановлению автопавильонов – в виде полигона. Кроме того, так как каждый объект дорожных ремонт привязан к дате, то одним из его атрибутов является текущий статус работ. Таким образом, выполняющиеся в настоящее время работы отображаются зелёным цветом, запланированные –фиолетовым, а выполненные – синим (рис. 2).

В то же время, статус работ используется не только как признак цвета при представлении объекта, но и как критерий быстрой фильтрации. Благодаря этому, манипулируя атрибутами видимости объектов, можно отображать на карте объекты дорожных работ только выбранного статуса.

Данный плагин выполнен в среде разработки Microsoft Visual Studio 2010 на языке программирования C#. База данных системы реализована в системе управления реляционными базами данных PostgreSQL.

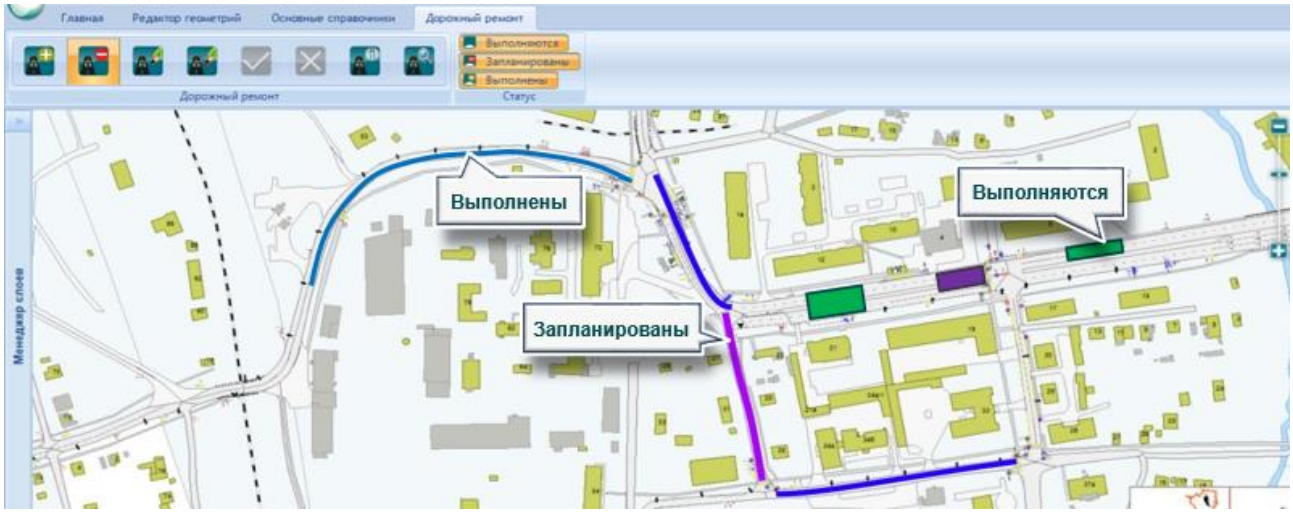


Рис. 2. Статусы дорожных работ

Таким образом, разработанный плагин для учета дорожных работ, позволяет усовершенствовать дислокацию дорожных работ и упростить их мониторинг, так как каждый объект представлен визуально и доступен для взаимодействия на электронной интерактивной карте города.

Литература

1. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, Н.А. Остроглазов и др. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

2. Абдулжалилов О.Ю. Ремонт асфальтобетонных покрытий городских дорог в условиях плотных транспортных потоков – диссертация, 2010. – 222 с.

3. Представление и моделирование географической информации в ГИС. [Электронный ресурс] / ArcGIS Resources. – URL:http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n0000000r000000.htm

4. ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения» [Электронный ресурс]. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/241221/

5. Васильев Ю.Э., Немчинов Д.М., Янковский Л.В., Кочетков А.В. Информационное обеспечение системы ремонта улично-дорожной сети мегаполиса / Интернет-журнал Науковедение, № 3(22). – 2014. [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-obespechenie-sistemy-remonta-ulichno-dorozhnoy-seti-megapolisa

Т.И. Михеева, А.А. Осьмушин

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ НЕШТАТНЫМИ СИТУАЦИЯМИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

Реализация информационного управления [1] при возникновении нештатных ситуаций [2] основана на выборе из массива имеющихся на транспортной сети средств информирования $\tilde{T}^{I} \subset \tilde{T}$ тех средств, на которые необходимо направить информационные сообщения. Также требуется формирование содержания данных сообщений. Алгоритм информационного управления транспортными потоками при возникновении нештатных ситуаций приведён на рисунке 1.



Рис. 1. Алгоритм информационного управления транспортными потоками при возникновении нештатных ситуаций

Шаг 1. **Получение данных о ситуации**

Получение данных о дорожно-транспортной ситуации $s_i \in S$ осуществляется с помощью получения сообщений [3] от соответствующих оперативных служб и систем автоматического детектирования [4]. Производится запись информации о ситуации в базу данных.

Шаг 2. **Декларация ситуации нештатной**

Предикат P^b определения ситуации $s_i \in S$, как нештатной, определим следующим образом:

$$P^b(s_i) \mid s_i \in S = \begin{cases} 000 – \text{информация не подтверждена;} \\ 001 – \text{ситуация не является нештатной;} \\ 011 – \text{ситуация является точечной нештатной;} \\ 101 – \text{ситуация является линейной нештатной;} \\ 111 – \text{ситуация является полигональной нештатной.} \end{cases} \quad (1)$$

Для признания ситуации $s_i \in S$ как нештатной и определения её типа по пространственному расположению определены дополнительные функции. С учётом введённых функций определим предикат P^b как:

$$P^b(s_i) \mid s_i \in S = \begin{cases} 000, \text{если} & \neg(Situation\_Confirm(s_i)); \\ 001, \text{если} & (Situation\_Confirm(s_i)) \wedge (Bad\_Sections(s_i) = 0); \\ 011, \text{если} & (Situation\_Confirm(s_i)) \wedge On\_Road(s_i) \wedge \\ & (Bad\_Sections(s_i) = 1) \wedge (Bad\_Radius(s_i) < \varepsilon); \\ 101, \text{если} & (Situation\_Confirm(s_i)) \wedge (((Bad\_Sections(s_i) = 1) \wedge \\ & (Bad\_Radius(s_i) > \varepsilon)) \vee (Bad\_Sections(s_i) > 1) \wedge \\ & (\forall(Border_j \in Borders(\theta_i^X), Influence(s_i, \theta_i^X)): \\ & (Number(Adjacent\_Influence(s_i, Border_j \in \\ & Borders(\theta_i^X))) = 0) \vee \\ & ((Number(Adjacent\_Influence(s_i, Border_j \in \\ & Borders(\theta_i^X))) = 1) \wedge \\ & (Number(Adjacent(Border_j \in Borders(\theta_i^X))) = 1))); \\ 111, \text{если} & (Situation\_Confirm(s_i)) \wedge ((Bad\_sections(s_i) > 1) \wedge \\ & (\exists(Border_j \in Borders(\theta_i^X), Influence(s_i, \theta_i^X)): \\ & (Number(Adjacent\_Influence(s_i, Border_j \in \\ & Borders(\theta_i^X))) > 0) \wedge \\ & (Number(Adjacent(Border_j \in Borders(\theta_i^X))) > 1)) \end{cases} \quad (2)$$

Перечень введённых функций:

Situation_Confirm(s_i) – определение дорожно-транспортной ситуации s_i как подтверждённой ($s_i = b_i$) [5];

$On\_Road(s_i)$ – нахождение ситуации s_i непосредственно на проезжей части;

Bad_Radius(s_i) – радиус окружности, описывающей затронутый нештатной ситуацией участок проезжей части (геозону непосредственного влияния нештатной ситуации) [6];

Bad_Sections(s_i) – количество участков улично-дорожной сети, входящих в геозону непосредственного влияния ситуации s_i;

Influence(s_i, θ_i^X) – наличие влияния ситуации s_i на участок θ_i^X;

Borders(θ_i^X) – перечень границ участка θ_i^X, смежных с другими участками;

Adjacent($Border_j \in Borders(\theta_i^X)$) – перечень участков, смежных с границей $Border_j$ участка θ_i^X;

Adjacent_Influence($s_i, Border_j \in Borders(\theta_i^X)$) – перечень участков, смежных с границей $Border_j$ участка θ_i^X, входящих в геозону непосредственного влияния ситуации s_i;

Number(*x*) – количество элементов в перечне *x*.

Шаг 3. **Выбор технических средств информационного управления**

Для каждого средства информационного управления $\tilde{t}_i^I \in \tilde{T}^I$ определим предикат P^I, показывающий необходимость его использования:

$$P^I(\tilde{t}_i) | \tilde{t}_i^I \in \tilde{T}_i^I = \begin{cases} 00 - \text{средство не подлежит использованию;} \\ 11 - \text{средство подлежит использованию.} \end{cases} \quad (3)$$

Для выявления необходимости использования средств информационного управления определены дополнительные функции:

Bound($\tilde{t}_i^I$) – средство информирования привязано к транспортной сети (дислоцировано на карте и имеет пространственные координаты);

In_Zone_1($b_i, \tilde{t}_i^I$) – средство информирования $\tilde{t}_i^I$ находится в пределах геозоны непосредственного влияния нештатной ситуации b_i на транспортную сеть;

In_Zone_2($b_i, \tilde{t}_i^I$) – средство информирования $\tilde{t}_i^I$ находится в пределах геозоны опосредованного влияния нештатной ситуации b_i на транспортные потоки;

Distance($b_i, \tilde{t}_i^I$) – кратчайшее расстояние по транспортной сети в метрах от средства информирования $\tilde{t}_i^I$ до геозоны опосредованного влияния нештатной ситуации b_i на транспортные потоки;

Remoteness($b_i, \tilde{t}_i^I$) – кратчайшее расстояние по транспортной сети в узлах графа УДС от средства информирования $\tilde{t}_i^I$ до геозоны опосредованного влияния нештатной ситуации b_i на транспортные потоки;

С учётом введённых функций определим предикат P^I как:

$$P^I(\tilde{t}_i) | \tilde{t}_i^I \in \tilde{T}_i^I = \begin{cases} 00, \text{ если } Bound(\tilde{t}_i^I) \wedge \neg(In\_Zone\_1(b_i, \tilde{t}_i^I) \vee \\ \quad In\_Zone\_2(b_i, \tilde{t}_i^I) \vee Distance(b_i, \tilde{t}_i^I) > \mu \vee ; \\ \quad Remoteness(b_i, \tilde{t}_i^I) > \eta) \end{cases} \quad (4)$$

$$01, \text{ если } \neg Bound(\tilde{t}_i^I) \vee (In\_Zone\_1(b_i, \tilde{t}_i^I) \vee In\_Zone\_2(b_i, \tilde{t}_i^I) \vee Distance(b_i, \tilde{t}_i^I) \leq \mu \vee Remoteness(b_i, \tilde{t}_i^I) \leq \eta.$$

Шаг 4. **Генерация информационных сообщений**

Информационные сообщения распространяются с помощью перечня выбранных на шаге 3 средств информационного управления [7].

Если средство информационного управления $\tilde{t}_i^I$ принадлежит множеству индивидуальных GPS, ГЛОНАСС, *Galileo* и *Globalstar* навигационных устройств [8] с коммуникационными функциями $\tilde{T}_i^{IN}$ [9] или множеству интернет-ресурсов с актуальной дорожной информацией $\tilde{T}^{II}$, то информационным сообщением является дислокация нештатной ситуации на публичной электронной карте с отображением атрибутов (вид, количество перекрытых полос движения).

Если средство информационного управления $\tilde{t}_i^I$ принадлежит множеству информационных сообщений в радиоэфире $\tilde{T}^{IR}$ или множеству сервисов сообщений $\tilde{T}^{IM}$, то информационным сообщением является сообщение в текстовом или аудиоформате с информацией об атрибутах нештатной ситуации (дислокация, вид, количество перекрытых полос движения).

Если средство информационного управления $\tilde{t}_i^I$ принадлежит множеству информационных табло $\tilde{T}^{IT}$ [10], то текстовое сообщение, отображаемое на табло, зависит от типа нештатной ситуации и взаимного расположения табло и нештатной ситуации b_i и может включать в себя следующие данные:

- расстояние до нештатной ситуации;
- расстояние до затора, вызванного нештатной ситуацией;
- описание дислокации нештатной ситуации – улица, перекрёсток улиц, километр;
- вид нештатной ситуации;
- количество перекрытых полос.

Литература

1. Михеева, Т.И. Управление транспортной инфраструктурой / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.Н. Сапрыкин // Самара: Интелтранс, 2015. – 173 с.

2. Осьмушин, А.А. Моделирование нештатных ситуаций на улично-дорожной сети [Электронный ресурс] / А.А. Осьмушин, И.Г. Богданова, А.В. Сидоров // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – Режим доступа : www.science-education.ru/113-11766

3. Осьмушин, А.А. Обмен информацией V2I в геоинформационной транспортной системе в условиях критических ситуаций / А.А. Осьмушин, С.В. Ми¬хеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т.16, № 4(2). – С. 399-403.

4. Осьмушин, А.А. Адаптивный алгоритм обработки информации о состоянии транспортной сети / А.А. Осьмушин, И.Г. Богданова, А.А. Федосеев // Новые информационные технологии в научных ис-следованиях и в образовании : материалы XIX Всерос. научно-технической конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань РГРТУ 2014. – С. 16.

5. Сильянов, В.В. Моделирование критических ситуаций в транспортном потоке / В.В. Сильянов, А.В. Уткин, С.А. Елисеева // Наука и техника в дорожной отрасли. – М. : Издательство Дороги, 2008. – № 3. – С. 6-8.

6. Осьмушин, А.А. Метод кластерного анализа в задаче определения областей влияния инцидента на транспортный поток города / А.А. Осьмушин, Т.И. Михеева, О.Н. Сапрыкин, М.В. Гусарова // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2016) : труды IV Международной конференции – Уфа : УГАТУ. – 2016. – Т. 2. – С. 170-175.

7. Крылатов, А.Ю. Управление транспортными потоками мегаполиса / А.Ю. Крылатов, В.В. Захаров // Сборник статей Седьмой Российско-Немец¬кой конференции по логистике и SCM DR-LOG 2012, 2012. – С. 305-310.

8. Яценков, В.С. Основы спутниковой навигации : системы GPS Navstar и ГЛОНАСС / В. С. Яценков. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005.– 272 с.

9. Knoop, V.L. Individual Travelers' Advice: System Setup, Measures, and Expected Results [Электронный ресурс] / V.L. Knoop, W.J. Schakel, E. Jon¬kers, B. Van Arem // Proceedings of the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 23-27 January 2011, Washington D.C. – 2011. – Режим доступа : http://www.victorknoop.eu/research/papers/trb_ccc.pdf.

10. Traffic incident management handbook / N. Owens, A. Armstrong, P. Sullivan, C. Mitchell. – U.S. Department of Transportation, 2010. – 116 p.

А.А. Осьмушин

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

В статье приводится подбор и доработка моделей информационного пространства управления загрузкой транспортной сети при возникновении нештатных ситуаций. Предложены математические модели основных сущностей предметной области: транспортной сети (ТрС) и нештатной ситуации (НС).

Анализ загрузки транспортной сети является многокомпонентной задачей, решение которой требует построения математических моделей управления транспортными процессами (модель загрузки транспортной сети): модель транспортной сети, модель транспортного потока (ТрП), модель технических средств управления транспортной инфраструктурой (ТрИ), модель нештатной ситуации [1].

Определение 1. Базовый участок – участок-перегон транспортной сети с непрерывным движением транспортного потока, не имеющий прилегающих участков въезда и выезда.

Определение 2. Скорость свободного потока – средняя скорость движения транспортного потока на базовом участке без светофорного регулирования в условиях низкой плотности потока.

Определение 3. Пропускная способность участка транспортной сети – максимальная интенсивность потока, которая достижима на базовом участке в текущих дорожных условиях; выражается отношением количества транспортных средств в приведённых единицах, движущихся по участку, к интервалу времени.

Определение 4. Ёмкость участка транспортной сети – максимальная плотность потока, которая достижима на базовом участке; выражается отношением количества транспортных средств в приведённых единицах, движущихся по участку, к длине участка.

Определение 5. Загрузка транспортной сети – количество транспортных средств, движущихся по участкам транспортной сети: перекрёсткам, перегонам, тоннелям, путепроводам.

Дескрипторами загрузки транспортной сети являются коэффициенты загрузки участка транспортной сети по интенсивности и плотности транспортного потока.

Определение 6. Коэффициент загрузки участка транспортной сети по интенсивности транспортного потока определим как отношение интенсивности к пропускной способности участка.

Определение 7. Коэффициент загрузки участка транспортной сети по плотности транспортного потока определим как отношение плотности к емкости участка.

Определение 8. Перегруженный участок транспортной сети – участок, на котором коэффициент загрузки по плотности транспортного потока приближается к единице.

Модель загрузки транспортной сети – совокупность объектов, атрибутов и связей между ними, необходимых для решения задач:

- мониторинг и детектирование нештатных ситуаций, возникающих на транспортной сети [2];
- определение параметров транспортных потоков;
- управление транспортными процессами с позиций информационного, оперативного и инфраструктурного обеспечения с целью повышения эффективности и безопасности функционирования транспортной инфраструктуры [3];
- сбор и обработка статистических данных.

Фундаментальной особенностью анализа и построения модели загрузки транспортной сети, характеризующей сложность модели, является выявление взаимного влияния и итеративной зависимости выбора маршрутов движения транспортных средств от построения маршрутов другими транспортными сред-

ствами и возникающей в этой связи транспортной задержки. Математическая модель взаимного влияния строится на основе функции зависимости весовой характеристики (цены) дуги графа улично-дорожной сети от интенсивности транспортного потока на данной дуге [4].

Процесс формирования загрузки сети, состоящий из построения транспортных маршрутов, основан на сопоставлении весовых характеристик различных маршрутов. При этом весовые характеристики дуг графа улично-дорожной сети определяются существующей на текущий момент загрузкой транспортной сети [5].

Построение моделей сложных многокомпонентных систем базируется на применении методов и подходов системного анализа [6]. На начальном этапе решения поставленных задач производится декомпозиция предметной области управления загрузкой ТрС при возникновении нештатных ситуаций. Выявление входящих в неё сущностей и структурирование характеризующих их данных и взаимосвязей является базисом системного анализа [7]. Результат декомпозиции предметной области «Загрузка транспортной сети» представлен на рисунке 1. В основе данной декомпозиции лежит модель предметной области «Организация дорожного движения», описанная в [1], в которую добавлены классы, необходимые для описания модели нештатных ситуаций ТрС, технических средств управления транспортной инфраструктурой, реализующих адаптивное управление и информационное обеспечение участников дорожного движения.

Модель предметной области (ПрО) «Загрузка транспортной сети» опишем как (1):

$$M_{SubjectArea} = \langle M_{RN}, M_{TFlow}, M_{TIM}, M_{ES} \rangle, \quad (1)$$

где $M_{SubjectArea}$ – модель предметной области «Загрузка ТрС»;

M_{RN} – модель транспортной сети;

M_{TFlow} – модель транспортного потока;

M_{TIM} – модель технических средств управления транспортной инфраструктурой;

M_{ES} – модель нештатной ситуации.

Модель транспортной сети M_{RN} определяется классами: *Участок*, *Граф_ТрС.* Участок представляет собой полигональный элемент электронной карты, позволяющий синтезировать транспортную сеть любой конфигурации, структуры с различными характеристиками. Варианты движения транспортных средств, направление движения и различные параметры ТрП на участке ТрС описываются с помощью графа и весовых характеристик его элементов.

Модель транспортного потока M_{TFlow} определяется классами: *Скорость*, *Интенсивность*, *Плотность, Состав* [1]. Модель M_{TFlow} рассматривается с позиций микромодели, в которой каждое транспортное средство выделено в отдельную модель с персонифицированными характеристиками, и макромодели, в которой определены групповые макрохарактеристики ТрП.



Рис. 1. Декомпозиция предметной области
«Загрузка транспортной сети»

Модель технических средств управления транспортной инфраструктурой M_{TIM} определяется классами *Светофорный_объект, Дорожный_знак, Дорожная_разметка, Дорожное_ограждение, Средство_мониторинга_состояния_объектов_ТрИ, Средство_информирования_участников_движения.*

Модель M_{TIM} включает в себя стандартные технические средства организации дорожного движения, такие как дорожные знаки, светофоры и разметка. Процесс мониторинга состояния объектов ТрИ включает в себя сбор и обработку данных о транспортных процессах и объектах с помощью технических средств, таких как датчики движения, камеры наблюдения, спутниковые системы навигации и т.д. Информирование участников движения осуществляется с помощью специализированных табло, средств передачи информации через различные каналы связи.

Модель нештатной ситуации M_{ES} определяется классами: *Тип, Время, Геозона_влияния* [8]. Тип нештатной ситуации характеризуется её местоположением, т.е. её координатами на электронной карте, либо причиной возникновения НС. Время нештатной ситуации рассматривается с различных позиций, таких как время возникновения НС, нормативное и фактическое время устране-

ния НС и т.д. Геозоны влияния нештатной ситуации делятся на зоны непосредственного и опосредованного влияния НС на транспортные процессы и объекты ТрИ.

Литература

1. Михеева, Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем [Текст] / Т.И. Михеева – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. – 380 с.
2. Михеева, Т.И. Автоматизация мониторинга транспортной и дорожной инфраструктуры / Т.И. Михеева, И.А. Рудаков // Труды 6-й Междун. научно-практ. конф. «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». – СПб. : С-ПбАДИ, 2004. – С 93-96.
3. Осьмушин, А.А. Модель управления дорожным движением в критических ситуациях в среде ГИС «ITSGIS» / А.А. Осьмушин, С.В. Михеев, Д.А. Ми¬хайлов // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем : межвузовский научный сборник. – Уфа : УГАТУ, 2013. – С. 66-69.
4. Швецов, В.И. Математическое моделирование транспортных потоков / В.И. Швецов // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 11. – С. 3-46.
5. Михайлов, А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожной сети городов / А.Ю. Михайлов, И.М. Головных – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с.
6. Симанков, В.С. Системный анализ в адаптивном управлении / В.С. Си¬ман-ков, Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев. Под ред. В.С. Симанкова. – Краснодар : ИСТЭК КубГТУ, 2001. – 258 с.
7. Сурмин, Ю.П. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / Ю.П. Сурмин. К. : МАУП, 2003. – 368 с.
8. Осьмушин, А.А. Моделирование нештатных ситуаций на улично-дорожной сети [Электронный ресурс] / А.А. Осьмушин, И.Г. Богданова, А.В. Сидоров // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – Режим доступа : www.science-education.ru/113-11766

А.А. Пирогова, Е.А. Жукова, А.В. Паршина

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ

(Самарский университет, ООО «Регион»)

Глобализация жизни приводит к постоянному росту потребности населения в транспортных услугах. Поскольку основные характеристики подвижного состава остаются неизменными, оптимизация транспортных процессов производится в основном за счет совершенствования планирования, организации и

осуществления операций, не связанных с непосредственным перемещением грузов, в том числе операций, обеспечивают продвижение информационного потока.

Усложнение маршрутов движенческих операций, использование смешанных перевозок влекут за собой увеличение объема сопроводительной информации, что значительно затрудняет ручную обработку заказа. Обслуживание требований потребителей с применением информационных технологий позволит обрабатывать массивы данных с большей скоростью и поддерживать уровень сервиса на должном уровне.

На данный момент многие российские предприятия пытаются сэкономить на покупке, установке и техническом обслуживании специализированных программ. Обмен данными с клиентами и поставщиками, оформление документации производится вручную в соответствии с технологическим графиком обработки заказов, представленным на рисунке 1.



Рисунок 1 – Существующая технологическая схема обработки заказов

Для оптимизации обслуживания клиентов предлагается использовать технологию автоматизированного электронного обмена коммерческими документами Electronic Data Interchange (EDI). Тогда схема обработки заказов будет выглядеть следующим образом (рисунок 2).

Обмен данными с клиентами осуществляется при помощи автоматических электронных сообщений, в основе которых лежит международный стандарт ООН ЭДИФАКТ – UN/EDIFACT D.01B и действующее руководство по электронному обмену данными международной ассоциации EAN.UCC (GS1) – EANCOM 2002 S3 (версии 3) [1]. В представленном варианте используются такие виды сообщений, как:

- ORDERS (ЗАКАЗ)

- ORDRSP (ОТВЕТ НА ЗАКАЗ)
- DESADV (УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ ОТГРУЗКЕ)
- RECADV (УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ)
- INVOIC (СЧЕТ, СЧЕТ-ФАКТУРА)
- INVRPT (ОТЧЕТ ОБ ОСТАТКАХ) [1]



Рисунок 2 – Предлагаемая технологическая схема обработки заказов

Произведем сравнение вероятности безошибочности ввода информации всего процесса обработки заказа двух технологических схем. Поскольку алгоритм состоит из последовательных действий, вероятность безошибочности ввода будет определяться по формуле:

$$P_{\text{рв}} = \prod_{i=1}^{M} P_{\text{рв}_i},$$

где $P_{\text{рв}}$ – вероятность безошибочности этапа ручного ввода оценивается для каждого ручного процесса отдельно, M – количество последовательных процессов ручного ввода [2].

Вероятность $P_{\text{рв}}$ определяется как:

$$P_{\text{рв}} = 1 - q,$$

где q – установившееся стационарное значение частоты ошибок [2]. Среднее значение частоты ошибок для восьмичасового рабочего дня на основании статистических данных, приведенных в таблице 1, составляет 6,125%.

Формирование и отправка электронных сообщений EDI производится без участия операторов, что позволяет полностью исключить ошибки ручного ввода на данных этапах. Так как по сравнению с технологическим графиком обработки заказов, представленном на рисунке 1, автоматизировано 8 последова-

тельных операций, вероятность безошибочности ввода информации с использованием EDI технологии увеличится в 1,66 раза.

Таким образом, применение электронного обмена данными позволяет не только увеличить скорость обработки заказов клиентов, но и повысить достоверность информации, обеспечивающей транспортный процесс, а также сократить финансовые издержки компании из-за возвратов продукции вследствие ошибок операторов.

Таблица 1 – Влияние человеческого фактора на достоверность ввода информации [2]

	Время работы (часы работы)					
	1-й – 6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й
Производительность (% от нормы)	100	94	88	81	74	67
Процент безошибочности	0,96	0,9	0,85	0,78	0,71	0,64
Реальное время операции с учетом повторных работ (часов)	6,25	1,11	1,18	1,28	1,4	1,56
Достоверность результатов ввода (процент ошибок с учетом логических проверок и повторного ввода)	0,999	0,996	0,994	0,991	0,988	0,985
Верхняя граница достоверности	0,9995	0,998	0,997	0,995	0,993	0,991
Нижняя граница достоверности	0,997	0,993	0,991	0,987	0,983	0,979

Литература

1. EDI Culture [Сайт]. URL: http://edicult.ru/formats.html (дата обращения 14.03.2018)

2. Акимова Г.П., Соловьев А.В., Пашкина Е.В. Методологический подход к определению влияния человеческого фактора на работоспособность информационных систем. // Информационно-аналитические аспекты в задачах управления. / Труды ИСА РАН. Т. 29. М.: Издательство ЛКИ, 2007. С. 102 – 112.

А.Б. Поднебеснов

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ЛОПАСТЯМИ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО НЕСУЩИХ ВИНТОВ СООСНОГО ВЕРТОЛЁТА

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Соосная схема несущих винтов (НВ) вертолета - схема, при которой два несущих винта вращаются в противоположных направлениях вокруг общей оси. Это уравновешивает реактивный и гироскопические моменты, исключает необходимость в рулевом винте, делает вертолет аэродинамически симметричным и устраняет перекрёстные связи в управлении. Но при всех положитель-

ных качествах у такой схемы есть серьёзный недостаток – возможность схлёстывания лопастей верхнего и нижнего НВ при горизонтальном полете с большой скоростью, а также при выполнении манёвров, в следствии встречного наклона конусов вращения лопастей верхнего и нижнего НВ.

Предлагается система измерения минимального расстояния между лопастями верхнего и нижнего НВ на всех азимутах. Эта система позволит пилоту иметь в полете информацию о минимальном расстоянии между лопастями верхнего и нижнего НВ и азимуте, что, в свою очередь, даёт возможность создания системы восстановления оптимального расстояния между лопастями верхнего и нижнего НВ. Решение этой проблемы позволяет уменьшить расстояние между верхним и нижним НВ – укоротить вал верхнего НВ, что дает следующий положительный эффект: снижение веса трансмиссии вертолёта, уменьшение высоты вертолёта, уменьшению лобового сопротивления в полете.

В настоящее время для определения координат лопастей НВ используют следующие методы:

- оптико-электронный метод определения координат лопастей. Этот метод основан на сравнении амплитуды опорного сигнала (усреднённый сигнал всех лопастей или определённой лопасти, выбранной в качестве базовой) и амплитуды сигнала от каждой отдельной лопасти, полученных с фотоприёмного устройства (однострочная ПЗС матрица);

- ёмкостный – в качестве обкладок конденсатора выступают токопроводящие элементы на лопастях;

- на основе микроволнового радиоизлучения – при прохождении лопасти над антенной закрепленной на корпусе вертолёта, изменяется импеданс антенны в зависимости от расстояния между лопастью и антенной;

- на основе МЭМС датчиков – с помощью акселерометров, гироскопов выполненных по МЭМС технологии, отслеживают перемещение лопасти и определяют её текущее положение.

В качестве альтернативного метода для измерения расстояния между лопастями верхнего и нижнего НВ предлагается использовать лазерный дальномер. В этом методе расстояние определяется временем распространения света до лопасти и обратно или сдвигом фазы отраженного сигнала, что будет зависеть от выбранного принципа работы лазерного дальномера.

Лазерные дальномеры имеют приемлемую цену, устойчивы к погодным проявлениям, обладают хорошей электромагнитной совместимостью. И что немаловажно – малые габариты устройства на основе лазерного дальномера упрощают процесс интеграции с уже существующими вертолётами, так и с любыми вертолётами в будущем.

Создание и внедрение системы по контролю расстояния между лопастями верхнего и нижнего НВ позволит избавится от одной из основных проблем соосной схемы НВ – схлёстывания лопастей. Это повысит безопасность эксплуатации вертолётов с соосной схемой НВ. Создание такой системы необходимое условие для создания системы восстановления оптимального расстояния между лопастями верхнего и нижнего НВ.

Литература

1 Лалетин К.Н. Практическая аэродинамика вертолёта Ка-26. М.: Транспорт, 1974. - 192 с.

2 Патент 2415053 РФ, МПК B64F 5/00. Способ измерения несоконусности лопастей несущего винта вертолёта и устройство для его осуществления / Борисов Ю.А., Левко Г.В., Муравьёв А.Ю. Патентообладатель Борисов Ю.А. – 2009135470/28; заявлено 23.09.2009; опубликовано 27.03.2011; бюл. №9.

3 Патент 6448924 США, МПК G01S 13/56. Microwave blade tracker / John W. Hafer, Jr. Патентообладатель Smiths Aerospace, Inc. – 09/417149; заявлено 12.11.1999; опубликовано 10.09.2002;

4 Патент 9758258 США, МПК B64D 45/00. Rotary wing aircraft blade tracking / Austin Fang Steven P. Lozano. Патентообладатель Sikorsky Aircraft Corp. – 13/688388; заявлено 12.11.2012; опубликовано 29.05.2014;

5 Лазерные приборы и методы измерения дальности. Под редакцией Карасика В.Е. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012. - 96с.

А.В. Попов

РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОДАННЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАГРУЖЕННОСТИ

Аннотация. В работе исследованы классические подходы к потоковой обработке видеоданных на основе различных алгоритмов. Рассмотрены распределенные подходы. Исследованы аналогичные пути решения задачи транспортной загруженности. Предложен модифицированный алгоритм детектирования транспортных средств.

1. Введение

В современном мире задача транспортной загруженности стоит особенно остро. Дорожно-транспортные происшествия, заторы (как следствие, загрязнение воздуха) – вот негативные факторы, влияющие на состояние транспортной ситуации. Решение задачи транспортной загруженности – очень сложная задача. Расширение транспортной инфраструктуры, увеличение размеров тротуаров и расширение автодорог, не может в полной мере разрешить дорожно-транспортную проблему в крупных населенных пунктах.

Современные исследования [1] уходят в разработки интеллектуальных транспортных систем [2], способных прогнозировать движение транспорта на основе мониторинга деятельности для выявления перегрузок на участке. Для лучшего понимания дорожной ситуации, все больше стали полагаться на наблюдение за потоком движения, который бы обеспечивал обнаружение транспортных средств на широкой территории.

Автоматическое обнаружение транспортных средств по данным видеонаблюдения является очень сложной проблемой в компьютерном видении с важ-

ными практическими приложениями, такими как анализ трафика и безопасность. Видеокамеры являются относительно недорогим инструментом наблюдения. Однако просмотр большого объема данных, которые они генерируют, вручную зачастую нецелесообразен. Таким образом, алгоритмы анализа видео, не требующие человеческого вмешательства, могут оказаться куда более полезными.

Системы видеонаблюдения сосредоточены на фоновом моделировании, классификации и отслеживании транспортных средств. Увеличение доступности видеодатчиков и высокопроизводительного оборудования для обработки видео открывает интересные возможности для решения многих проблем понимания видеоданных, среди которых очень важны отслеживание транспортных средств и классификация целей.

Здесь стоит выделить два ключевых аспекта, связанных с отслеживанием движения трафика и распознаванием информации о произошедшем из видеопоследовательностей в режиме реального времени:

1. Видеоданные при проведении анализа должны быть последовательно сегментированы для выделения на них транспортных средств.

2. Поведение этих транспортных средств контролируется (отслеживается) для непосредственного принятия решений.

2. Технологии обнаружения и подсчета транспортных средств в видеопотоке

2.1. Общая схема алгоритма детектирования

Рассмотрим алгоритм распознавания транспортных средств исходя из данных, полученных с камеры наблюдения на участке магистрали.

Рисунок 1 дает представление о детектировании транспортного средства на видеопоследовательности.

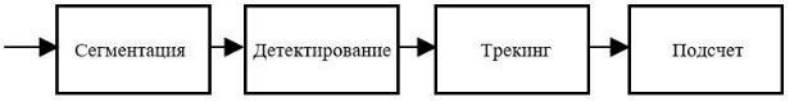


Рис. 1. Концептуальная модель системы обнаружения
и подсчета транспортных средств

Первый кадр рассматривается как эталонный. В качестве входных кадров берутся последующие кадры. Они сравниваются, а фон исключается. Если транспортное средство присутствует во входном кадре, оно будет сохранено. Обнаружение автомобиля отслеживается различными методами: адаптивным фоновым методом и методом анализа больших двоичных объектов [3].

В алгоритме адаптивного вычитания фона первый кадр используется в качестве фона для видеопотока [4]. Архитектура предложенного алгоритма показана на рисунке 2. Полученные видеоданные преобразуются в кадры. На первом этапе вычисляется разница между кадрами (кадры N и N+1). На следующем этапе эти различия сравниваются, а на третьем этапе исключаются пиксели, имеющие одинаковые значения в разнице кадров. Четвертый этап – это этап постобработки, выполняемый над изображением, полученном на третьем этапе,

а пятый этап – обнаружение транспортного средства и регулировка области обнаружения автомобиля. На финальном этапе осуществляется подсчет объектов.

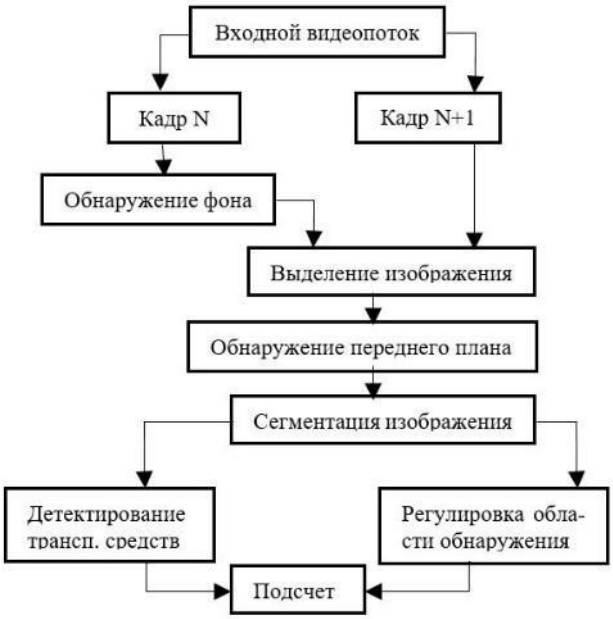


Рис. 2. Схема алгоритма

Общим подходом к обнаружению является извлечение заметных областей из видеопотока с использованием метода фонового моделирования. Проводится вычитание каждого изображения из фоновой сцены. Первый кадр используется как начальный фон и порог результирующего разностного изображения для дальнейшего определения изображения переднего плана. Транспортное средство представляет собой группу пикселей, которые движутся согласованным образом, либо в виде более светлой области на более темном фоне, либо наоборот. Часто транспортное средство может быть того же цвета, что и фон, из-за чего обнаружение становится более трудным.

После регистрации статических транспортных средств фоновое изображение вычитается из видеокадров для получения на переднем плане динамических транспортных средств. Здесь могут быть использованы разные алгоритмы, например, на основе смеси Гауссовских распределений [5,6]. Далее выполняется постобработка для уменьшения шума.

На этапе сегментации [7] изображения выполняются следующие шаги:

- Сегментация областей транспортных средств, представляющих интерес. Обнаружение областей, которые могут содержать неизвестный объект.
- На следующем шаге производится извлечение транспортных средств. Основная цель состоит в уменьшении данных путем измерения определенных объектов, которые различают входные шаблоны.
- На этапе финальной классификации на основе информации, представленной дескрипторами, объекту присваивается метка. Проводится исследование по математической морфологии операторов для сегментации серого изображения.

Всегда существуют помехи: нерегулярное движение объекта, шум и прочие факторы. Кроме того, границы транспортного средства зачастую нечеткие.

Для регулировки изображения используются медианные фильтры, ответ которых основан на упорядочивании (ранжировании) пикселей, содержащихся в области изображения. После регулировки на выходе имеется двоичное изображение обнаруженного транспортного средства.

Отслеживаемое двоичное изображение формирует входное изображение для подсчета. Это изображение сканируется сверху вниз для обнаружения присутствия транспортного средства. Отслеживаются два счетчика: счетчик, который отслеживает количество транспортных средств и регистр-счетчик, который содержит информацию о зарегистрированном транспортном средстве. При обнаружении нового транспортного средства сначала проверяется, зарегистрирован ли он уже в буфере, если транспортное средство не зарегистрировано, то предполагается, что оно является новым транспортным средством и счетчик увеличивается, в противном случае он рассматривается как часть уже существующего транспортного средства и присутствие транспортного средства пренебрегается. Иногда из-за окклюзий два транспортных средства сливаются вместе и рассматриваются, как единое целое.

Есть три распространенных метода сегментации движения [2]. Это метод разности кадров, метод энтропии маски и метод оптической подачи. Метод разности кадров имеет меньшую вычислительную сложность, и его легко реализовать, но в целом он дает плохой результат по извлечению полных форм определенных типов движущихся транспортных средств. Адаптивное вычитание фона использует текущий кадр и эталонное изображение. Если разница между текущим кадром и опорным выше порогового значения, тогда объект рассматривается как движущийся. Метод оптической подачи может обнаружить движущиеся объекты даже когда камера перемещается, но ему нужно больше времени, в виду большей вычислительной сложности. Также метод чувствителен к шуму. Зона движения обычно кажется довольно шумной в реальных изображениях и оптическая оценка потока включает только локальные вычисления. Таким образом, метод оптического потока не может определить точный контур движущегося транспортного средства. Из приведенных выше оценок видно, что существуют некоторые недостатки в традиционных методах обнаружения движущихся транспортных средств.

2.2. Распределенные подходы

Говоря о решении проблемы транспортной загруженности, нельзя не учесть масштаб решаемой задачи. В общем случае объем данных, получаемых с большого числа камер даже за короткий промежуток времени необычайно высок. При этом часть информации может быть бесполезна, другая – повреждена. Для решения в том числе и этих задач могут использоваться разные подходы [8]. Один из наиболее известных – серверный подход. Здесь аналитическая обработка данных выполняется централизовано на видеосервере, либо ПК, средствами CPU или GPU. Главное преимущество данного способа в том, что используемые мощности позволяют использовать иные алгоритмы обработки в дополнении к основным, чтобы улучшить результаты и при этом не ухудшить производительность системы. Другой подход заключается в распределенной

обработке получаемых видеоданных сразу с камер видеонаблюдения. К примеру первичная обработка изображения выполняется прямо на камере видеонаблюдения, а более серьезная постобработка уже выполняется на сервере.

Привлечение распределенных подходов позволяет существенно улучшить результаты работы системы. Использование многопоточности решает проблему обнаружения объектов на кадре – применяются различные алгоритмы для детектирования транспортных средств, к примеру, объект может отслеживаться не только с помощью вычитания фона, но и по линии пересечения, либо с использованием определенных шаблонов для каждого типа объекта (грузовые, легковые, мотоциклы и прочее). Также использование различных шаблонов фона позволяет в значительной степени повысить качество результатов в случае плохой освещенности или плохих погодных условий, а также в разные времена года.

Стоит отметить, что в реальных условиях камера видеонаблюдения находится под воздействием внешних факторов (ветер, осадки), что сказывается на получаемой картинке. Распределенные подходы применяются также для стабилизации изображения, что оказывает существенное влияние на качество результирующих данных и производительность системы.

2.3. Использование геолокационных данных в решении задачи транспортной загруженности

Кардинально иной подход в решении задачи транспортной загруженности может быть применен с использованием спутниковых систем слежения. Системы ГЛОНАСС и GPS позволяют с достаточно высокой точностью определять местонахождение транспортного средства, вычислять скорость его движения и прочие параметры, необходимые для анализа состояния дороги.

Эти системы используются, например, в сервисе Яндекс.Пробки [9]. Человек, находясь за рулём, использует навигатор, который дает сервису знание о местоположении автомобилиста. Анонимные данные об объекте приходят на сервера с периодичностью в несколько секунд. По последовательности точек составляется маршрут движения, определяется скорость транспортного средства. Информация с разных навигаторов на участке магистрали поступает в систему и обрабатывается. Далее алгоритм, в зависимости от результатов анализа, окрашивает участок дороги в тот или иной цвет, тем самым иллюстрируя, насколько загружена дорога. Пользователь в итоге получает карту пробок.

Стоит также отметить, что такие системы, как правило, всегда распределенные, чего требует обработка огромного потока данных. Процессы распараллелены на несколько рабочих серверов для увеличения производительности.

Очевидным преимуществом данного подхода является относительная дешевизна решения. В отличие от подхода с видеодетектированием, здесь не требуется тратить средства на техническое оснащение наблюдаемой области. Спутниковые системы сейчас очень активно используются, а информация от пользователей посредством навигаторов приходит «бесплатно». Остается лишь верно обработать полученные данные. Здесь бывают сложности. К примеру, на пустой дороге проехал один автомобиль с достаточно низкой скоростью. Си-

стема определит, что дорога загружена, так как будет иметь данные о низкой проходимости участка и низкой скорости движения. Другой пример – отслеживание транспортных средств при прохождении через участки, где спутниковое детектирование недоступно, например, в длинных тоннелях. В таких случаях алгоритм просто теряет пользователя, так как он отсутствует слишком продолжительный промежуток времени. Ну и наконец разные типы транспортных средств могут негативно сказаться на вычислении пропускной способности (велосипедисты, мотоциклисты и т.д.), хотя эта проблема наименее значимая.

Использование же системы видеодетектирования в данном случае дает более точные результаты: тип средства определяется исходя из маски, камеры могут быть установлены в труднодоступных местах, где отсутствует связь со спутником, а проблема с неверным определением загруженности участка и вовсе не стоит – камера работает в режиме реального времени.

Рассмотренные «неинвазивные» подходы [10,11] (не предполагающие вмешательство в дорожное покрытие) сейчас выглядят более предпочтительными. Однако стоит упомянуть также об «инвазивных» подходах, к которым относятся:

- Индуктивные детекторы [12,13],
- Пневматические дорожные каналы [14],
- Пьезоэлектрические сенсоры [11].

В настоящей работе рассматривается решение задачи детектирования транспортных средств.

3. Алгоритм детектирования транспортных средств

Типичной проблемой классических алгоритмов являются окклюзии. Основываясь на известных подходах в данной работе предложен другой способ для отслеживания, так называемый метод сканирования с помощью матрицы. Данный метод позволит улучшить результаты, определять транспортное средство с большей вероятностью.

Метод состоит из двух этапов. На первом матрица выходного изображения сканируется горизонтально, начиная с первого координатного значения по оси X, суммируются пиксельные значения в соответствующем столбце. Значение координат по оси X увеличивается на единицу и вычисляется общее пиксельное значение в следующем столбце. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет найдено последнее значение в направлении X. В результате вычисляются общие пиксельные значения каждого столбца. Каждое общее значение сравнивается с определенным пороговым значением, чтобы определить координату X, где транспортное средство начинается или заканчивается в пределах изображения. На втором этапе метод горизонтального сканирования повторяется вертикально, таким образом, вычисляя общее значение пикселя в каждой строке, а затем применяя пороговое значение для определения координат Y, где транспортное средство начинается или заканчивается в пределах изображения. Фоновое изображение, содержащее транспортное средство, однородно, так как оно уже установлено в белый или черный цвет в конце первой фазы. Кадры представляются в черно-белом формате – бинарное изображение, по которым

происходит обнаружение объекта. Отслеживаемое бинарное изображение формирует входное изображение для подсчета. Изображение сканируется сверху вниз для обнаружения присутствия транспортного средства.

4. Результаты эксперимента

В таблице 1 представлены результаты работы алгоритма. Показан входной кадр, его бинарная адаптация, по которой определяется область движущегося объекта.

Таблица 1. Результаты детектирования

№	Входной кадр	Бинарное изображение	Обнаружение
1			
2			
3			

На рисунке 3 представлен интерфейс системы, использующий описанный выше алгоритм для детектирования транспортных средств.

Проведенные тесты в условиях хорошей освещенности показали хорошую работоспособность алгоритма – в 90% случаев транспортное средство детектируется корректно, в 10% случаев происходили окклюзии. Однако сторонние факторы оказывают влияние на работу алгоритма. Например, результаты ухудшаются в темное время суток или во время дождя. Решения этих задач планируется достичь комбинированием классических подходов с распределенными.

5. Заключение

В работе рассмотрена система, позволяющая решать задачу транспортной загруженности магистрали на основе данных видеонаблюдения. Предложена модификация базового алгоритма детектирования транспортных средств. Рассмотрены распределённые подходы, которые применяются для улучшения производительности и точности работы системы. Также рассмотрены иные подходы, применяющиеся для решения поставленной задачи.



Рис. 3. Интерфейс системы

Отмечается, что подход видеодетектирования объектов обладает рядом преимуществ, которые позволяют покрыть недостатки иных подходов. Однако существенным недостатком выглядит количество требуемого оборудования. Для минимизации затрат и повышения качества системы могут быть использованы комбинированные подходы.

Литература

[1] Synh Ha, Long Hoang Pham, Ha Manh Tran, Phong Ho, "Improved Vehicles Detection & Classification Algorithm for Traffic Surveillance System", Journal of Information Assurance and Security, MIR Labs, USA (2014)

[2] Tsai Y.M., Tsai C.C., Huang K.Y., Chen L.G., "An intelligent vision-based vehicle detection and tracking system for automotive applications", Proceedings of the IEEE International Conference on Con-sumer Electronics, 113–114 (2011)

[3] Toufiq P., Ahmed Egammal, Anurag Mittal, "A Framework for Feature Selection for Background Subtraction", Proceedings of the 2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, 1916-1923 (2006)

[4] Chris Stauffer, W.E.L. Grimson, "Adaptive back-ground mixture models for real-time tracking", Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, 252 (1999)

[5] Antoine Monnet, Anurag Mittal, Nikos Paragios, Visvanathan Ramesh, "Background modeling and subtraction of dynamic Scenes", Proceedings of the Ninth IEEE International Conference on Computer Vision – Vol. 2, 1305 (2003)

[6] Sun J., Zhang W., Tang X., Shum H.Y., "Back-ground Cut", ECCV'06, Lecture Notes in Computer Science, 3952 (2006)

[7] Shotton J., Blake A., Cipolla R., “Contour-based Learning for Object Detection”, Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Computer Vision, Vol. 1, 503–510 (2005)

[1] [8] “Интеллектуальные системы видеонаблюдения” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://video-praktik.ru/st_intellektualnoe_videonabljudenie.html (6.11.2017).

[2] [9] “Как работают Яндекс.Пробки” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/company/technologies/yaprobki (13.11.2017).

[10] Traffic counting methods [Electronic resource]. — Access mode: http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch9en/meth9en/ch9m2en.html (13.11.2017)

[11] A summary of vehicle detection and Surveillance Technologies used in Intelligent Transportation Systems [Electronic resource]. — Access mode: http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs/vdstits2007/vdstits2007.pdf (15.11.2017)

[12] Marsh Products, Inc. [Electronic resource]. — Access mode: http://www.marshproducts.com (15.11.2017)

[13] RAI Products [Electronic resource]. — Access mode: http://www.raiproducts.com/vehicle-detection-systems.html (16.11.2017)

[14] International Road Dynamics Inc. [Electronic resource]. — Access mode: http://www.irdinc.com/products/sensors_accessories/on_road_sensors/ (16.11.2017)

В.В. Солдаткин, И.Ф. Мингазов, А.Р. Мустафин, Д.Н. Нурутдинова

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА С НЕПОДВИЖНЫМ АЭРОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЕМНИКОМ НА ХАРАКТЕРНЫХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Измерение воздушных сигналов на борту одновинтового вертолета затрудняется значительными аэродинамическими возмущениями, вносимыми индуктивными потока вихревой колонны несущего винта [1].

Указанные ограничения отсутствуют в оригинальной системе воздушных сигналов, в которой для целей измерения используется информация аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта, которая с помощью неподвижного аэрометрического приемника [2, 3] (см. рисунок).

Восприятие параметров набегающего воздушного потока осуществляется многоканальным проточным аэрометрическим приемником 1 [4]. Для восприятия информации о параметрах результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта на наружной поверхности верхнего экранирующего диска 3 многоканального проточного аэрометрического приемника установлен

дополнительный аэрометрический приемник 7 в виде полусферы с диаметром, равным диаметру верхнего экранирующего диска.

На стоянке до запуска силовой установки, используя методику работы [4] по номеру *i*-ой трубки полного давления, в которой давление P_i наибольшее, определяется первое приближение ψ_{mi} угла направления вектора ветра W $\psi_{mi} = \frac{360}{n} i$, где n – количество расположенных под одинаковым углом трубок полного давления. Второе приближение угла ψ вектора ветра $\boldsymbol{W}$ будет определяться выражением [4]

$$\psi = \psi_{mi} \pm (\theta_{\max} - \theta_x) t_0, \qquad (1)$$

где t_0 – координатный шаг сплайн-функции, аппроксимирующей полином $P_i = f(\theta)$ в безразмерной системе координат, например при $n = 6$, $t_0 = 60^o$; θ_x и $\theta_{\max}$ – безразмерные координаты углового положения *i*-ой трубки полного давления и положения трубки, соответствующей давлению $P_{i\max}$.

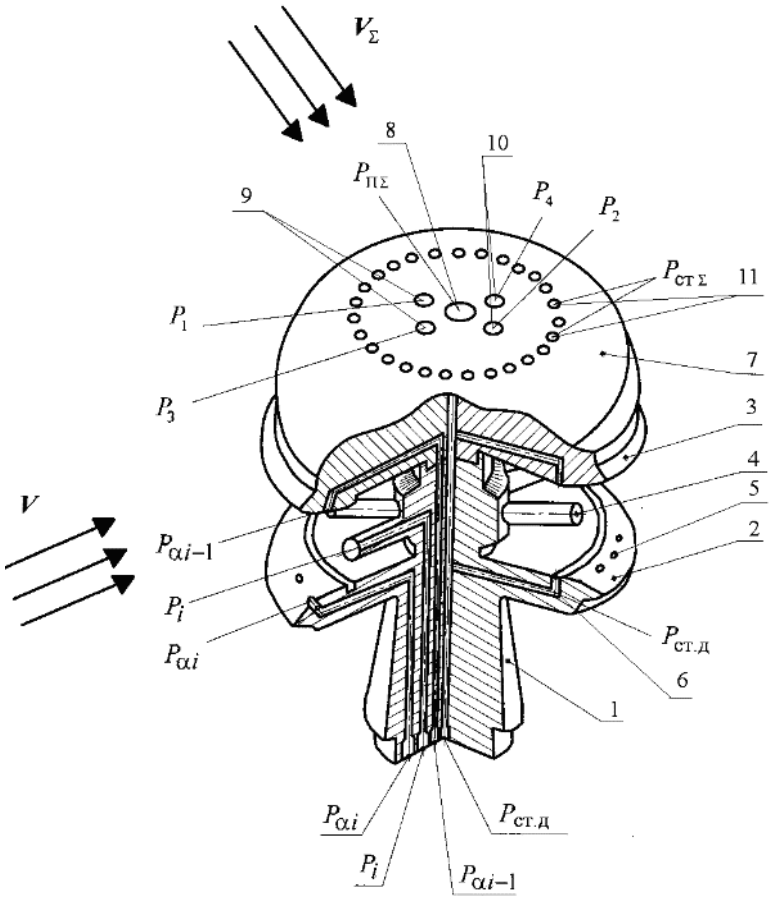


Рисунок 1 – Конструктивная схема
неподвижного аэрометрического приемника

Величина W скорости ветра определяется по выражению вида [5]

$$W = \sqrt{\frac{2}{\rho_{H_0}}(P_{i\max} - P_{H_0})} = \sqrt{\frac{2P_{H_0}T_0}{P_0 T_{H_0}\rho_0}(P_{i\max} - P_{H_0})}, \quad (2)$$

где $\rho_{H_0} = \rho_0 \frac{P_{H_0}T_0}{T_{H_0}P_0}$ – плотность воздуха на высоте стоянки H_0; P_{H_0} и T_{H_0} – статическое давление и абсолютная температура на высоте стоянки H_0; P_0 = 760 мм рт.ст. = 101325 Па, T_0 = 288,15 К и ρ_0=1,225 кг/м^3 – статическое давление, абсолютная температура и плотность воздуха на высоте H=0.

Давление P_{H_0} и температура T_{H_0} на высоте стоянки H_0 вертолета определяются по давлению $P_{\text{СТ.Д}}$, воспринимаемому неподвижным проточным аэрометрическим приемником, и по показаниям приемника температуры торможения $T_{\text{Т}}$.

На стоянке при запуске силовой установки, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных и полетных режимах с малыми рабочими скоростями по полному $P_{\text{ПΣ}}$ и статическому $P_{\text{СТΣ}}$ давлениям вычисляется скорость V_Σ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта [3]:

$$V_\Sigma = \sqrt{\frac{T_{\text{ТΣ}}\left[\left(\frac{\Delta P_\Sigma}{P_{\text{СТΣ}}}+1\right)^{0,285714285} - 1\right]}{3{,}840034\cdot 10^{-5}\left(\frac{\Delta P_\Sigma}{P_{\text{СТΣ}}}+1\right)^{0,285714285}}}, \quad (3)$$

где $\Delta P_\Sigma = P_{\text{ПΣ}} - P_{\text{СТΣ}}$; $T_{\text{ТΣ}}$ – температура торможения результирующего воздушного потока, в градусах Кельвина; V_Σ – в км/ч.

Тогда составляющие V_x, V_y, V_z, величина $V_{\text{В}}$ вектора $\mathbf{V}_{\text{В}}$ истинной воздушной скорости, углы атаки α и скольжения β вертолета, статическое давление P_H, плотность ρ_H, барометрическая высота H и приборная скорость $V_{\text{пр}}$ вертолета определяются в соответствии с соотношениями вида [3]:

$$V_x = V_\Sigma \sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9K_1(\varphi_2, V_\Sigma)\sin 2\varphi_{01}}\frac{\Delta P_1}{\Delta P_\Sigma}\right)\right]\times$$

$$\times\cos\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9K_2(\varphi_1, V_\Sigma)\sin 2\varphi_{02}}\frac{\Delta P_2}{\Delta P_\Sigma}\right)\right] - K_{ix}|V_{i0}| - (\omega_y z - \omega_x y);$$

$$V_y = V_\Sigma \cos\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9K_1(\varphi_2, V_\Sigma)\sin 2\varphi_{01}}\frac{\Delta P_1}{\Delta P_\Sigma}\right)\right]\times$$

$$\times\cos\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9K_2(\varphi_1, V_\Sigma)\sin 2\varphi_{02}}\frac{\Delta P_2}{\Delta P_\Sigma}\right)\right] - K_{iy}|V_{i0}| - (\omega_z x - \omega_x z);$$

$$V_z = V_\Sigma \sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9K_2(\varphi_1, V_\Sigma)\sin 2\varphi_{02}}\frac{\Delta P_2}{\Delta P_\Sigma}\right)\right] - K_{iz}|V_{i0}| - (\omega_x y - \omega_y x);$$

$$V_\text{В} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2};$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{V_y}{V_x};\quad \beta = \arcsin\frac{V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}} = \arcsin\frac{V_z}{V_\text{В}};\quad P_H = P_{\text{СТ}\Sigma} - K_P\frac{\rho_\Sigma V_\Sigma^2}{2};$$

$$H_\text{абс} = H = \frac{T_0}{\tau}\left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0}\right)^{\tau R}\right];\quad \rho_H = \rho_0\frac{P_H T_0}{P_0 T_H};$$

$$V_\text{пр} = \sqrt{2gRT_0\frac{k}{k-1}\left[\left(\frac{P_\text{дин}}{P_0}\right)^{\frac{k}{k-1}}\right]};\quad P_\text{дин} = 0{,}5\rho_H V_\text{В}^2, \tag{4}$$

где R и k – удельная газовая постоянная и показатель адиабаты для воздуха; V_{i0} – модуль вектора индуктивной скорости несущего винта вертолета на режиме висения; τ – температурный градиент; $K_1(\varphi_2, V_\Sigma)$ и $K_2(\varphi_1, V_\Sigma)$ – коэффициенты, учитывающие взаимное влияние углов φ_1 и φ_2 на распределение давлений P_1, P_2 и P_3, P_4; K_P – коэффициент, учитывающий искажения статического давления $P_{\text{СТ}\Sigma}$; $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – угловые скорости вращения вертолета относительно осей связанной системы координат; x, y, z – координаты места установки аэрометрического приемника.

Используя информацию о величине путевой скорости $V_\text{п}$ и углу сноса $\psi_\text{с}$ вертолета от доплеровского измерителя скорости и угла сноса (ДИСС), можно определить величину W и направление ψ вектора ветра **W** или продольную W_x и боковую W_z составляющие вектора ветра на взлетно-посадочных режимах [5]:

$$\Psi = \beta + \psi_\text{с};\quad W_x = V_x - V_\text{п}\cos\psi;\quad W_z = V_z - V_\text{п}\sin\psi;\quad W = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}. \tag{5}$$

При скоростях полета когда неподвижный многофункциональный аэрометрический приемник выходит из зоны вихревой колонны несущего винта воздушные параметры движения вертолета и состояния атмосферы определяются в соответствии с алгоритмами

$$V_\text{В} = \sqrt{\frac{2}{\rho_H}(P_{i\max} - P_H)} = \sqrt{\frac{2P_0T_H}{\rho_0 P_H T_0}(P_{i\max} - P_H)}, \tag{6}$$

где $\rho_H = \rho_0 \dfrac{P_H T_0}{P_0 T_H}$ – плотность воздуха на высоте полета H;

$$\psi = \beta = \psi_{mi} \pm (\theta_{\max} - \theta_x) t_0. \quad (7)$$

Статическое давление P_H и абсолютная температура T_H на высоте H вертолета определяются по статическому давлению $P_{\text{СТ.Д}}$ по формуле [5]:

$$H = \frac{T_0}{\tau}\left[1 - \left(\frac{P_{\text{СТ.Д}}}{K_p P_0}\right)^{\tau R}\right]. \quad (8)$$

По давлениям $P_{\alpha i}$ и $P_{\alpha i-1}$ определяется угол атаки α вертолета [5]

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{2\sin 2\varphi_{0\alpha}} \frac{P_{\alpha i} - P_{\alpha i-1}}{P_{i\max} - P_{\text{СТ.Д}}}\right), \quad (9)$$

где $\varphi_{0\alpha}$ – угол расположения приемных отверстий по каналу угла атаки.

Параметры вектора ветра $\boldsymbol{W}$ определяются по соотношениям (5).

Таким образом, предлагаемая система обеспечивает интегральное измерение всех воздушных параметров движения вертолета и состояния атмосферы на всех режимах эксплуатации, что выгодно отличает ее от традиционных распределенных средств измерения, определяет перспективы применения системы на вертолетах различных классов и назначения.

Литература

[1] Козицин В.К., Макаров Н.Н., Порунов А.А., Солдаткин В.М. Анализ принципов построения систем измерения воздушных сигналов вертолета // Авиакосмическое приборостроение. – 2003. – №10. – С.2-13.

[2] Патент РФ на изобретение №2427844, МПК G01P 5/14. Система воздушных сигналов вертолета / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, А.А. Порунов, А.В. Никитин, Н.Н. Макаров, В.И. Кожевников, В.П. Белов, Д.А. Истомин. Заявл. 09.03.2010. Опубл. 27.08.2011. Бюл. №24.

[3] Солдаткин В.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации вихревой колонны несущего винта: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. 284с.

[4] Порунов А.А., Солдаткин В.В., Солдаткин В.М. Методология построения и модели информативных сигналов неподвижного многоканального проточного аэрометрического приемника системы воздушных сигналов вертолета // Известия вузов. Авиационная техника. – 2010. – №4. – С.58-63.

[5] Никитин А.В., Солдаткин В.В., Солдаткин В.М. Система измерения параметров вектора ветра на стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2013. – №6. – С.64-70.

В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, А.А. Майоров

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОЛЕТА С НЕПОДВИЖНЫМ НЕВЫСТУПАЮЩИМ ПРИЕМНИКОМ НАБЕГАЮЩЕГО ВОЗДУШНОГО ПОТОКА[1]

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

Традиционные системы воздушных сигналов самолета реализуют аэродинамический метод, использующие для целей измерения информацию о параметрах набегающего воздушного потока. Для ее восприятия используются вынесенные в набегающий воздушный поток распределенные по фюзеляжу флюгерные датчики аэродинамических углов, приемников воздушных давлений, приемников температуры торможения, которые нарушают аэродинамику самолета, снижают надежность работы системы в реальных условиях эксплуатации [1].

Возможность получения информации о всех воздушных сигналах с помощью одного интегрированного неподвижного невыступающего приемника набегающего воздушного потока реализуется в системе воздушных сигналов на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости (см. рисунок) [2].

В основу построения системы положен оригинальный ионно-меточный датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с логометрическим информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки [3, 4].

Датчик содержит систему приемных электродов 1, электроды 3 которые расположены на одинаковом расстоянии по окружности радиуса R с центром в точке 2 генерации ионной метки. Приемные электроды 3 соединены со входами предварительных усилителей ПУ канала регистрации ионных меток, расположенных в блоке предварительных усилителей БПУ.

При попадании траектории ионной метки в i-ый грубый канал текущее значение измеряемого аэродинамического угла определяется как $\alpha = i\alpha_0 + \alpha_p$, где α_0 – угол, охватывающий рабочий сектор грубого канала отсчета (при $i_{\max} = 4,\ \alpha_0 = 90°$); i – номер рабочего сектора.

Сигналы, пропорциональные синусу $A\sin\alpha_i$ и косинусу $A\cos\alpha_i$, измеряемого угла α_i в рабочем секторе грубого канала обрабатываются в вычислительном устройстве, на выходе которого выдается цифровой код N_α, связанный со

[1] Работа выполнена по гранту РФФИ № 18-08-00264

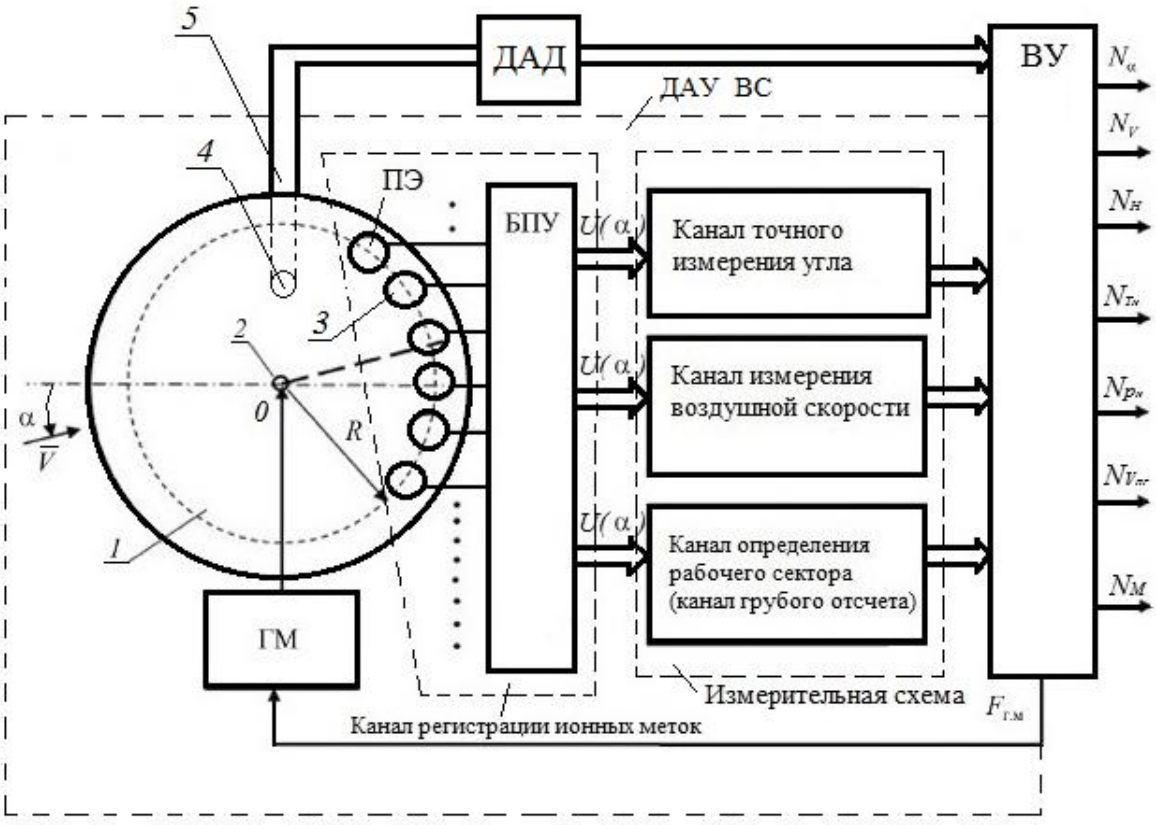


Рисунок 1 – Функциональная схема системы воздушных сигналов на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной сокрости с вписанным в его обтекаемую поверхность приемником статического давления

значением α_p измеряемого аэродинамического угла точного канала соотношению $\alpha_p = \operatorname{arctg}\dfrac{A\sin\alpha_i}{A\cos\alpha_i}$, где α_i – текущее значение угла в пределах *i*-го сектора.

При работе канала измерения истинной воздушной скорости формируется интервал времени τ_V пролета ионной метки расстояния R от точки генерации ионной метки до окружности с приемными электродами. В соответствии с интервалом времени τ_V в вычислительном устройстве вырабатывается цифровой код N_V, пропорциональный истинной воздушной скорости $V_{\text{В}} = \dfrac{R}{\tau_V}$.

Для обеспечения одновременного измерения всех воздушных сигналов самолета предложена на внешней поверхности системы приемных электродов датчика расположить отверстие-приемник 4 (см рисунок) для забора статического давления P_H, которое пневмоканалом 5 связано со входом датчика абсолютного давления ДАД, например цифрового, выход которого подключен ко входу вычислительного устройства ВУ. Вычислительное устройство выполнено в виде вычислителя, реализующего как алгоритмы определения аэродинамического угла и истинной воздушной скорости, так и алгоритмы определения дру-

гих воздушных сигналов самолета.

По воспринимаемому статическому давлению P_H определяется текущая абсолютная барометрическая высота полета по формулам [5]

а) при -2000м<H<11000м $$H = \frac{T_0}{\tau}\left[1-\left(\frac{P_H}{P_0}\right)^{\tau R}\right]; \quad (1)$$

б) при 11000м≤H <15000м $$H = H_{11} + RT_{11}\ln\frac{P_{11}}{P_H}.$$

(2)

где $T_0 = 288{,}15°\text{К}$ – средняя абсолютная температура на уровне моря; $P_0 = 101325\text{Па} = 760\text{мм.рт.ст.}$ – среднее абсолютное давление на уровне моря; $\tau = 0{,}0065°\text{К/м}$ – температурный градиент, определяющий изменение абсолютной температуры воздуха T_H при измерении высоты; $R = 29{,}27125\,\text{м/К}$ – газовая постоянная; T_H, P_H – абсолютные температура и давление на текущей высоте H; $T_{11} = 216{,}65°\text{К}$ и $P_{11} = 22632\,\text{Па} = 169{,}754\,\text{мм.рт.ст.}$ – абсолютная температура и давление воздуха на высотах $H_{11} = 11000\,\text{м}$.

Истинную воздушную скорость $V_\text{В}$ самолета, измеренную ионно-меточным датчиком, можно представить в виде [1]

$$V_\text{В} = \sqrt{2gRT_H\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(\frac{P_\text{дин}}{P_H}+1\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}, \quad (3)$$

где $g = 9{,}80665\,\text{м/с}^2$ – ускорение силы тяжести; $k = 1{,}4$ – показатель адиабаты для воздуха; $P_\text{дин} = \frac{\rho_H V_\text{В}^2}{2}$ – скоростной напор (динамическое давление) набегающего воздушного потока; ρ_H – плотность воздуха на высоте полета H.

Соотношение (3) устанавливает неявную, но однозначную связь измеряемой ионно-меточным датчиком истинной воздушной скорости $V_\text{В}$ с абсолютной температурой T_H воздуха на высоте полета H, например вида

$$T_H = \frac{V_\text{В}^2}{2gR\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}V_\text{В}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}. \quad (4)$$

Используя измеренное ионно-меточным датчиком значение $V_\text{В}$ можно определить приборную скорость полета по формуле [2, 3]

$$V_{\text{пр}} = \sqrt{2gRT_0\left(\frac{k}{k-1}\right)\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}. \quad (5)$$

Выражение для вычисления числа Маха-Маевского, характеризующее отношение истинной воздушной скорости к скорости звука $a_H = \sqrt{kgRT_H}$ на данной высоте *H*, при дозвуковой скорости полета будет иметь вид [2, 3]:

$$M = \frac{V_{\text{В}}}{a_H}\sqrt{\frac{2}{k-1}\left[\left(1+\frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H}V_{\text{В}}^2\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}. \quad (6)$$

Для исключения влияния угла скольжения на работу канала угла атаки необходимо использовать два ионно-меточных датчика, устанавливаемых на правом и левом сторонах фюзеляжа, при этом показания выходных сигналов по углу атаки обоих датчиков усредняются, снижая случайную составляющую погрешности измерения угла атаки самолета. Аналогично усредняются и выходные сигналы по другим высотно-скоростным параметрам, уменьшая случайную погрешность их измерения. Для измерения угла скольжения система приемных электродов еще одного ионно-меточный датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости располагается в азимутальной плоскости рыскания. При этом использование трех неподвижных невыступающих приемников потока решает задачу резервирования измерительных каналов и повышения точности и надежности работы рассматриваемой системы. При этом использование одного интегрированного датчика с неподвижным невыступающим приемником набегающего воздушного потока, цифровой выход по всем выходным сигналам системы, естественная возможность резервирования определяют конкурентные преимущества рассматриваемой системы.

Литература

[1] Алексеев Н.В., Вождаев Е.С., Кравцев В.Г. и др. Системы измерения воздушных сигналов нового поколения / Авиакосмическое приборостроение. 2003. №8. С. 31-36.

[2] Крылов Д.Л., Солдаткина Е.С. Система воздушных сигналов самолета с неподвижным приемником потока // Известия вузов. Авиационная техника. 2015. №4. С. 99-104.

[3] Патент на изобретение №2445634, МПК G01P 5/14. Меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости / Ганеев Ф.А., Солдаткин В.М., Уразбахтин И.Р., Макаров Н.Н., Кожевников В.И. Заявл. 05.03.2010. №2010118253/28. Опубл. 20.03.2012. Бюл. №8.

[4] Ганеев Ф.А., Солдаткин В.М. Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки // Известия вузов. Авиационная техника. 2010. №3. С. 46-50.

[5] Браславский Д.Л., Логунов С.С., Пельпор Д.Л. Авиационные приборы и автоматы: Учебник для авиационных вузов. М.: Машиностроение, 1978. 432с.

В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, А.В. Никитин,
Е.О. Арискин, Р.В. Солдаткин

ПОСТРОЕНИЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТОЛЕТА НА ОСНОВЕ НЕПОДВИЖНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ПРИЕМНИКА С ИОННО-МЕТОЧНЫМИ И АЭРОМЕТРИЧЕСКИМИ КАНАЛАМИ*

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

На работу бортовых средств измерения воздушных параметров на стоянке, стартовых и взлетно-посадочных режимах, при полете с малыми скоростями оказывают существенное влияние индуктивные потоки вихревой колонны несущего винта, ограничивающие использование традиционных для самолета средств измерения [1].

Широкие возможности по преодолению указанных ограничений открываются при использовании информации аэродинамического поля вихревой колонны несущего винта [2]. Однако при использовании неподвижного многофункционального аэрометрического приемника возникает необходимость защиты большого числа трубок полного давления набегающего воздушного потока, установленных в его проточном канале, от обледенения, попадания пыли, влаги, засорения и забивания частицами набегающего потока.

Указанные недостатки устраняются в системе воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного комбинированного приемника с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами, функциональная схема которой приведена на рисунке. В основу построения рассматриваемой системы положен оригинальный панорамный ионно-меточный датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [3, 4], измеряющий скорость V и направление α набегающего воздушного потока.

Перпендикулярно системе приемных электродов *1* панорамного ионно-меточного датчика аэродинамического угла и воздушной скорости на стойках *3* установлен неподвижный полусферический аэрометрический приемник *2*.

Для восприятия информации о параметрах вихревой колонны несущего винта на поверхности полусферического аэрометрического приемника *11* расположены отверстия *12* для забора полного давления $P_{\Pi\Sigma}$ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта, отверстия *13, 14* и *15, 16* для забора давлений P_1, P_2 и P_3, P_4, определяющих углы φ_1 и φ_2 положения вектора скорости $\overline{V_\Sigma}$ относительно оси симметрии полусферического приемника

* Работы выполнена по гранту РФФИ №18-08-00264

в плоскости, параллельной продольной оси вертолета, и в плоскости, перпендикулярной продольной оси вертолета, а также отверстия *17* для забора статического давления $P_{СТ\Sigma}$ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта.

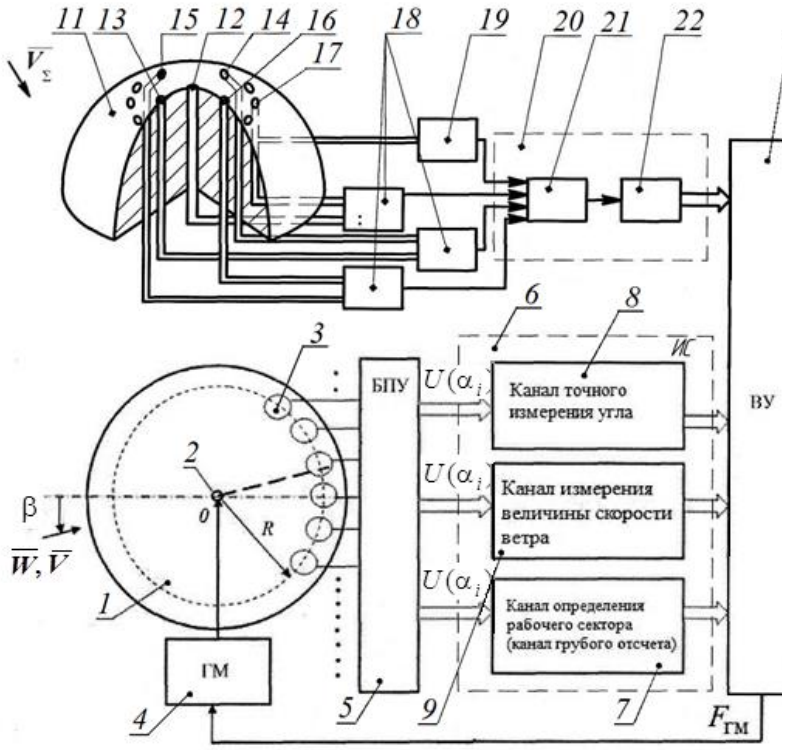


Рисунок 1 – Функциональная схема измерения воздушных сигналов вертолета с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами

На стоянке до запуска силовой установки входными сигналами ионно-меточного измерительного канала являются скорость $W_г$ и угол направления ψ вектора горизонтального ветра $\overline{W_г}$ относительно продольной оси вертолета, которые определяются по информации ионно-меточного датчика в соответствии с соотношениями

$$W_г = \frac{R_0}{\tau_W}, \qquad \psi = i\alpha_0 + \alpha_р, \qquad \alpha_р = \operatorname{arctg}\frac{U\sin\alpha_i}{U\cos\alpha_i}, \tag{1}$$

где α_0 – угол, охватывающий рабочий сектор грубого канала отсчета (при $i_{max} = 4$, $\alpha_0 = 90°$); i – номер рабочего сектора ($i = \overline{1,4}$); $\alpha_р$ – значение измеряемого угла в пределах i-го рабочего сектора; U – амплитуда сигналов, снимаемых с блока предварительных усилителей БПУ; τ_W – интервал времени пролета ионной метки расстояния R от точки генерации до окружности с приемными электродами *3*.

На стоянке при запуске силовой установки и вращении несущего винта, при рулении и маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных режимах в работу включается второй – аэрометрический канал.

По полному $P_{П\Sigma}$ и статическому $P_{СТ\Sigma}$ давлениям и температуре $T_{Т\Sigma}$ торможения, воспринимаемой приемником температуры торможения, установленным на фюзеляже в зоне действия вихревой колонны несущего винта можно определить величину (модуль) вектора скорости $\overline{V_\Sigma}$ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта [2]:

$$V_{\Sigma} = 44{,}826\sqrt{\frac{T_{T\Sigma}\left[\left(\frac{P_{\Pi\Sigma}-P_{CT\Sigma}}{P_{CT\Sigma}}+1\right)^{0,2857143}-1\right]}{\left(\frac{P_{\Pi\Sigma}-P_{CT\Sigma}}{P_{CT\Sigma}}+1\right)^{0,2857143}}}, \qquad (2)$$

где параметры, входящие в формулу (2) имеют размерности в единицах системы СИ.

Продольная и боковая составляющие V_x, V_z и величина (модуль) $V_в$ вектора истинной воздушной скорости $\overline{V}_в$, углы атаки α и скольжения β вертолета, статическое давление P_H и барометрическая высота H будут определяться соотношениями [2]:

$$V_x = V_{\Sigma}\sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{01}}\frac{P_1-P_2}{P_{\Pi\Sigma}-P_{CT\Sigma}}\right)\right]\times$$

$$\times\cos\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}}\frac{P_3-P_4}{P_{\Pi\Sigma}-P_{CT\Sigma}}\right)\right]-K_{ix}V_{i0}-(\omega_y z-\omega_x y);$$

$$V_z = V_{\Sigma}\sin\left[\frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{4}{9\sin 2\varphi_{02}}\frac{P_3-P_4}{P_{\Pi\Sigma}-P_{CT\Sigma}}\right)\right]-K_{iz}V_{i0}-(\omega_x y-\omega_y x);$$

$$V_в=\sqrt{V_x^2+V_y^2+V_z^2};\quad \alpha=\operatorname{arctg}\frac{V_y}{V_x};\quad \beta=\arcsin\frac{V_z}{V_В}; \qquad (3)$$

$$P_H = P_{CT\Sigma}-K_p\frac{\rho_{\Sigma}V_{\Sigma}^2}{2};\qquad \rho_{\Sigma}=\frac{P_{CT\Sigma}}{287{,}05287T_{T\Sigma}}\left(\frac{P_{\Pi\Sigma}-P_{CT\Sigma}}{P_{CT\Sigma}}+1\right)^{0,2857143};$$

$$H=\frac{T_0}{\tau}\left[1-\left(\frac{P_H}{P_0}\right)^{\tau R}\right],$$

где P_0=101325 Па и T_0=288,15 К – абсолютное давление и абсолютная температура воздуха на высоте H = 0 стандартной атмосферы; $R_в$ – удельная газовая постоянная воздуха (R = 287,05287 Дж/кг·К); τ – температурный градиент (τ = 0,0065 К/м); $K_р$ – безразмерный коэффициент, определяющий связь $P_{CT\Sigma}$ и P_H, который определяется при летных испытаниях для конкретного типа вертолета и места установки на фюзеляже неподвижного панорамного ионно-меточного датчика аэродинамического угла и воздушной скорости; K_{ix}, K_{iy} и K_{iz} – безразмерные коэффициенты, определяемый аналогично $K_р$; ω_x, ω_y, ω_z – угловые скорости вращения вертолета относительно осей связанной системы координат; x, y, z – координаты места установки датчика.

Используя информацию о величине $V_п$ и угле сноса ψ_c вектора путевой скорости $\overline{V}_п$ от доплеровского измерителя скорости и угла сноса (ДИСС) и о составляющих вектора $\overline{V}_в$ от аэрометрического канала параметры горизонталь-

ного вектора ветра $\overline{W_г}$ на взлетно-посадочных режимах вертолета будет определять соотношениями:

$$W_x = |V_x| - V_п \cos\psi_с;\ W_z = |V_z| - V_п \sin\psi_с;\ \psi = \beta + \psi_с;\ W_г = \sqrt{W_x^2 + W_z^2}. \quad (4)$$

При скоростях полета, когда неподвижный датчик первичной информации системы измерения воздушных параметров вертолета выходит из зоны вихревой колонны несущего винта по информации ионно-меточного измерительного канала по соотношениям, аналогичным (1) определяются параметры вектора $V_в$

$$V_в = \frac{R_0}{\tau_W}, \qquad \beta = i\alpha_0 + \alpha_р, \qquad \alpha_р = \operatorname{arctg}\frac{U\sin\alpha_i}{U\cos\alpha_i}. \quad (4)$$

Для определения барометрической высоты H на наружной поверхности платы 1 с приемными электродами (рисунок) ионно-меточного датчика располагается отверстие-приемник для забора статического давления P_H. Тогда барометрическая высота H будет определяться соотношением [1]

$$H = \frac{T_0}{\tau}\left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0}\right)^{\tau R}\right]. \quad (5)$$

Вертикальная воздушная скорость V_y будет определяться путем вычисления производной по времени от барометрической высоты

$$V_y = \frac{dH}{dt} = \frac{H(t_i) - H(t_{i-1})}{t_i - t_{i-1}}, \quad (6)$$

где t_i и t_{i-1} – текущий и предшествующие моменты времени, в которых произведены вычисления барометрической высоты.

Тогда угол атаки вертолета можно определить, используя соотношение

$$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{V_y}{V_x} = \frac{V_y}{V_в \cos\beta}. \quad (7)$$

Применение рассмотренной системы измерения воздушных параметров на различных классах вертолетов позволяет повысить безопасность эксплуатации и эффективность решения полетных задач.

Литература

[1] Козицин В.К., Макаров Н.Н., Порунов А.А., Солдаткин В.М. Анализ принципов построения систем измерения воздушных сигналов вертолета // Авиакосмическое приборостроение. – 2003. – №10. – С.2-13.

[2] Солдаткин В.В. Система воздушных сигналов вертолета на основе неподвижного аэрометрического приемника и информации вихревой колонны несущего винта: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. 284с.

[3] Патент РФ на изобретение №2445634, МКИ G01P5/14. Меточный датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости / Ф.А. Ганеев, В.М. Солдаткин, И.Р. Уразбахтин, Н.Н. Макаров, В.И. Кожевников. Заявл. 05.05.2010. № 2010118253/28. Опубл. 20.03.2012. – Бюл. №8.

О.В. Табаков, Е.В. Добрынин, Т.В. Бошкарева

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время на сети железных дорог переменного тока для компенсации реактивной энергии на тяговых подстанциях устанавливают компенсирующие устройства. Компенсирующие устройства- это установки, предназначенные для компенсации емкостной или индуктивной составляющей переменного тока. Компенсирующие устройства по способу включения в систему разделяют на 2 вида: устройства продольной и поперечной компенсации.

Для определения эффективности использования компенсирующих устройств реактивной мощности было проведено моделирование пропуска поездов по участку переменного тока Приволжской железной дороги.

Для определения эффективности компенсирующих устройств (КУ) было произведен расчет с включенными и отключенными КУ на тяговых подстанциях. Результаты расчетов сведены в табл.1-2.

Таблица 1 - Сводный отчёт расхода электроэнергии в режиме с включенными КУ

Наименования энергосистем подстанции	Полный,кВАч	Активн, кВтч		Реакт, кварч		Потери в тр-ах	
		приём	возвр.	приём	возвр.	нагруз.	х.х.
Петров Вал	68717	52694	8	53574	9459	67	1728
Зензеватка	159943	68250	43	145464	793	288	1512
Колоцкий	65879	39097	25	58411	5370	113	1512
Котлубань	137470	64096	2	122049	435	225	1512
М.Горький	84657	40297	28	74488	22	140	1512
Канальная	69229	57187	0	61560	22542	225	1584
Жутово	50639	33439	163	50556	12386	110	1512
Всего	636534	355060	269	566102	51007	1168	10872

Таблица 2 - Сводный отчёт расхода электроэнергии в режиме с отключенными КУ

Наименования энергосистем подстанции	Полный,кВАч	Активн, кВтч		Реакт, кварч		Потери в тр-ах	
		приём	возвр	приём	возвр.	нагруз.	х.х.
Петров Вал	113103	52262	0	100306	2	117	1728
Зензеватка	181875	69466	5	168089	0	345	1512
Колоцкий	111667	35567	79	105878	0	215	1512
Котлубань	150775	63242	4	136873	0	256	1512
М.Горький	85949	41798	0	75108	6	142	1512
Канальная	167929	55418	0	158522	0	442	1584
Жутово	106961	36485	0	100548	2	223	1512
Всего	918259	354238	88	845324	10	1740	10872

Следует отметить, что значения напряжений при включенных компенсирующих устройствах на заданных тяговых подстанциях получились на 2,9% выше, чем при отключенных КУ. При этом, полный и реактивный расход энергии при включенных КУ уменьшился на 24-36%.

Для определения полной оценки эффективности компенсирующих устройств был смоделирован рассматриваемый участок с установленными устройствами поперечной компенсации реактивной мощности на каждой тяговой подстанции.

В результате моделирования пропуска поездов по расчетному участку с включенными КУ были получены следующие показатели:

- Минимальные уровни напряжения на токоприемнике ЭПС увеличилось на 1,2%;
- Расход реактивной энергии на подстанциях снизился в среднем на 27,5%

Расчеты показали, что:

- в режиме с отключенными КУ коэффициент мощности равен **0,38**;
- в режиме с включенными КУ, установленными на реальных местах установки - **0,56**;
- в режиме с КУ, установленными на каждой ТП - **0,86**.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлено, что при включении компенсирующих устройств снижается расход полной и реактивной энергии на тяговых подстанциях (для рассматриваемого участка на 28%), а также увеличивается коэффициент мощности.

Литература

1. Гаранин М.А. Моделирование системы тягового электроснабжения переменного тока для пропуска поездов повышенной массы/ М.А. Гаранин, Т.В. Бошкарева, С.А. Фроленков// Вестник Транспорта Поволжья – Самара: СамГУПС, 2016. – Вып.5 – с. 22-27.

2. Гаранин М.А. Расчет кривых нагревания рельсовых стыковых соединителей/ М.А. Гаранин, Т.В. Бошкарева// Вестник Транспорта Поволжья – Самара: СамГУПС, 2010. – Вып.3 – с. 85-90.

3. Гаранин М.А. Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения / Гаранин М.А.; Добрынин Е.В.; Окладов С.А., Табаков О.В. Самара: – СамГУПС, 2011. – С.257.

4. Загорский В.А. Оценка расчетных моделей системы тягового электроснабжения / Загорский В.А.; Добрынин Е.В., Табаков О.В. Вестник транспорта Поволжья. – Самара: СамГУПС, 2016. – №1 (55). – С.34-38.

5. Табаков О.В. Целесообразность применения компенсирующих устройств на электрифицированных железных дорогах / Табаков О.В., Бошкарева Т.В., Добрынин Е.В. Вестник Транспорта Поволжья. СамГУПС, Самара: 2017. – С. 64-69.

6. Добрынин Е.В. Система визуального контроля коммутационных аппаратов / Добрынин Е.В.; Бошкарева Т.В.; Митрофанов С.А., Табаков О.В. Электротехника. –Москва, 2017. – № 3. – С. 50-54.

С.А. Федоров, Н.А. Елисеев, О.Д. Антонов

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТА

(ИСТиД (филиал) СКФУ в г. Пятигорске)

Процесс мониторинга в автотранспорте возник в начале XXI века, поэтому его принято считать относительно новым направлением применения информационных технологий в области транспорта. Мониторинг в нынешнем его виде позволяет в десятки раз сократить потери, возникающие в области перевозок, осуществляемых грузовым транспортом. Данный процесс возник в Европе и США при переходе процесса пользования спутниковыми системами навигации в руки гражданских специалистов. На сегодняшний день в мире существует две основные системы спутникового мониторинга с общемировым покрытием российская ГЛОНАСС и американская GPS. Российский комплекс навигации лучше работает на высоких широтах, в тоже время американский – на средних. Для рассмотрения основных характеристик комплексов спутникового мониторинга ниже приведена таблица 1.

Таблица 1. Основные характеристики ГЛОНАСС и GPS

№ п/п	Характеристика	ГЛОНАСС	GPS
1	Количество спутников	24(3 резерв)	24(7 резерв)
2	Высота орбиты	19100-19400 км	20180 км
3	Скорость передачи информации	50 бит/с	50 бит/с
4	Период обращения	11 часов 15,7 минут	11 часов 56,7 минут
5	Способ разделения сигналов	Частотный	Кодовый
6	Рабочие частоты	1602,56-1615,5 МГц 1246,44-1256,5 МГЦ	1575,42 1227,6
7	Точность	7-10 м	5-6 м
8	Погрешность	0,997	0,95

Исходя из данных таблицы, система ГЛОНАСС несколько уступает GPS, но этот разрыв минимален и постоянно сокращается.

Декомпозиция процесса мониторинга – это представление всей схемы процессов в комплексном виде, предназначенное для понимания сути процессов, протекающих в данной системе. Декомпозиция

Применение декомпозиции для решения данной задачи обусловлено тем, что данная схема позволяет эффективно определить те области информационной системы, куда может быть проведена атака, а также позволяет представить область, в которой сконцентрированы данные, интересные злоумышленнику. Данная схема изображена на рисунке 1.

В ходе исследования процесса мониторинга были выявлены совокупности угроз, которые являются самыми опасными для системы:

—атаки на проводные и беспроводные сети передачи данных;

—атаки на системы аутентификации.

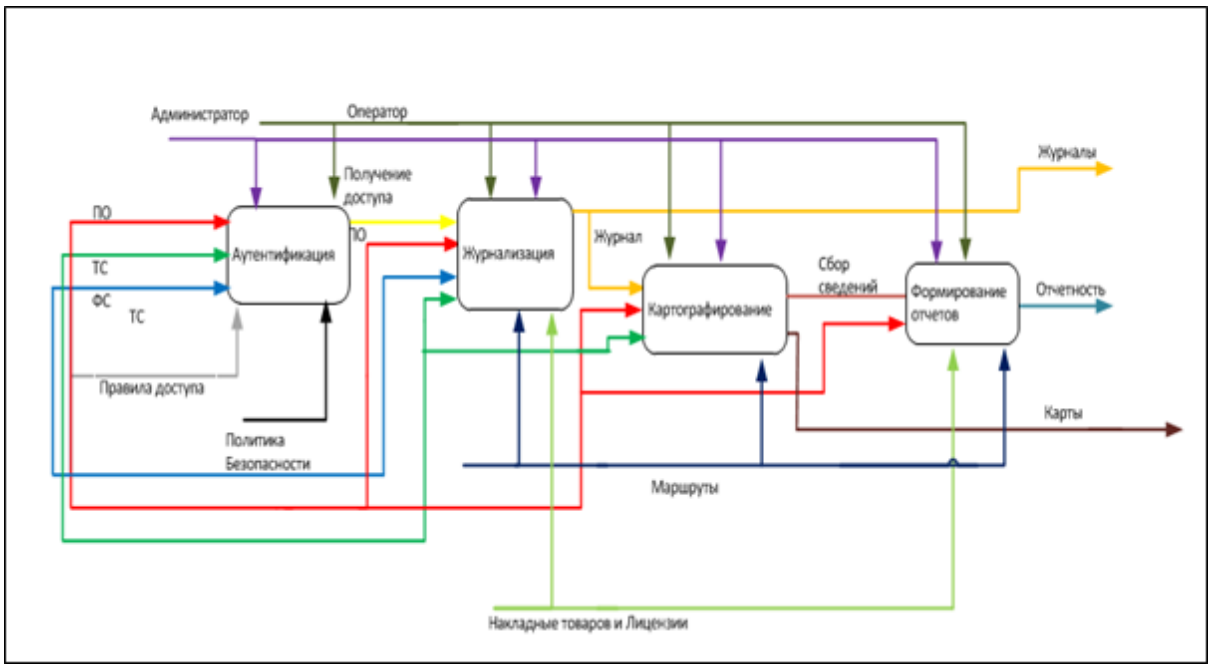


Рисунок 1 – Декомпозиция информационной системы мониторинга автотранспорта

Атаки из с этих совокупностей угроз делятся на следующие:

1) подслушивание (Сниффинг);
2) изменение данных;
3) анализ сетевого трафика;
4) подмена доверенного субъекта;
5) перехват сеанса;
6) отказ в обслуживании;
7) парольные атаки;
8) атаки на уровне приложений;
9) компьютерные вирусы;

Атаки на системы аутентификации бывают следующих видов:

1) самозванство;
2) повторная передача;
3) подмена сторону аутентификационного обмена;
4) отражение передачи;
5) вынужденная задержка;
6) атака с выборкой текста;
7) атака на основе неправильной интерпретации.

Каждая из этих атак имеет высокий класс опасности для информационной системы.

Для решения задачи по защите информационной системы существует несколько способов, которые следует применять техническим специалистам, выполняющим функции инженеров по безопасности.

Одним из способов защиты является применение протоколов защищенных каналов связи, построенных с применением криптозащищенных туннелей или туннелей VPN.

Саму систему защиты для понимания процесса ее функционирования следует разделить на подсистемы, которые действуют на различных уровнях сетевой модели OSI.

Первый уровень сетевой модели на котором необходимо установить защиту – канальный. Здесь допустимо применять следующие протоколы:

1. ПротоколPPTP (Point – to – Point Protocol).
   Протокол, разработанный компанией «Microsoft» при поддержке других компаний для создания защищенных каналов сети. Такой протокол предназначен для создания защищенных виртуальных каналов в сети, предполагая создание криптозащищенного туннеля на канальном уровне модели OSI.
2. Протоколы L2F и L2TP– протоколы, разработанные в качестве аналога PPTP компанией CISCO.
3. Протокол PPOE– так же работает на канальном уровне Предоставляет дополнительные возможности (аутентификация, сжатие данных, шифрование). Крайне трудно данный протокол взаимодействует с межсетевыми экранами[1].

На сетевом уровне в качестве меры защиты следует применять Стек протоколов IPSec[2], который применяется в процессах аутентификации участвующих в обмене сообщениями, туннелирования трафика, шифрования пакетов протокола IP. всеобщим достоянием и возможность того что данные не были изменены. Для обеспечения процессов аутентификации, конфиденциальности и целостности, стек IPSec применяет стандартные криптографические технологии:

—обмен ключами по алгоритму Диффи – Хеллмана для распределения секретных ключей между пользователями в открытой сети;

—криптография открытых ключей, применяемая для обеспечения конкретики в обменах Диффи – Хеллмана, чтобы гарантировать подлинность двух сторон и избежать атак типа человек – посередине[3].

Наиболее высоким уровнем для организации защиты принято считать сеансовый уровень. На этом уровне работает протокол SSL – сессионный протокол безопасности, разработанный NETSCAPE Communications совместно с RSA Data Security, специально для реализации процесса защищенного обмена информацией. Криптопротолы, применяемые на этом уровне бывают следующих видов:

— Несимметричные: RSA, Диффи-Хэллмана
— Симметричные: 3-DES, AES[4].

Таким образом, на сегодняшний день уже существуют качественные системы защиты, работа которых основана на выше перечисленных протоколах. Но наука в сфере информационной безопасности не стоит на месте, поэтому в ближайшее время ожидается появление новых решений, которые увеличат сохранность информации.

Литература

1. Афанасьев А.А., Веденьев Л.Т., Воронцов А.А., Газизова Э.Р., Додохов А.Л., Крячков А.В., Кузнецов С.Б., Полянская О.Ю., Сабанов А.Г., Скида М.А., Халяпин С.Н. Аутентификация. Теория и практика / под ред. А.А. Шелупанова. М.: Горячая линия-Телеком. 2009. 552 с.
2. Галицкий А.В., Рябко С.Д., Шаньгин В.Ф. Защита информации в сети – анализ технологий и синтез решений. М.: ДМК Пресс. 2004. 510 с.
3. Шаньгин В.Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах. – М.: ИД «ФОРУМ» :ИНФРА – М,2010. 610 с.
4. Шаньгин В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей. – М.: ИД «ФОРУМ» :ИНФРА – М,2008. 612с.

Д.Н. Франтасов, П.А. Мельников, А.С. Климась

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В современном мире создание беспилотных транспортных средств является одним из путей повышения транспортной эффективности. Разработка таких, полностью автономных транспортных средств позволит решить ряд проблем, таких как:

- безопасность движения;
- эффективное трата энергоресурсов;
- эффективное совместное использование.

Уже давно в мире ведется разработка беспилотных транспортных средств. Со временем и развитием технологий возможность создавать беспилотные транспортные средства появилась практически у каждого человека. Однако, в процессе разработки таких транспортных средств инженеры сталкиваются со множеством проблем и одной из главных является написание программы управления движением, учитывающую возможные внешние факторы для бесперебойного движения.

Для построения программ бесперебойного движения составляются циклограммы, на которых наглядно отображены все команды, из которых состоит программа. Это позволяет оценить её качество и аналитически выявить варианты выполнения, способные привести к сбоям в работе транспортного средства. На данный момент разработан инструмент для построения циклограмм программ управления, не зависящий от аппаратной платформы и работающий с условными командами управления [1].

Существуют ветвления работы программы, возникающие в случае непредвиденных ситуаций или запланированных системных действий. Их необходимо учитывать, так как они влияют на работоспособность всей про-

граммы в целом. Для этого разработан алгоритм, способный проверять все возможные варианты ветвления программ управления (Рисунок 1).

Для того, чтобы фиксировать результаты работы вышеописанного алгоритма, мы предлагаем следующую схему базы данных.

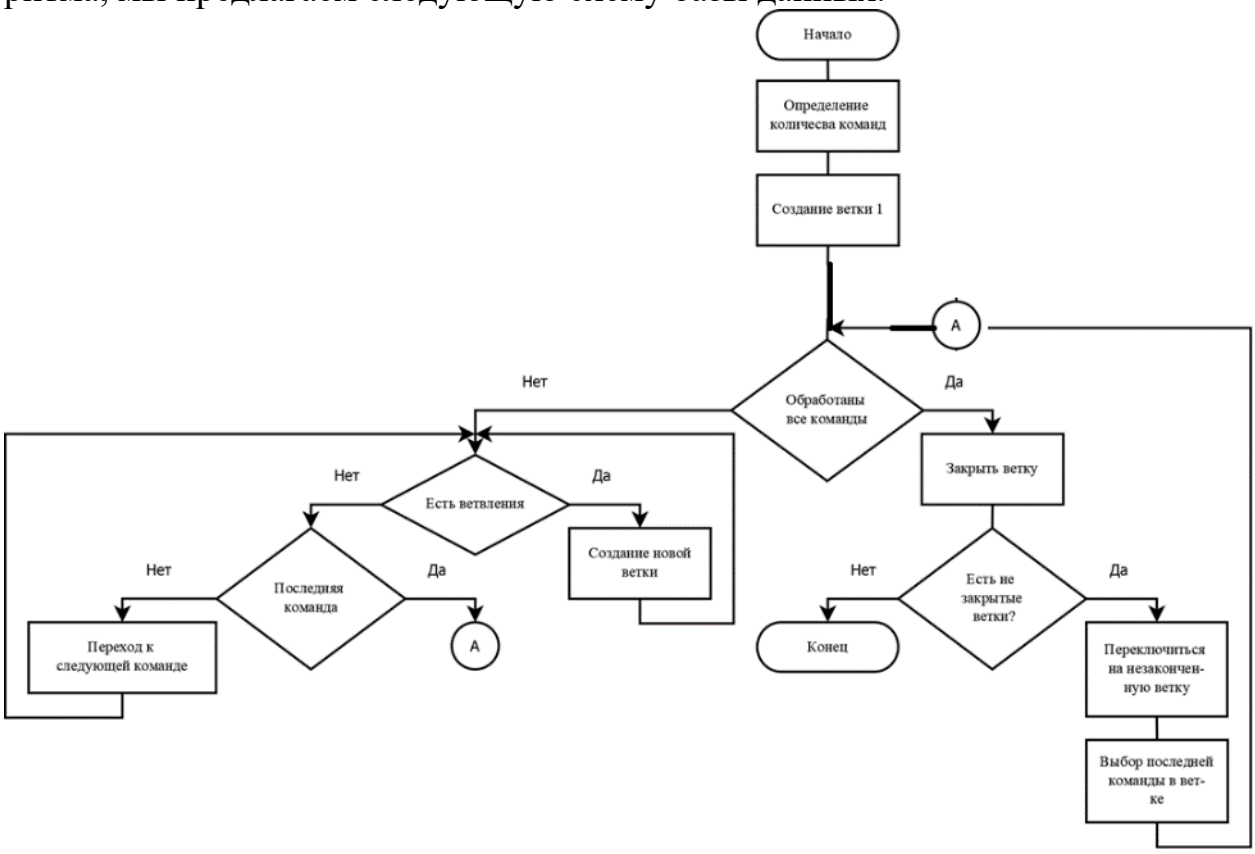


Рисунок 1 - Алгоритм проверки всех возможных вариантов ветвления программ управления

Данный алгоритм работает следующим образом:

1. Сначала программа определяет общее количество команд в анализируемой программе.
2. После этого создается первая ветка. Ветка – это последовательность команд от самого начала программы до некоторой команды, на которой обнаруживается вариант ветвления.
3. Далее алгоритм находит следующую команду, на которой обнаруживается ветвление, при обнаружении каждой новой команды с ветвлением создается новая ветка.
4. После того, как все возможные ветки созданы, каждая из них заново анализируется на наличие ветвлений.
5. После того как все ветки закрываются, мы имеем информацию о всех возможных ветвлениях анализируемой программы.

Таким образом, после завершения работы алгоритма, все возможные варианты позволяют строить «трассы» (трасса – это законченная последовательность команд, которая формируется из веток) работы и прогоняя каждую ли-

нию через имающийся анализатор, определяем возможные проблемы в работе программы.

Так как результатом работы будет алгоритма будет массив данных, размерность которого на прямую зависит от количества команд в программе управления и возможных условий ветвления, размерность массива представляется значительной. Поэтому использовать для промежуточного хранения оперативную память не представляется возможным. Использовать для хранения массива данных о трассах жизни файлы так же представляется затруднительным из-за сложности структуры. Для долговременного хранения предлагается использовать базы данных. На рисунке 2 представлена ER модель реляционной базы данных позволяющей хранить неограниченное число программ управления и определять все возможные трасс.

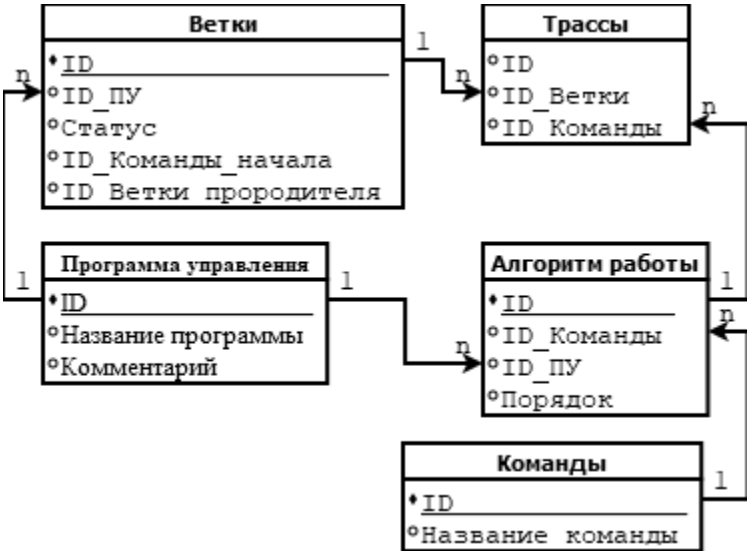


Рисунок 2 – Схема БД

Данная база данных работает следующим образом:

1. В таблицу Алгоритм работы записывается информация о том, какие программы управления или команды запускаются в процессе работы программы движения беспилотного транспортного средства.
2. Далее, в результате работы алгоритма, в таблице ветки начинают записываться команды, с которых началось ветвление, а в поле ID_Ветки_породителя идентификаторы веток, которые предшествовали данной, если такие имеются.
3. Когда все ветки закрыты и поле Статус становится равно 1, в таблице Трассы формируются полноценные вариации программ управления, по которым можно построить циклограмму, или передать в уже имеющийся анализатор.

Таким образом, предложенная схема базы данных, позволяет анализировать и использовать информацию, полученную с помощью алгоритма в целях разработчика ПО.

Данная схема базы данных не учитывает особенностей конкретных СУБД и технологий, которые могут использоваться для построения данной базы данных, поэтому требует дальнейшей доработки и может быть рассмотрена лишь как концепт. Очевидными являются проблемы производительности при поиске информации в СУБД с большим объёмом данных. На начальных этапах проблему можно уменьшить за счёт оптимизации структуры и используемых типов данных, применения индексирования, а так же хранимых процедур на стороне СУБД, однако дальнейшее усложнение может потребовать перехода от реляционных СУБД к другим типам.

Литература

1. Франтасов Д.Н. Инструменты верификации программ управления беспилотными транспортными средствами. /Д.Н. Франтасов и др. //Проблемы науки №2(26), 2018. - С. 12-14.

С.А. Фроленков

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА КОНТАКТНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Первый электрифицированный участок железной дороги был открыт в 30-е годы прошлого столетия. С того самого момента ведется отсчет проблемы диагностики контактной сети. Сложность данного процесса обусловлена нестабильным состоянием самой контактной подвески, поскольку она подвержена атмосферным влияниям, температурным изменениям, по ней постоянно протекают тяговые токи, достигающие нескольких тысяч ампер, контактный провод испытывает постоянное трение о токоприемник [1]. Все эти факторы совокупно и каждый по отдельности накладывают отпечаток на работу контактной подвески.

В настоящий момент существует два основных способа диагностики контактной подвески:

- замер износа и зигзага провода, а также температуры основных узлов вагоном-лабораторией;
- визуальная диагностика и замеры ручными приборами сотрудниками участков контактной сети.

Каждый из тих способов имеет свои достоинства и недостатки. Неоспоримым монополистом в данной сфере является вагон-лаборатория для измерения параметров контактной сети (ВИКС), однако в настоящий момент столкнулись с большой погрешностью измерений остаточной площади сечения контактного провода. Тепловизионные испытания проводятся, как правило, ночью и не учитывают влияния солнечных лучей, которые раскаляют провода до температур, превышающих нормативные значения [2].

В настоящее время во всех промышленных сферах, на всех крупнейших предприятиях за контролем над происходящими процессами используются датчики. Это могут быть и датчики движения и температурные датчики и датчики пространственного положения [3].

Датчик положения (датчик перемещения) — это устройство, предназначенное для определения местоположения объекта, который может находиться в твердой или жидкой форме, а также быть сыпучим веществом.

Такие датчики бывают двух видов: бесконтактные (индуктивные датчики, магнитные, емкостные, ультразвуковые, оптические) и контактные. Основным представителем второго типа является энкодер — устройство, преобразующее угол поворота объекта в сигнал, позволяющий определить этот угол [4].

До недавнего времени такие датчики обладали рядом недостатков – они имели высокую стоимость, реагировали на шум, на вибрацию и выдавали большую погрешность (или полный отказ) при загрязнении поверхности. Но сейчас все эти недостатки устранены и подобные датчики широко используются в ядерной энергетике, в тепловых устройствах и т.д.

Для диагностики контактной сети предлагается использование подобных датчиков [5]. На начальном этапе исследований установим их в каждом струновом пролете в кривом участке, поскольку он работает в наиболее неблагоприятных условиях (рис. 1).

Современные датчики имеют малый вес (до 100 гр), что гораздо меньше веса зажима, и не создадут в контактной сети дополнительных жестких точек.

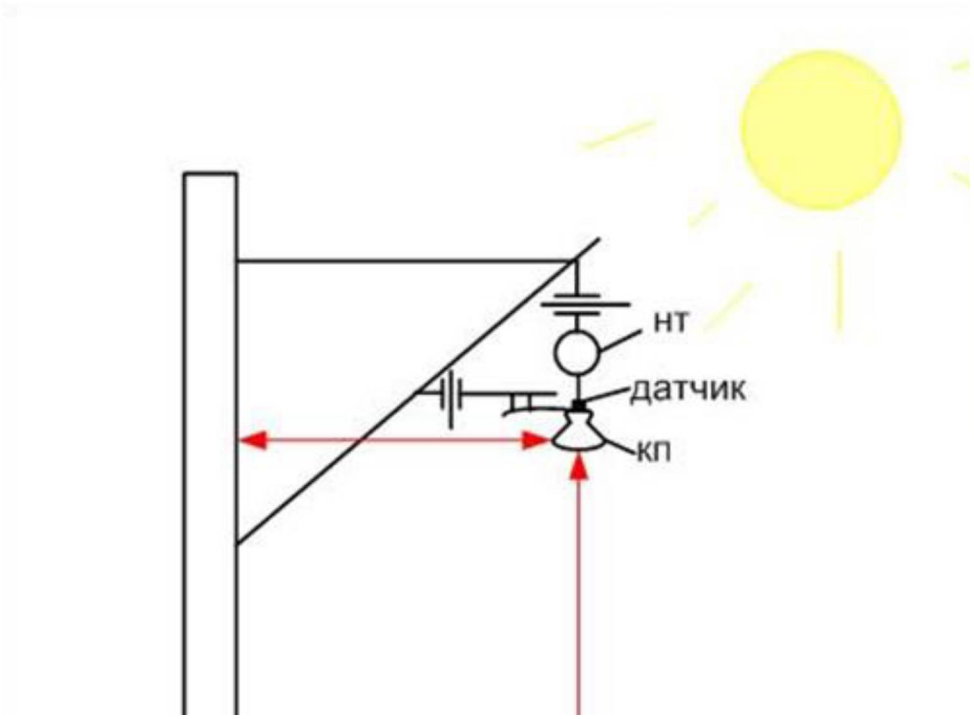


Рисунок 1 – Места установки датчиков

При установке такого датчика на контактный провод представляется возможным получить следующие данные (рис. 2):

- расположение относительно опоры и оси пути (зигзаг);
- высота подвеса контактного провода;
- контроль за вертикальным перемещением (стрела провеса);
- измерение угла наклона провода (при работе в кривой);
- непрерывный контроль за температурой.

Отличительная особенность интеллектуальных датчиков заключается в способности самовосстановиться и самообучиться после единичного сбоя. Полученная в результате обработки, информация передается по цифровому коммуникационному интерфейсу, по протоколу пользователя. Пользователь может задавать пределы измерений и другие параметры датчика, а также получать информацию о текущем состоянии датчика, и о результатах проведенных измерений.

Полученные измерения помогут своевременно и качественно давать оценку состояния контактной подвески в режиме реального времени.

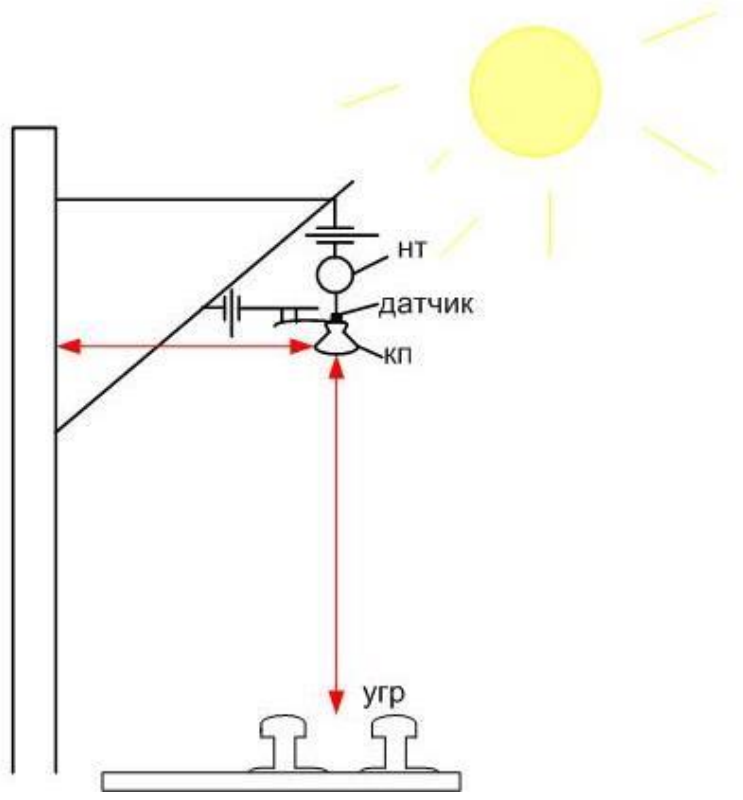


Рисунок 2- Пространственные параметры контактного провода

Литература

1. Гаранин, М.А. Совершенствование диагностики контактной сети/ М.А. Гаранин, С.А. Фроленков //Наука и образование транспорту,2016 №1-с. 243-245.

2. Фроленков, С.А. Бесконтактная диагностика зажимов контактной сети / С.А. Фроленков, М.А. Гаранин// Перспективные информационные технологии

(ПИТ 2017) труды Международной научно-технической конференции. 2017. С. 753-755.

3. Гаранин, М.А. Распознавание проводов контактной сети по измерениям бесконтактных лазерных сканеров/ Гаранин М.А., Бахрах А.Г., Митрофанов С.А. //Актуальные проблемы проектирования и эксплуатации контактных подвесок и токоприемников электрического транспорта – Омск : ОмГУПС, 2011. С. 189-196.

4. Гаранин, М.А. Мобильный контрольно-вычислительный комплекс для диагностики контактной сети / А.Г. Бахрах, М.А. Гаранин, С.А. Митрофанов // Вестник транспорта Поволжья – Самара : СамГУПС, 2010. № 4. С. 49-52.

5. Гаранин, М.А.Устройство для контроля геометрии контактной сети/ М.А. Гаранин, А.Н. Митрофанов , С.А. Митрофанов// Вестник транспорта Поволжья – Самара: СамГУПС, 2016. № 1 (55). С. 24-29.

Е.И. Чигарина, К.С. Заикин

СРАВНЕНИЕ ЭТАПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ И ОБЪЕКТНЫХ БАЗ ДАННЫХ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В системах баз данных проектирование включает такие основные этапы как концептуальное, логическое и физическое проектирование. Этап концептуального проектирования реализуется чаще всего с использованием модели «сущность-связь». На логическом уровне представления данных используются такие модели, как иерархические, сетевые, реляционные, объектно-реляционные и объектные [1].

В настоящее время наиболее часто используются реляционные базы данных. Однако все большее число разработчиков пользовательских приложений, использующих РСУБД, выражают неудовлетворение табличной структурой реляционной модели, приводящей к уменьшению скорости выполнения операций по манипулированию данными. Особенно это проявляется при проектировании систем, в которых хранятся сложные неструктурированные данные.

В объектных базах данных используется такая структура данных, как объект. Как и в ООП, при работе с объектными базами данных, используются такие понятия, как класс, объект, свойство, метод, наследование, полиморфизм, инкапсуляция. Объектные базы данных имеют преимущество в хранении больших объемов данных, за счет физической организации файлов. Однако для объектных баз данных не существует четких правил перехода от концептуального к логическому уровню. Сложностью разработки стандартизированного подхода является то, что реализация каждой объектной базы данных уникальна и не существует общих правила физического представления таких данных, в

отличие от реляционных баз данных использующих понятие «плоского» файла для физического хранения.

На этапе концептуального проектирования описывается семантическая модель данных. На этапе логического проектирования данные представляются в виде структур, в частности в виде табличной структуры (для реляционных баз данных) и объектной структуры (для объектных баз данных).

Для перехода от концептуальной модели к логической в реляционных базах данных используются правила Джексона (рисунок 1). Реляционная база данных представляет собой совокупность взаимосвязанных отношений. Отношение является множеством упорядоченных наборов данных, которые можно представить в виде двухмерной таблицы.

В данной работе сформулированы правила перехода от концептуальной модели к логической для объектных баз данных (рисунок 2).

В объектной модели данных предметная область разбивается на классы, которые после компиляции представляют собой объекты. Объект – это структура данных, содержащая описание свойств, включая поля и методы, части предметной области.

Сравнивая полученные правила перехода для объектных баз данных и правила перехода Джексона для реляционных баз данных, видно, что для хранения объектных баз данных требуется меньшее количество объектов по сравнению с количеством отношений в реляционных базах данных, за счет особенностей организации объектов.

На этапе физического проектирования осуществляется выбор конкретного средства реализации базы данных. Вне зависимости от конкретной РСУБД все файлы базы данных реализуют модель «плоского» файла. Для объектных баз данных каждая ОСУБД имеет свой способ физического хранения данных.

В данной работе для сравнения этапов физического проектирования рассмотрены СУБД MS SQL Server и Cache. СУБД Cache использует понятие глобалов. Глобал – это постоянный, разреженный, динамический, многомерный массив, содержащий текстовые значения, причем это массив, который автоматически сохраняется на диск [2]. При вставке информации в глобал автоматически происходят сохранение данных на диск, индексация и сортировка. В общем случае глобал представляет собой упорядоченное дерево с возможностью хранения данных в каждом узле. Наибольшее преимущество глобалы имеют при выполнении операций добавления новых узлов, поэтому глобалы часто используются для реализации объектных баз данных, в которых необходимо хранить много однотипной информации. На физическом уровне в реляционных базах данных на каждое отношение создается файл и на каждую связь – индексный файл. В объектных базах данных на каждый объект создается только один глобал. Поэтому для хранения информации в объектных базах данных требуется меньшее количество файлов. Например, для связи «один ко многим» с необязательным классом принадлежности в реляционных базах данных требуется три файла данных и два индексных файла, а в объектных базах данных требуется только два глобала.

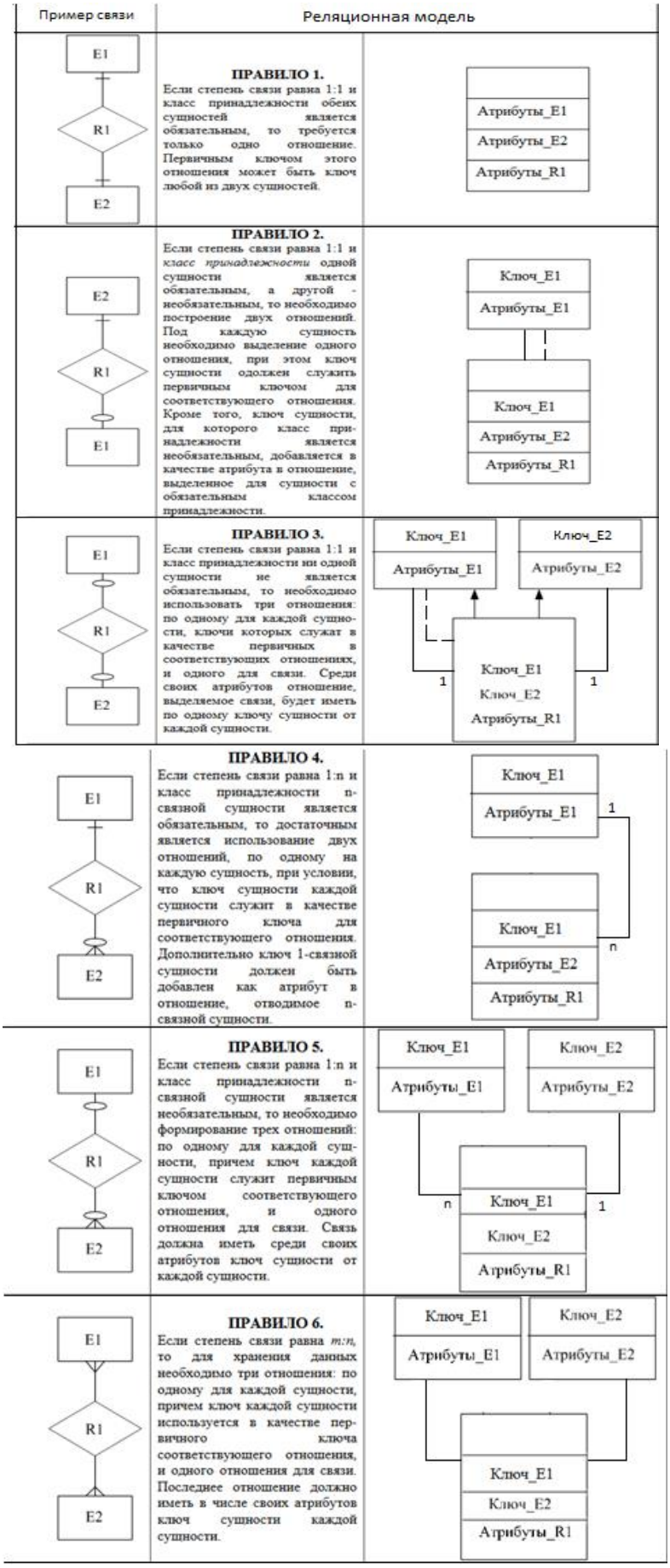


Рисунок 1 – Правила Джексона для реляционной модели данных

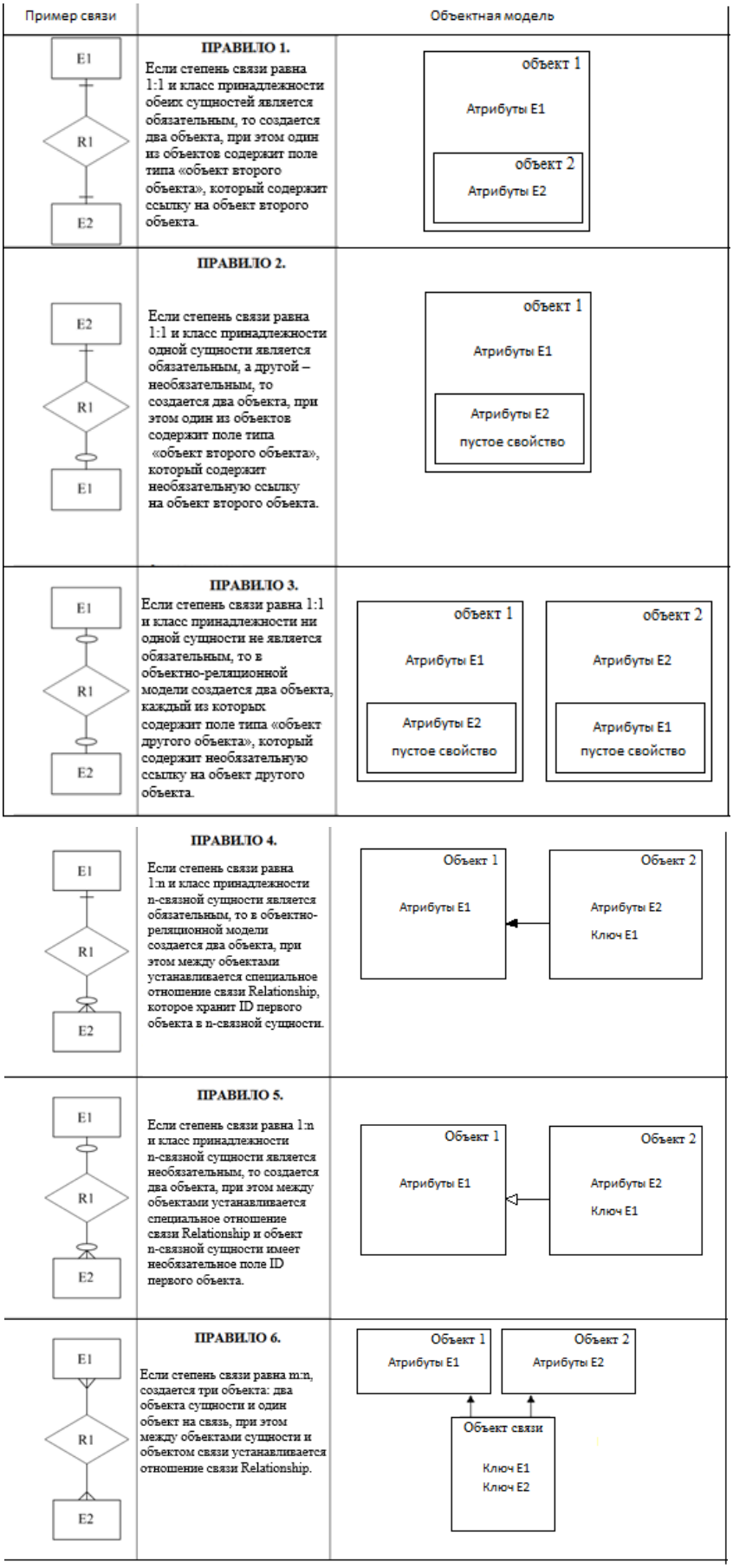


Рисунок 2 – Правила перехода от концептуальной модели к логической в объектных базах данных

В рамках данной работы, учитывая особенности логического проектирования и физического хранения баз данных, планируется рассмотреть особенности реализации ограничений целостности данных и манипулирования данными в реляционных и объектных базах данных, реализуя различные по сложности запросы с оценкой времени их выполнения.

Литература

1. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. Третье издание. [Текст] / Т. Каннолли, К. Бегг. – Москва, Санкт-Петербург: изд-во Вильямс, 2003. – 1440 с.

2. InterSystems. Caché: Современная система управления базами данных [Электронный ресурс]. – http://www.intersystems.com/ru/our-products/cache/cache-overview/

Е.И. Чигарина, Ю.С. Чуркина

МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СРЕДСТВ ГЕНЕРАЦИИ ОТЧЁТОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Генераторы отчётов представляют собой специализированные средства, позволяющие представить информацию, хранящуюся в информационной системе, в виде документа или отчёта, который можно распечатать или сохранить в различных электронных форматах [1].

В настоящее время на рынке представлено большое количество систем генерации отчётов, и пользователю приходится тратить значительное время для того, чтобы понять какое из средств дает наибольшую функциональность и гибкость, соответствующую сложности и требованиям отчёта. К тому же непонятно как именно выбирать и что сравнивать. Можно, например, сравнить по размеру, который добавится к приложению при установке средства генерации. Но есть такие генераторы отчётов, которые к приложению ничего не добавляют, а представлены отдельным dll файлом, размеры которого гораздо больше самого приложения. Или же к исполняемому файлу добавляется немного, зато файлы сформированных отчётов в несколько раз больше самого приложения. Может проводить сравнение по удобству использования? Но в чем его измерить?

В связи с этим главной задачей данной работы является проведение сравнительного анализа использования средств генерации отчётов в реляционных базах данных. В работе предлагается следующая методика сравнения:

1. Выбор универсальных средств создания отчётов, обладающих максимальными функциональными возможностями для формирования и генерации отчётов. Среди функциональных возможностей были выделены следующие:

– допустимые виды отчётов;

– наличие мастера построения отчётов любой сложности (нестандартных отчётов);

– возможность предварительного просмотра печати готового отчёта;

– наличие средств работы с графикой (вставка изображений, объектов типа линия, квадрат и т.д.).

– поддержка различных видов СУБД;

– возможность вывода на печать;

– возможность перевода отчёта в различные форматы данных (Word, Excel, PDF, HTML).

В качестве средств генерации отчётов были выбраны Crystal Reports, Fast Reports и Reporting Services, так как они обладают схожими функциональными возможностями.

2. Выбор различных отчётов, наиболее часто встречающихся в системах генерации отчётов. В результате классификации были выделены простые отчёты, сложные отчёты с группировкой, отчёты с вычислениями, параметрические отчёты, перекрёстные отчёты, графические отчёты [2].

3. Реализация демонстрационной базы данных «Авиаперевозки по России» средствами СУБД реляционного типа (MS SQL Server, PostgreSQL) для последующего формирования и генерации отчётов на основе информации, содержащейся в базе данных [3].

4. Определение критериев времени формирования и времени генерации отчётов, а также параметров, влияющих на эффективность реализации отчётов.

5. Для каждого вида отчёта выбранным средством генерации с помощью выбранной СУБД определение значений критериев с различными значениями параметров.

В качестве параметров, влияющих на критерий времени генерации отчётов каким-либо средством реализации, были выбраны структура базы данных, а именно типы данных, а также объем данных, зависящий от количества записей в таблицах, участвующих в формировании отчёта, а также от количества полей, представленных в отчёте.

Чтобы выяснить время генерации отчётов в зависимости от типа данных были сформированы простые отчёты на основе тестовой базы данных. Сравнение проводилось для наиболее популярных типов данных: числовые (integer), символьные (varchar), временные (date, datetime). Типы varchar и integer сравнивались в двух вариантах с различной длиной строки. Тестовая база данных реализована в виде четырёх таблиц, каждая из которых состоит из двух полей: id и соответствующего типа данных. Таким образом, при реализации отчётов на демонстрационной базе данных, заполненной данными, приближенными к реальным, можно однозначно определить, почему идентичные отчёты формируются с разным временем (например, простой отчёт, вывод из одной таблицы, только разных типов данных). Данные в таблицах тестовой базы данных представлены в объеме 100, 1000, 10000, 100000 и 1000000 записей.

На рисунках 1 – 3 представлены результаты сравнения генерации отчётов в зависимости от типа данных средствами Crystal Report version for Visual

Studio (синяя линия на графике) и Fast Report 5 (красная линия на графике). По оси ординат на графиках обозначается время генерации отчёта в секундах, а по оси абсцисс – количество записей, участвующих в формировании отчёта.

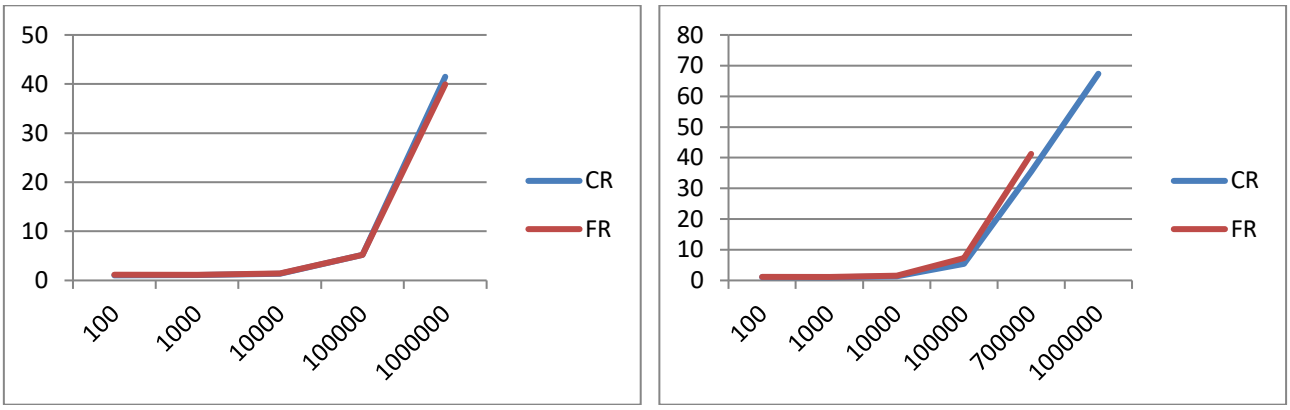


Рисунок 1 – Отчёты с типом данных varchar. Длина строки 60 и 300 символов

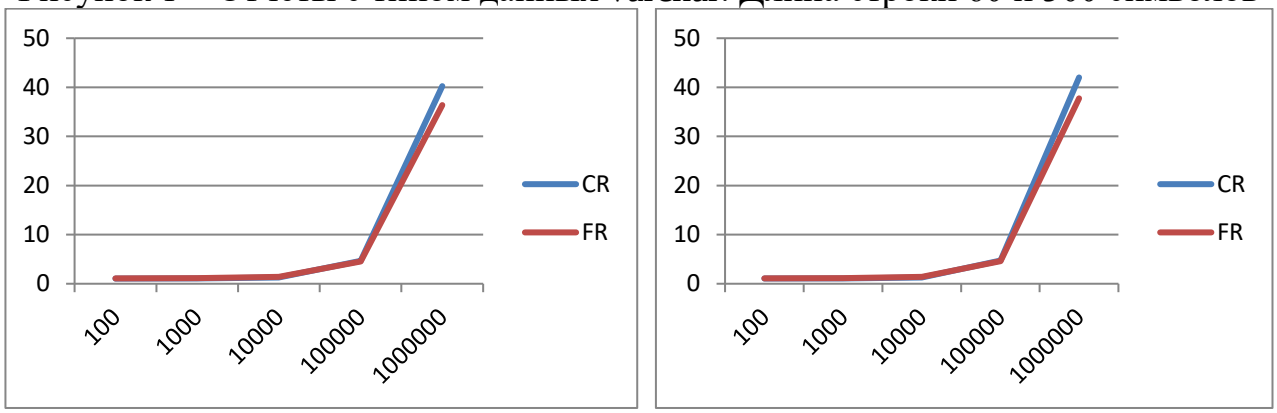


Рисунок 2 – Отчёты с типом данных integer. Длина строки 3 и 10 символов

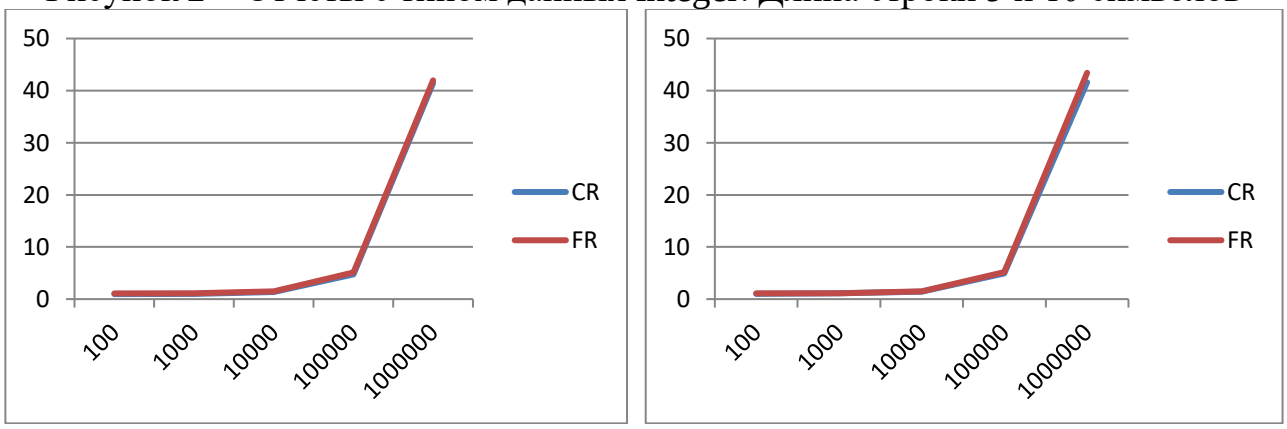


Рисунок 3 – Отчёты с типами данных date и datetime

Из полученных результатов были сделаны некоторые выводы.

Время формирования отчётов для любых типов данных пакетами CrystalReport и FastReport несущественно различаются при объеме записей менее 100000. С увеличением количества записей до 1000000 в каждой таблице, можно наблюдать возрастание скорости формирования отчёта на 10% с помощью FastReport для типа данных integer, и на 13% с помощью CrystalReport для типа данных varchar с длиной строки 300 символов.

Длина строки существенно влияет на время формирования отчёта только для типа данных varchar при использовании генератора CrystalReport. Если формировать отчёт с помощью FastReport различия во времени будут незначительны. Так же незначительны будут различия во времени для типа integer при формировании отчёта обоими пакетами.

Отчёты, сформированные с использованием таких данных как дата и дата со временем, практически не различаются по времени формирования ни в пакете CrystalReport, ни в пакете FastReport. Однако отчёт с типом данных datetime формируется быстрее с помощью FastReport.

Также в ходе исследования было выяснено, что в генераторе отчётов CrystalReport есть ограничение на длину текстового поля в размере 255 символов. В FastReport такого ограничения нет. Однако в FastReport выявилось ограничение на объем данных выборки. Не удалось сформировать отчёт с типом varchar(300 символов) для 1000000 записей с помощью FastReport. Максимально допустимое количество записей оказалось равным 700000. При увеличении количества записей система выдает сообщение об ошибке о недостаточном объеме памяти.

На основе информации, содержащейся в демонстрационной базе данных «Авиаперевозки по России», сформируются основные типы отчётов. Для каждого вида отчёта выбранным средством генерации с выбранным средством реализации СУБД определяется время $\mathbf{t_{i,j,k,l}}$, затраченное на формирование и генерацию отчётов, где **i** = 1..7 – тип отчёта (1 – простой отчёт из одной таблицы, 2 – простой отчёт из двух таблиц, 3 – простой отчёт на основе вида, 4 – сложный отчёт с группировкой, 5 – сложный отчёт с вычислениями, 6 – графический отчёт, 7 – перекрестный отчёт), **j** = 1..3 – средства генерации отчёта (1 – Crystal Reports, 2 – Fast Reports, 3 – Reporting Services), **k** = 1..2 – СУБД (1 – PostgreSQL 9.5, 2 – MS SQL Server 2014), **l =** 1..5 – количество записей в отчёте (1 – 100, 2 – 1000, 3 – 10000, 4 – 100000, 5 – 1000000). Для каждого типа отчёта производится по 10 измерений и рассчитывается среднее время формирования документа каждым из генераторов.

После произведенных расчетов составляются графики зависимостей величины $\mathbf{t_{i,j,k,l}}$ от числа записей в таблице для каждого типа отчёта различными средствами генерации. На составленных графиках визуально видно, какой из генераторов отчётов является наиболее эффективным при заданных параметрах. На основе проведенных исследований можно сформировать некоторые рекомендации по использованию генераторов отчётов в системах реляционных баз данных.

Литература

1. Определение генератора отчётов [Электронный ресурс].– http://www.ngpedia.ru/id639519p1.html

2. Классификация отчётов [Электронный ресурс].– http://compress.ru/article.aspx?id=10013&iid=418

3. Демонстрационная база данных [Электронный ресурс].– https://postgrespro.ru/education/demodb

Э.А. Эшаров, А.В. Давыдов, А.В. Титов, В.С. Калиниченко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МОБИЛЬНЫХ ВИДЕОИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ФИКСАЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ АВТОМОТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ[2]

(Томский государственный архитектурно-строительный университет)

Быстрый рост количества автомототранспортных средств (АМТС) в стране во много раз опережает темпы дорожного строительства, поэтому дорожная сеть работает с перенапряжением. Состояние автомобильных дорог, качество покрытия, видимость и радиусы закруглений, ширина проезжей части, обустроенность соответствующими знаками, светофорами, наличие разметки, ограждения – существенным образом влияют на безопасность дорожного движения и определяют в своей совокупности понятие «дорожные условия».

При расследовании дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в большинстве случаев считается, что основными их причинами являются небрежность или ошибки водителя, а также неисправность АМТС. Статистические данные показывают, что из-за неудовлетворительных дорожных условий совершается от 8 до 15% всех ДТП. По оценке специалистов, реальное влияние дорожных условий на совершение ДТП значительно выше и составляет от 60 до 80% [1].

К наиболее распространенным классифицированным ДТП относятся: столкновение движущихся АМТС, наезд на стоящий АМТС и наезд на препятствие (неподвижное или внезапно возникшее).

Процедура фиксации и оформления ДТП в настоящее время предусматривает три варианта:

1. Европейский протокол, участники происшествия сами оформляют и фиксируют все обстоятельства, с обязательным использованием фото и видео аппаратуры.
2. Аварийный комиссар, оформляет и фиксирует все обстоятельства происшествия, с обязательным использованием фото и видео аппаратуры.
3. Инспектор ГИБДД, оформляет и фиксирует все обстоятельства происшествия, использование фото и видео аппаратуры не является обязательным.

Довольно часто возникают спорные ситуации, расследование и экспертиза которых производится по имеющимся материалам, к которым в том числе относятся фотографии и видеосъёмка. В большинстве случаев, участник происшествия использует мобильное устройство при фиксации и оформлении сложившейся ситуации (Рис.1).

На рис.1, а – водитель мотоцикла зафиксировал общую дорожную ситуацию. На рис.1, б – с целью понимания масштаба и размера выбоин, водитель использовал перчатку как масштабный маркер. В данной ситуации, владельцу

[2] Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Томской области (код проекта 16-41-700400 р_а).

мотоцикла придётся доказывать, что дорожное покрытие не соответствует требованиям к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения [2].

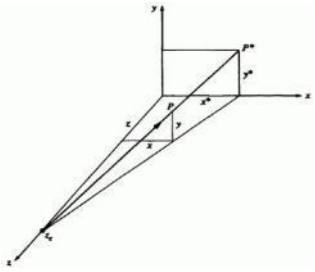
а)  б)  в) 

Рис. 1 Фотографии выбоин в дорожном покрытии, а) общий вид дорожной обстановки, б) перчатка водителя мотоцикла в выбоине, в) перспективная проекция точки

В последние годы вычислительные возможности мобильных устройств существенно выросли, что позволяет поставить задачу диагностики повреждений по измерениям на серии последовательных кадров видеосъемки. Решение задачи сводится к формированию по графическим меткам элементов матрицы геометрических преобразований и восстановлению трехмерных координат точек объекта по перспективным проекциям в каждой картинной плоскости.

В данной работе мы анализируем известный алгоритм восстановления трехмерных координат точек объекта по двум смежным изображениям стереопары [3].

Напомним, что с введением однородных геометрических координат преобразование линейной перспективы (рис. 1, в) представляется в виде матрицы размера 4x4: $[x \quad y \quad z \quad 1][T'] = [x' \quad y' \quad z' \quad h]$, где $[T'] = \begin{bmatrix} T'_{11} & T'_{12} & T'_{13} & T'_{14} \\ T'_{21} & T'_{22} & T'_{23} & T'_{24} \\ T'_{31} & T'_{32} & T'_{33} & T'_{34} \\ T'_{41} & T'_{42} & T'_{43} & T'_{44} \end{bmatrix}$.

В процессе фотографирования результаты проецируются на двумерную плоскость, в данном случае, на плоскость $z = 0$ с помощью преобразования проекции

$$[T''] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Композиция этих двух линейных преобразований дает

$$[T] = [T''][T'] = \begin{bmatrix} T'_{11} & T'_{12} & 0 & T'_{14} \\ T'_{21} & T'_{22} & 0 & T'_{24} \\ T'_{31} & T'_{32} & 0 & T'_{34} \\ T'_{41} & T'_{42} & 0 & T'_{44} \end{bmatrix}.$$

Таким образом, результирующее преобразование можно записать в виде

$$[x \quad y \quad z \quad 1][T] = [x' \quad y' \quad 0 \quad h] = h[x^* \quad y^* \quad 0 \quad 1]. \qquad (1)$$

Здесь x^* и y^* – это координаты перспективной проекции на картинную плоскость фотоизображения $z = 0$. После исключения масштабного коэффициента h получим два скалярных уравнения:

$$\left(T'_{11}-T'_{14}x^*\right)x+\left(T'_{21}-T'_{24}x^*\right)y+\left(T'_{31}-T'_{34}x^*\right)z+\left(T'_{41}-T'_{44}x^*\right)=0, \quad (2a)$$

$$\left(T'_{11}-T'_{14}x^*\right)x+\left(T'_{21}-T'_{24}y^*\right)y+\left(T'_{31}-T'_{34}y^*\right)z+\left(T'_{41}-T'_{44}y^*\right)=0, \quad (2b)$$

Если известны x^*,y^*,x,y,z, то уравнения (2a) и (2b) представляют два уравнения с 12 неизвестными элементами T'_{ij}. Применяя эти уравнения к $n\geq 6$ некомпланарным точкам в объектном пространстве и к их изображениям на перспективной проекции, получим однородную систему из $2n$ уравнений с 12 неизвестными. Для решения полученной системы перенесем слагаемые, содержащие нормировочный коэффициент T'_{44}, в правую часть и зададим значение $T'_{44}=1$. Таким образом, для нахождения решения $[T]$ получается переопределённая система уравнений, матрица которой не может быть инвертирована, так как она не квадратная. Как известно из теории метода наименьших квадратов наилучшее усредненное решение можно вычислить, умножив обе части матричного уравнения на транспонированную матрицу системы еизвестных с симметричной квадратной матрицей, для решения которой можно применить хорошо известный метод квадратного корня. Таким образом, по известным координатам находится преобразование, породившее данную перспективную проекцию, например, фотографию.

В случае [4], когда предполагаются известными $[T],x^*,y^*$, получается два уравнения от трех неизвестных пространственных координат x,y,z. Это – недоопределенная система уравнений, поэтому решить ее невозможно. Однако, если известны две перспективные проекции, скажем две фотографии, полученные с разных ракурсов, то уравнения (2) можно записать для обеих проекций. В результате получим

$$\left(T'^1_{11}-T'^1_{14}x^{*1}\right)x+\left(T'^1_{21}-T'^1_{24}x^{*1}\right)y+\left(T'^1_{31}-T'^1_{34}x^{*1}\right)z=x^{*1}-T'^1_{41},$$

$$\left(T'^1_{12}-T'^1_{14}y^{*1}\right)x+\left(T'^1_{22}-T'^1_{24}y^{*1}\right)y+\left(T'^1_{32}-T'^1_{34}y^{*1}\right)z=y^{*1}-T'^1_{42},$$

$$\left(T'^2_{11}-T'^2_{14}x^{*2}\right)x+\left(T'^2_{21}-T'^2_{24}x^{*2}\right)y+\left(T'^2_{31}-T'^2_{34}x^{*2}\right)z=x^{*2}-T'^1_{41},$$

$$\left(T'^2_{12}-T'^2_{14}y^{*2}\right)x+\left(T'^2_{22}-T'^2_{24}y^{*2}\right)y+\left(T'^2_{32}-T'^2_{34}y^{*2}\right)z=y^{*2}-T'^1_{42},$$

где верхние индексы 1 и 2 обозначают первую и вторую перспективные проекции. Эти уравнения представляют четыре уравнения от трех неизвестных пространственных координат x,y,z. Таким образом, снова получена переопределенная система уравнений, и для нахождения решения можно применить методы наименьших квадратов и квадратного корня.

Практическое применение заявленного алгоритма довольно широкое, при фиксации и определении реальных размеров выбоин в дорожном покрытии. С целью иллюстрации метода рассмотрим реальную стереопару (Рис. 1, б).

Координаты вершин 3D-объекта измерялись линейкой. Координаты соответствующих точек на изображениях фиксировались в графическом редакторе с использованием манипулятора «мышь». Попытка восстановления 3D-координат вершин объекта дала неплохое совпадение с исходными значениями. Более того, в ходе расчетов удалось поправить измерения на фото и опечатки при снятии отсчетов. Задаваясь измеренными значениями точки поверхности

кузовной детали на левом и правом снимках, можно проверить выполнение теоремы Пифагора. В нашем случае вычисленное расстояние от вершины конуса до асфальтового покрытия составило 31,975 см, что на 0,078% отличается от паспортного значения 32 см.

Реализацию полученных алгоритмов предполагается осуществить на смартфоне под управлением ОС Андроид [5].

Экспертиза характера и перечня повреждений АМТС, предусматривает детальную фиксацию повреждений для определения возможности их образования и причастности к исследуемому событию. Безусловно, фотографический метод является веским аргументом при решении спорных ситуаций, а определение реальных размеров повреждений элементов АМТС по фотографиям (Рис. 2) и видеосъёмке актуальной задачей. Результаты визуального осмотра повреждённого транспортного средства и фотографирования (Рис. 2) оформляются соответствующим актом. Фотоматериалы и акт осмотра, поврежденного АМТС, являются обязательным приложением к экспертному заключению или отчёту об оценке стоимости восстановительного ремонта АМТС [6].



а) б) в) г)

Рис. 2 Фотографии автомобиля: а) и б) повреждённого в ДТП, в) и г) повреждённого в результате падения снежной массы

В развитие данной темы ставится задача автоматизации процесса поиска графических маркеров и опорных точек на фотоизображениях, в том числе поврежденных АМТС.

Литература

1. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий. М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 288 с.

2. ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения».

3. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. М.: Мир, 2001. – 604 с.

4. Slama, C. (ed.). Manual of Photogrammetry, American Society of Photogrammetry, 1980.

5. Проханов С.А., Шумилов Б.М., Кудуев А.Ж., Абдыкалыков К.А. / Девятая Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2017. С. 102– 108.

6. Федотова М.А., Ковалёв А.П., Кушель А.А. [и др.]. Оценка машин и оборудования. М.: ИНФА-М, 2017. 324 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

O.A. Mamaraufov, M.Yu. Doshchanova, O.B. Ruziboev, S. Sharapov

METHOD OF ESTIMATION AND SELECTION OF INFORMATIVE INDICATORS, FOR DETERMINING THE LEVEL OF READINESS OF SPORTSMEN

(Tashkent University of Information Technologies named after Al-Khorazmiy)

Existing approaches in assessing the level of athletic readiness of athletes have shown that various sports organizations use different methods and means. They allow to explore different aspects of athletes' preparedness.

Using different groups of heterogeneous data, it is possible to obtain sufficiently accurate estimates of the level of readiness of athletes for the competition. The more information is used, the more the evaluation process is tightened, which significantly hampers practical sports work.

One of the urgent problems is the choice and development of methods for assessing the informative of the indicators used in conditions of uncertainty.

Based on the research, several groups of indicators can be identified, used to assess the degree of preparedness and quality of training athletes. Of these, the most used are groups of indicators to analyze the features of their structure, which affects the choice of adequate methods for assessing information.

In technical-aesthetic sports, the quality of performing skills is assessed by three groups of characteristics, defined on qualitative scales: generalized, group and single characteristics.

Often, according to physiological studies, indicators are calculated that are related to the degree of readiness of athletes, their level of fitness and health status.

Functional methods of research in sports are focused mainly on assessing the functional state and functional reserve of the body. The basis of these methods is the study of the reaction (most often physiological indicators) of the body to any dosed effect (functional tests).

The functional state (FS) is investigated with respect to specific organs, systems and the organism as a whole. FS in sports is assessed by such qualitative categories as optimal performance, fatigue, monotony, physiological stress, psychological stress, psycho emotional stress, extreme state.

The functional reserve (FR) is considered as a component of the wider concept of an adaptation reserve. The functional reserve in sports is considered as a hidden opportunity to realize unusually large work, which is studied at the biochemical, physiological and psychological levels.

An analysis of the indicators used to comprehensively assess the level of athletic readiness shows that even within one data block, information can be represented by different types and scales of characteristics, and most blocks are described at the level of qualitative indistinctly defined scales. Such a situation does not allow us to use the traditional statistical methods of evaluating information in a complex approach.

To analyze and process various types of poorly formalized scales, including quantitative scales, a theory of latent variable measurement was developed, the effectiveness of which was proved in medicine, psychology, economics and pedagogy [1, 2].

In the theory of changing latent (hidden) variables, the mechanism for estimating the informative of the indicator variables used is used, but the use of this theory is limited by the fact that the structure of the initial data must satisfy the mathematical model used, in particular G. Rash's logistic model, and the amount of data collected for analysis must satisfy the corresponding statistical criteria [1, 3].

Less strict restrictions to the data structure are presented by the method of group accounting of arguments (MGAA) [2]. But this method has a less developed evidentiary mechanism for assessing the degree of confidence in the informative value of the analyzed indicators.

Taking into account the merits and demerits of both methods, it is proposed to combine these two approaches, adding to them an expert component for solving the problem of assessing the informative value of the indicators used to assess the level of sports readiness of athletes.

With this approach, a method for evaluating and selecting informative indicators characterizing the level of sports readiness of athletes is proposed, consisting in the following sequence of actions:

1. Qualimetry defines requirements for which an expert group is formed.

2. At the expert level, a list of the groups of indicators used to assess athletic preparedness and forecasting of athletes is determined. For each of the selected groups, a list of characteristics is drawn up that can potentially be used and actually identified in the current constraints.

3. In the theory of measuring latent variables with G.Rash's model, a block of data is formed on the quantitative K_i scales, from the signs determined on the initial generally accepted scales.

For the transition from the quantitative values of the informative characteristics $X_i=(i=1,2,3,\ldots,n)$ to the quantitative normalized scales $K_i(i=1,2,3,\ldots,n)$ is carried out according to the formula:

$$K_i = \begin{cases} int\frac{(X_i - X_{i,min})}{R_i}, at\ X_i \le X_{i,max} \\ m-1, at\ X_i = X_{i\,max} \end{cases} \qquad (1)$$

where X_i is the current natural value of the i-th indicator; $X_{i,\ min}$ - the smallest value of the i-th indicator; $X_{\ i,\ max}$ - the largest value of the i-th indicator; $int\ (m)$ is the integer part of m; m - the basis of the qualitative scale ($m = 2,3, \ldots$), selected in accordance with the recommendations [3].

4. Depending on the type of problem being solved, latency variables are chosen to be the level of athletic preparedness, confidence in the forecast associated with sports activities.

As indicator variables, the original characteristics, translated into K_i scales, are used. Latent variables are associated with the indicator variables of G.Rash's model. The graphs of functions are called characteristic curves of indicators, and the variables used in G.Rash's model are defined as logits.

5. If for each indicator variable, with confidence, a decision is made that all the selected source indicators are compatible with each other and define the same latent variable, otherwise the next item is executed.

6. Each of the indicator variables X_i is assigned a calculated significance level. Indicator variables are corrected or excluded from the list of informative features. After the exclusion of indicator variables, a space of informative features is formed that describes the latent variables under study from the point of view of the axiomatic of the theory of measurement of latent variables.

7. The above procedures are repeated until all the indicator variables satisfy the critical value of the level of compliance of the indicator variable of the latent variable being measured.

8. At the final stage of selecting a list of informative features, a control check is performed using the graphs of the correspondence between the level of the integral indicator of the latent variable and the significance of the informative indicators (indicators).

If the average significance of informative characteristics does not differ from the average level of the integral indicator by more than 0.5 logit, then the conclusion is made that the system of informative signs (indicators) corresponds to the measured latent variable and the set of informative indicators used is effective for the purposes measurements of the generalized latent variable, and in addition to assessing the informative, it is expedient to use the obtained models for the synthesis of prognostic and diagnostic decision rules .

9. If the average significance of informative characteristics differs from the average level of the integral reading by more than 0.5 logit, the L_i index decreases proportionally to the difference logit in accordance with the formula

$$L_i = L_{i0} \cdot \alpha, \quad (2)$$

where L_{i0} is the value of the significance level; α-weighting factor, determined by experts based on their level of confidence in G.Rash's model, taking into account the difference.

Under the conditions of paragraph 9, G.Rash's models should be used in the synthesis of prognostic and diagnostic decision rules, with caution, checking their effectiveness on control samples.

10. In the space of initial characteristics X_i, using the MGAA algorithms, the equations of the relationship of these characteristics with the objective functions Z are constructed, which in this paper are defined as: the level of athletic readiness; confidence in the prognosis of the disease ω_l; presence of an early stage of the disease ω_l. The initial features are included in the type

$$Z_{k\ell}=F_{\ell}(X_{jk\ell}, A_{jk\ell}), \quad (3)$$

where $Z_{k\ell}$ is the objective function with respect to the group of attributes k of class ω_l; $X_{jk\ell}$ is a vector of attributes with the number j of group k of class ω_l; $A_{jk\ell}$ is a vector of configurable parameters with the number j of group k of class ω_l.

The $X_{jk\ell}$ attributes included in type 3 expressions are considered informative.

11. At the expert level, the informative value m_i of each of the characteristics X_i is determined taking into account the values of the coefficients $a_i \in A_{jk\ell}$ in linear models and degrees in nonlinear models.

12. The obtained values of L_i and m_i by normalization are reduced to unified measurement scales, for example, using expressions

$$IL_i = \frac{L_{\max i}-L_l}{L_{\max i}-L_{\min i}}; \quad Im_j = \frac{m_{\max i}-m_i}{m_{\max i}-m_{\min i}} \qquad (4)$$

If the experts are ready to assess the informative character of the characteristics without using additional mathematical models on the chosen scale, for example, using the Delphi technology, the expert informative character of the I_e signs is determined.

13. Taking into account the adequacy of the selected models to the tasks being solved and the experts' confidence in their decisions, weighting coefficients are assigned for each of the methods for assessing the informative of A_L, A_m, A_e, and for each of the informative features, its integral informative value

$$I_i = \frac{A_L * IL_i + A_m * I_{mi} + A_e * I_e}{3} \qquad (5)$$

For different objective functions, the values of informativity for the same characteristics can vary significantly. Indicators I_i reflect the contribution of the informative attribute to the examined assessment of the athlete's condition and are the basis for its inclusion in the appropriate decision-making models.

References

1. Anisimova T.S. Izmereniye latentnykh peremennykh v obrazovanii: Monografiya. - M.: Issledovatel'skiy tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov, 2004. 148 s.

2. Ivakhnenko A.G. Induktivnyy metod samoorganizatsii modeley slozhnykh sistem. – Kiyev: Nauk.dumka, 1982. – 296s.

3. Maslak A.A. Izmereniye latentnykh peremennykh v sotsial'no ekonomicheskikh sistemakh: Monografiya. – Slavyansk-na-Kubani: Izd. Tsentr SGPI, 2006. – 333 s.

4. Magerovskiy M. A Metody, modeli i algoritm nechetkoy otsenki urovnya sportivnoy gotovnosti, prognozirovaniya i ranney diagnostiki professional'nykh zabolevaniy sportsmenov. – Kursk: diss. na sois.uch.step.kan.tex.nauk, 2016. 157 s.

5. Maslak A.A. Teoriya i praktika kolichestvennogo izmereniya latent-nykh peremennykh v zdravookhranenii i drugikh sotsial'nykh sistemakh // Materialy Kongressa Vserossiyskogo Foruma «Zdorov'ye natsii – osnova protsvetaniya Rossii». – M.: NTSSSKH im. A.N.Bakuleva, 2005. – S.91-92.

R.I. Oteniyazov, T.A. Xujaqulov

PROBLEMS OF INTEGRATED MANAGEMENT OF WATER RESOURCES

(Tashkent University of Information Technologies named
after Muhammad al-Khwarizmi)

In this article one can see the problems and principals of many developed branches on managing water resources which are inculcated in many countries of the world as well as in Uzbekistan. Thus, a great attention is paid to the quality of water resources, ecological problems closely connected with water as well as the participation of the public in the process of the rational management of water resources. The traditional approach to water management as an engineering-based, based on technical solutions, has led to problems of water scarcity, pollution, conflicts due to ownership, social and political tensions.

The countries of Central Asia and the Caucasus in 2002 joined the Global Water Partnership (GWP).

The main goal of the water partnership is to promote the principles of integrated water resources management (IWRM), which are as follows:

- sustainable, stable, equitable and equitable water supply to water users and nature;

water and environmental management within hydrographic boundaries in accordance with the morphology of a specific basin;

- accounting and involvement of all types of water (surface, underground, return) in water use, taking into account the climatic features of the regions;
- public participation of the population not only in management, but also in financing, planning and development of the water sector;
- close coordination of water use and all participating bodies with sectors and with different levels of water use;
- information support, openness and transparency of the water management system;
- water conservation and rational use of water resources, including not only the improvement of technical systems, but also the creation of a system of advisory services and maintenance of infrastructure.

In the opinion of IWRM specialists, the management system is based on the accounting and interaction of the possible water (surface, underground, return) and associated land and other natural resources within geographic boundaries, linking the interests of different industries and levels of the hierarchy of water use and nature management, involving all stakeholders in decision-making, planning, financing, support and development for the sustainable provision of the needs of society and nature.

The traditional approach to water management as an engineering-based, based on technical solutions, has led to problems of water scarcity, pollution, conflicts due to ownership, social and political tensions.

Therefore, in the advanced countries, the understanding that engineering and financial decisions in the past should be reassessed in the light of the natural and social values of nature and society has been strengthened.

The transition to IWRM requires the allocation of the following priority areas and management mechanisms:

- the formation of organizational, political-legal, management mechanisms that would suit all the states of Central Asia;

- stabilization of nature objects, prevention of violations of the ecological balance, formation of a system of interaction of all organizations that have certain powers and contribute to the stimulation of water management.

With integrated water resources management, issues related to the environment will play a priority role.

Our state inherited from the past the Aral ecological crisis, harmful to the health of the population and the environment of production, depleted water and land resources.

It should be noted that in recent years, important organizational, socio-economic and legal measures have been developed and implemented in Uzbekistan to provide, as is now customary, environmental security.

Ecological security should be understood as a system of nationwide measures aimed at the timely detection, prevention and suppression of environmental threats that could lead to serious political, economic, environmental, social and other damage to the state, society and the individual.

It should be noted that over the past years, Uzbekistan has adopted a number of laws regulating environmental protection activities aimed at preserving public health and rational use of natural resources.

IWRM is not the construction of another level in the interstate water resources management system, but the formation of an integrated, holistic approach to the creation and development of a unified structure for water management in the region, with stability and improvement of national governance structures. One of the main tasks of IWRM is to ensure the quantitative parameters of the water regime and water quality with strict limitations on the maximum allowable discharge concentrations.

The solution of IWRM tasks requires the concerted efforts of all stakeholders: water managers, water users, power structures and others. At the same time, it is necessary to take into account the following problems: availability of state and territorially-administrative borders in the region; branch isolation, significant differences in the levels of the hierarchy of water management; weakness of contacts and interactions of water users, the general public and the water management system, lack of a system of regular upgrading of water sector specialists; low level of the existing hydro structures, equipment, equipment and others.

Thus, the IWRM system can provide its own fundamentally new approach to the formation and improvement of the mechanism of interstate cooperation in the use of regional water resources.

References

1. Yakubov M.S. The concept of competitiveness and modernization of the economic management system. International conference "Actual problems of development of info-communications and information society". Tashkent 2015. 609-614 p.

2. Xujakulov T.A. The problems of information and telecommunication technologies. Republican scientific and technical conference "Ensuring the integrity of information flows in the process of their logistics through the channels of the network." Tashkent 2015. 86-88 p.

3. Yakubov M.S., Xujakulov T.A., Husanov M.M. International Scientific and Technical Conference "Advanced Environmental Information Technology" "The role of environmental assessment in the preparation and reconstruction of water sector projects" SAMARA, 2017 1040-1044 p.

M.S. Svetlov[1], N.S. Vagarina[2], M.K. Svetlova[2], D.A.Mishchenko[2]

MATHEMATICAL MODEL OF INTERACTIVE NETWORKS

([1]Institute of Precision Mechanics and Control of RAS, Saratov, Russia;
[2]Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia)

At creation of any information network one of main are problems of receiving, preprocessing and distribution of information for the purpose of development of some managements of both local, and remote objects. At a large number of objects (terminals) the network uses multiple branched communication channels. At creation of such network by all means there are problems of rational use of channels. For the solution of these tasks it is necessary to have not only information on quantity of objects, geographical structure of their position, but also on functional features of information exchange between objects in system. In practice information networks have to provide information exchange between objects of system: automata, operators, computer etc.At a large number of terminals the transferred information volume significantly increases in network.For more effective use of channels of network enter special points of information processing (figure 1) into structure of network.At these points the information received from the terminals is processed, accumulated and redistributed to the required addresses.

At the same time in any information network distributed on big space channels of various physical nature can be used [1].Such tasks require special approach to creation of information networks. For example, the part of canals can be realized on the physical communication lines providing a persistent connection between terminals. On the other hand, today the large role is played by wireless communication lines.

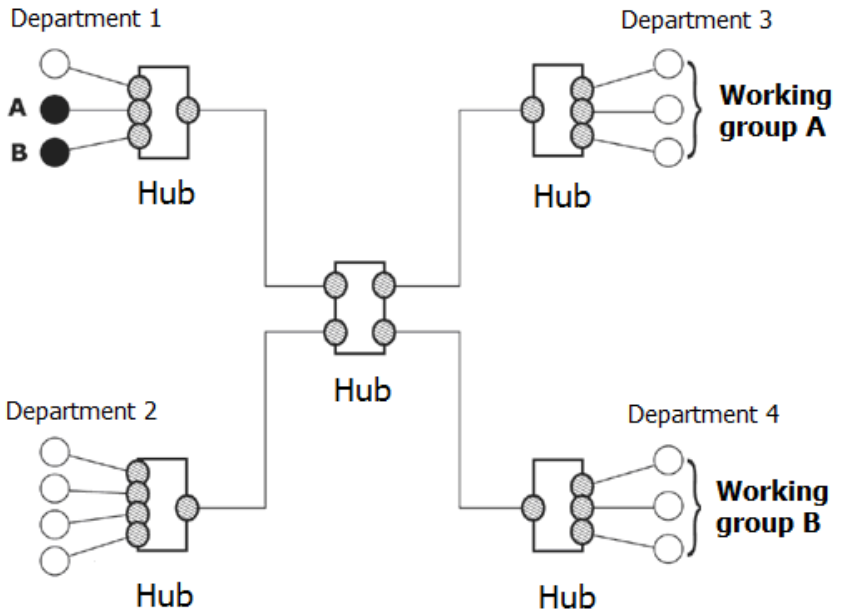


Figure 1 - Physical structuring of the network based on hubs

Nevertheless, it is necessary to understand that what information channels wouldn't be used in network, the principles of building and managing such a network remain largely similar.

For the mathematical description of network we will enter the following designations. Let N – the closed information network formed by the L systems S_i ($i=1,...,L$) with intensity of information processing at control points μ_i and containing Q information queries of one class.

Transitions of queries between systems in the process of functioning of network are defined by irreducible route matrix $\Theta=(\theta_{ij})$ ($i,j=1,...,L$).

Let the vector of $s^{(n)}=(s_i^{(n)})$ set a condition of network with number n, where $s_i^{(n)}$ - number of the queries which are in system S_i. The set of network states X network has the power of $c_X=|X|$. The stationary probability of a status of $s^{(n)}$ is defined by the following expression:

$$P(s^{(n)})=\frac{1}{G(Q,L)}\prod_{j=1}^{L}x_j^{s_j^{(n)}},\ s^{(n)}\in X, \tag{1}$$

where $x_j=\omega_j/\mu_j$; $\omega=(\omega_j)$ ($j=1,...,L$) is called a vector of the relative intensities of flows of information queries. G(Q,L) is the normalizing constant defined as:

$$G(Q,L)=\sum_{s^{(n)}\in X}\prod_{j=1}^{L}x_j^{s_j^{(n)}} \tag{2}$$

Stationary probabilities $P(s^{(n)})$ are the solution of equilibrium equations which for a network N can be given in the form:

$$\left[\sum_{j=1}^{L}\varepsilon(s_j^{(n)})\mu_j\right]P(s^{(n)})=\sum_{i=1}^{L}\sum_{j=1}^{L}\varepsilon(s_j^{(n)})\mu_i\theta_{ij}P(s^{(n)}+e_i-e_j), \tag{3}$$

where e_i is a vector of dimensionality of L which every i of components is equal 1 and remaining components are equal 0.

We will designate through $I = \{1,...,L\}$ and $B = \{1,...,c_X\}$ sets of numbers of systems and numbers of network conditions. We will enter designations for stationary characteristics of a network *N*:

λ_i - intensity of the entering flow of queries in system S_i;

$\bar{s}_i$ - mathematical expectation of number of queries in system S_i;

$\bar{u}_i$ - mathematical expectation of duration of queries processing in system S_i;

Ψ - utilization coefficient of information channel in system S_i.

Set of statuses of *X* are defined for implementation of a network *N* when in it there are *Q* queries. We will receive expression for utilization coefficient of information channel:

$$\Psi_i^{(Q)} = x_i \frac{G(Q-1,L)}{G(Q,L)},\ i = 1,...,L. \quad (4)$$

We will consider a formula for calculation of mathematical expectation of duration of queries processing in the system S_i of a network *N:*

$$\bar{u}_i^{(Q)} = \frac{1}{\mu_i}(\bar{s}_i^{(Q-1)} + 1),\ i = 1,...,L. \quad (5)$$

Remaining stationary characteristics of a network *N* can be written in the form:

$$\bar{s}_i^{(Q)} = \frac{\omega_i \bar{u}_i^{(Q)} Q}{\sum_{j=1}^{L} \omega_j \bar{u}_j^{(Q)}}, \quad (6)$$

$$\lambda_i^{(Q)} = \frac{\mu_i \bar{s}_i^{(Q)}}{(\bar{s}_i^{(Q-1)} + 1)}. \quad (7)$$

We will understand indices of efficiency of an information network as the characteristics reflecting a level of compliance of a network to the assignment, technical perfection and economic feasibility [2]. The concept of efficiency is connected to obtaining some useful result, namely to effect of use of a network. The index of efficiency is defined by process of functioning of a network and is some function of this process. It can be provided as follows:

$$W = W(t, LP, LTP, LA, LD, LU), \quad (8)$$

where W - a set of nodes of a network; t - time; LP, LTP, LA, LD, LU - sets of parameters of the entering flows of queries (LP), technical and software of a network (LTP), algorithms of processing and information transfer on a network (LA), activities of users (LD), operating conditions of a network (LU).

According to a specification of a concept of efficiency indices of a set of *W* can be divided into three groups: indices of target efficiency of a network; indices of technical efficiency of a network; indices of economic efficiency of a network.

The analysis of literature shows that the criterion of efficiency offered by the academician Shileyko A.V. for the characteristic of computers can be one of options

of assessment of any information systems and networks. Mathematically it can be expressed a formula of coefficient of technical efficiency:

$$\eta = \frac{I}{T \cdot \varphi}, \quad (9)$$

where I – the volume of the processed information; T – time of information processing of I; φ - structural complexity of the network providing processing of information of I during T.

The offered mathematical model of an information network allows not only to making recommendations about creation of a real network, but also can be used for implementation of a hardware and software system of simulation of interactive information networks.

References

1. ETSI TR 101 290 V1.2.1 (2001-05) // http://www.etsi.org.
2. Buzen J.P. Computational algorithms for closed queueing networks with exponential servers // Comm. ACM, 1973, Vol. 16, No. 9, P. 527-531.

А.Д. Ананьев, В.Ю. Шаврин

АНАЛИЗ CMS ПЛАТФОРМ. ВЫЯВЛЕНИЕ ДОСТОИНСТВ И НЕДОСТАТКОВ WEB – САЙТОВ

(Самарский государственный технический университет)

Web-страницы обладают различным интерфейсом – совокупностью средств, при помощи которых пользователь взаимодействует со страницей. К сожалению, не все интернет-страницы являются удобными в использовании и, следовательно, имеют меньше шансов стать успешными и востребованными пользователями. Такие страницы подлежат коррекции в направлении дизайна и навигации.

Почти все сайты в Интернете построены на CMS платформах. Что такое CMS? CMS платформа – система управления контентом. Приведем в пример три самые популярные платформы и покажем их достоинства и недостатки.

Joomla

Продукт отличается качеством исполнения. Если пользователь ищет лучший движок CMS, то ему следует обратить внимание на Joomla. Пользователю доступны опции подключения многоуровневой авторизации администраторов и разделения прав модераторов. Изменение внешнего вида сайта осуществляется путем применения готового шаблона из обширного каталога. При желании можно создать индивидуальный макет. Многие клиенты считают, что это лучшая CMS для магазина, поскольку она позволяет подстроить под себя множество элементов.

Недостатки:

- слабая безопасность от взлома;

- есть некоторые недочёты в иерархии элементов движка. Например, теги H1, H2, H3 и т.д. располагаются не очень удобно;
- в Joomla нельзя управлять одновременно несколькими сайтами;
- наличие большого количество лишнего кода как в самом движке, так и в шаблонах;
- медленная загрузка web-страниц по сравнению с другими некоторыми CMS и тем более классическими сайтами;
- плохая индексация поисковыми системами [1].

Drupal

Данная платформа ориентирована на сложные сайты и профессиональных программистов. Работа с программным обеспечением требует наличия опыта и соответствующей подготовки. Система синхронизируется с партнерскими сайтами. Пользователь может выбирать короткие адреса, применять шаблонные темы, создавать web-ресурсы со схожими элементами (единую базу пользователей). Доступна функция перевода на несколько языков. Движок подходит для крупных онлайн-магазинов и сообществ.

Недостатки:

- сложность освоения для тех пользователей, которые ранее не сталкивались с сайтостроением и делают это впервые, создание и раскрутка сайта с помощью Drupal – занятие весьма сложное;
- сложный интерфейс, Drupal трудно поддаётся освоению и за счёт своего сложного интерфейса;
- высокие требования системы;
- отсутствие в свободном доступе шаблонов с привлекательным дизайном [2].

WordPress

Платформа простая, понятная, но одновременно функциональная. Для работы с движком не требуются технические знания. Простым интерфейсом останутся довольны даже профессионалы. Ответы на возникшие вопросы можно найти в инструкции. Платформа была создана для блогов, новостных ресурсов и других порталов, где нужно быстро добавлять информацию. Плагины для расширения функционала можно приобрести по доступной цене. Разработчики предлагают более 10 дополнительных компонентов для создания онлайн-магазина на движке WordPress. Запустить полноценный онлайн-магазин на его базе очень сложно. Можно добавить не более 100 карточек товаров, которые не требуют обновления. Платформа проста в освоении. Система подойдет начинающим пользователям.

Недостатки:

- среди недостатков следует отметить отсутствие интеграции с 1С, российскими платежными системами и службами доставки;
- после установки плагина может возникнуть конфликт с шаблоном [3].

Основываясь на эти данные, можно найти лучшую для себя CMS платформу. Но, опираясь на личный опыт и количество недостатков, можно сказать, что платформа WordPress лучшая среди всех остальных.

Следующий пункт – это оценивание сайтов. В табл. 1 представлены 10 основных критериев, от которых будет зависеть успешность сайта.

Таблица 1. Критерии оценивания и их описание

Критерии	Описание	Кол-во баллов
Дизайн	Безусловно, дизайн сайта играет огромную роль. Много пользователей уходят со страницы только из-за того, что внешний вид их пугает и отталкивает. Конечно, это не означает, что сайт нужно делать максимально привлекательным. Он должен быть нейтральным	0-10
Юзабилити	Один из важнейших критериев. На сайт нужно смотреть не со стороны разработчика, а со стороны пользователя, и если вам удается в несколько кликов найти нужную информацию, то считайте, что тест пройден	0-10
Стиль текста и ошибки	Обязательный критерий оценивания сайта – тексты, так как это второй вид донесения информации после изображений. Поэтому ваши тексты должны быть такими же подходящими, как и картинки. Грамматические и пунктуационные ошибки могут оттолкнуть пользователя от дальнейшего посещения вашего сайта	0-10
Содержание сайта	Так как наши сайты научной направленности, то они должны иметь научные статьи, материалы для скачивания и другие виды информации для развития пользователя	0-10
Верстка	При плохой верстке сайта, он может отображаться некорректно, долго грузиться и не выполнять требуемых задач. Поэтому, если у вас сайт выглядит плохо с точки зрения программного кода, надо срочно исправлять эту проблему	0-10
SEO-оптимизация	При создании сайта нужно предусмотреть, чтобы ваш сайт был адаптирован под ключевые запросы и удобное восприятие системами	0-10
Активность	Жизнь на сайте не должна останавливаться. Регулярно должны выходить новости, научные статьи и т.п.	0-10
Посещаемость	Изначально сайт создают для того, чтобы на него заходили пользователи и получали нужную информацию. И если вы видите, что активность на вашем сайте не такая уж и большая, как бы вам хотелось, стоит задуматься и что-то поменять	0-10
Время загрузки	Скорость загрузки сайта играет важную роль. От этого зависит посещаемость вашего сайта. Не каждый пользователь обладает большим терпением и может, не дождавшись, просто уйти	0-10
Реклама на сайте	Если на вашем сайте много назойливой рекламы, то о большой активности можете забыть. Постарайтесь свести уровень рекламы к минимуму или вовсе ее убрать	0-10

Приведем пример использования этих данных.

Произведем анализ двух сайтов научной направленности и выявим их недостатки и достоинства (табл. 2).

Таблица 2

Анализ сайтов по критериям

Сайт	Дизайн	Юзабилити	Стиль текста	Содержание	Верстка	SEO	Активность	Посещаемость	Время загрузки	Реклама	Среднее значение
Samgups.ru	6	5	7	8	4	2	9	6	3	1	5,1
Samgtu.ru	10	7	10	9	9	8	10	7	8	0	7,8

Таким образом, мы наглядно видим, что у сайта Samgups.ru серьезные проблемы с SEO оптимизацией и временем загрузки, а у сайта Samgtu.ru практически все находится на высоком уровне.

Выводы. Выявлены достоинства и недостатки CMS платформ. Составлены основные 10 критериев, на основе которых можно проводить оценку сайтов. Представлен пример применения данной работы на практике, который наглядно показывает все плюсы и минусы анализируемых сайтов.

Литература

1. Рамел Д. Самоучитель Joomla! // Знакомство с Joomla!. 2008. С. 15-25.
2. Ромашов В.Р. CMSDrupal система управления содержимым сайта // Установка и использование Drupal. 2010. С. 8-15.
3. Грачев А. Создай свой сайт на WordPress // Знакомство с CMSWordPress. 2011. С. 14-23.
4. Рамел Д. Самоучитель Joomla! // Статистика сайта. 2008. С. 341-355.

А.В. Баландин, Р.А. Кавков

ЭВОЛЮЦИОННОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В ОСРВ QNX NEUTRINO

(Самарский университет)

Приложения реального времени (ПРВ) составляют особый класс программ, используемых в системах промышленной автоматизации, системах автоматизации испытаний и научных исследований, робототехнических системах, системах машинного зрения, системах аварийной сигнализации и т.п. На ПРВ возлагают функции оперативного контроля и управления системными процессами в режиме реального времени, что в значительной степени определяет эффективность и надёжность функционирования таких систем в течение всего жизненного цикла. Поэтому априорный анализ способности создаваемого ПРВ

удовлетворять заданным требованиям оперативного функционирования начинается на самых ранних стадиях разработки и продолжается в течение всего периода разработки. Этим обуславливается то, что эволюционное прототипирование (когда последовательно масштабируемый, модифицируемый и периодически тестируемый натурный макет поэтапно приближается к реальному приложению) является единственным надёжным способом разработки ПРВ с заданными свойствами.

Существует множество коммерческих средств программирования ПРВ (SCADA-систем), явно или неявно поддерживающих технологию эволюционного прототипирования. Например, WinCC OA, Trace mode, LabVIEW и множество других им подобных. Однако их приобретение для «одноразового» программирования «не сложных» систем не всегда оправдано.

В качестве альтернативы коммерческим средствам предлагается технология эволюционного прототипирования ПРВ, базирующаяся разработанном методе структуризации ПРВ [1, 2] и использовании стандартных средств программирования, предоставляемых современными POSIX-ориентированными операционными системами реального времени (ОСРВ), которыми обычно оснащаются вычислительные системы, используемые ПРВ. Предполагается, что на ПРВ возлагается сбор информации, её анализ и выработка управляющих воздействий в реальном времени, а также хранение, отображение и передача информации в локальной сети (ЛС). В данной работе в качестве ОСРВ рассматривается QNX Neutrino [3].

Прототип ПРВ формируется на четырёх уровнях:

1. Агрегатном.
2. Процессном.
3. Нитевом.
4. Процедурном.

На рисунке 1 приведён пример представления структуры абстрактного ПРВ на *агрегатном уровне* как параллельно и асинхронно функционирующие в узлах ЛС *программные агрегаты*, взаимодействующие друг с другом посредством однонаправленной передачи сообщений. Узлы ЛС имеют символические имена: Comp1,…, Comp4. В каждом узле располагается по одному агрегату: A_1,…, A_4. Взаимодействие агрегатов между собой осуществляется по однонаправленным каналам передачи сообщений: c_1, c_2,…, c_9. Агрегаты могут взаимодействовать и с внешними устройствами узлов ЛС (контроллеры, внешняя память, устройства отображения, пульт оператора).

Универсальная структура программного агрегата на *процессном уровне* представлена на рисунке 2. Агрегат состоит из *базы оперативных данных* (БОД) и *операционных модулей* преобразования данных. БОД осуществляет сбор исходных оперативных данных и временное хранение всех данных в именованных «абстрактных ячейках» оперативной памяти: m_1,m_2,…,m_M. Оперативные данные являются *темпоральными данными* трёх типов: *датумы*, *импульсы*, *моды* [3]. Для управления оперативными данными в состав БОД входят специальные модули. *Модули генерации данных* являются поставщиками исходных

темпоральных данных в ячейки памяти БОД. Они взаимодействуют с *окружением* агрегата, обеспечивающим модулям связь с внешними устройствами узла ЛС, например контроллером, пультом оператора или каналами передачи данных.

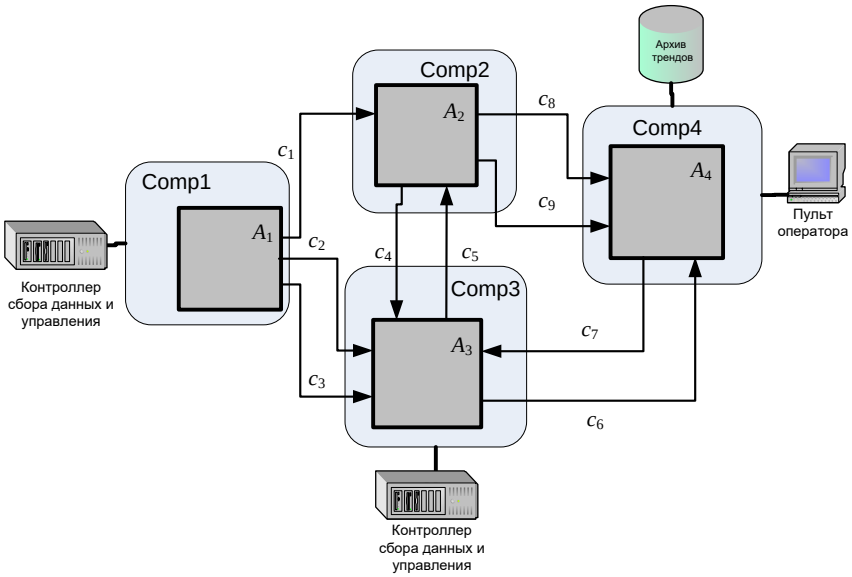


Рис. 1. Структура ПРВ на агрегатном уровне

Модули репликации данных (глобальной или локальной) осуществляют в БОД репликацию однородных данных либо в локальных ячейках БОД агрегата (*C*-репликаторы), либо в удалённых ячейках БОД разных агрегатов (*R*- и *S*-репликаторы), используя каналы передачи сообщений. *Модули терминации данных* взаимодействуют с *окружением* агрегата, обеспечивая передачу данных из ячеек БОД во внешние устройства узла ЛС. В состав БОД входит также специальный модуль - *Часы* ПРВ, которые на базе системной службы времени ОСРВ на узле ЛС формируют в ячейке *Time* значения относительного времени, используемые БОД при формировании характеристик темпоральных данных.

Операционные модули преобразования данных являются одновременно потребителями и поставщиками оперативных данных БОД. Они в реальном времени по часам ПРВ осуществляют параллельное и асинхронное выполнение *абстрактных операций* над оперативными данными, получаемыми из ячеек БОД, а результаты в виде темпоральных данных помещают обратно в ячейки БОД. Набор операционных модулей формально не ограничен и может эволюционировать по мере приближения прототипа ПРВ к окончательному виду приложения. Изменение состава операционных модулей в общем случае приводит к изменению количества ячеек БОД, используемых для хранения результатов обработки. Для формирования абстрактных ячеек БОД используется средство ОСРВ QNX Neutrino для создания в оперативной памяти узла ЛС *именованных* областей.

Все рассмотренные выше модули управления оперативными данными БОД и операционные модули преобразования данных формируются в ОСРВ как *процессы* с универсальной структурой, запускаемые при загрузке агрегатов

в узлы ЛС. Универсальная структура операционного модуля в виде контейнера параллельно и асинхронно выполняемых абстрактных операций над ячейками оперативной памяти БОД представлена на рисунке 3. Абстрактные операции формируются в модуле путём запуска средствами ОСРВ параллельно выполняемых *нитей* - O_i. Загруженный операционный модуль предварительно формирует *карту отображений* в модуль именованных ячеек БОД, требуемых для выполнения абстрактных операций. Запущенные нити осуществляют периодический вызов *процедур обработки данных* - Pr_i, в одном из трёх режимов: *master* – ожидание истечения заданного интервала времени, *slave* – ожидание модификации заданных ячеек БОД, *sporadic* – ожидание завершения выполнения процедуры Pr_i.

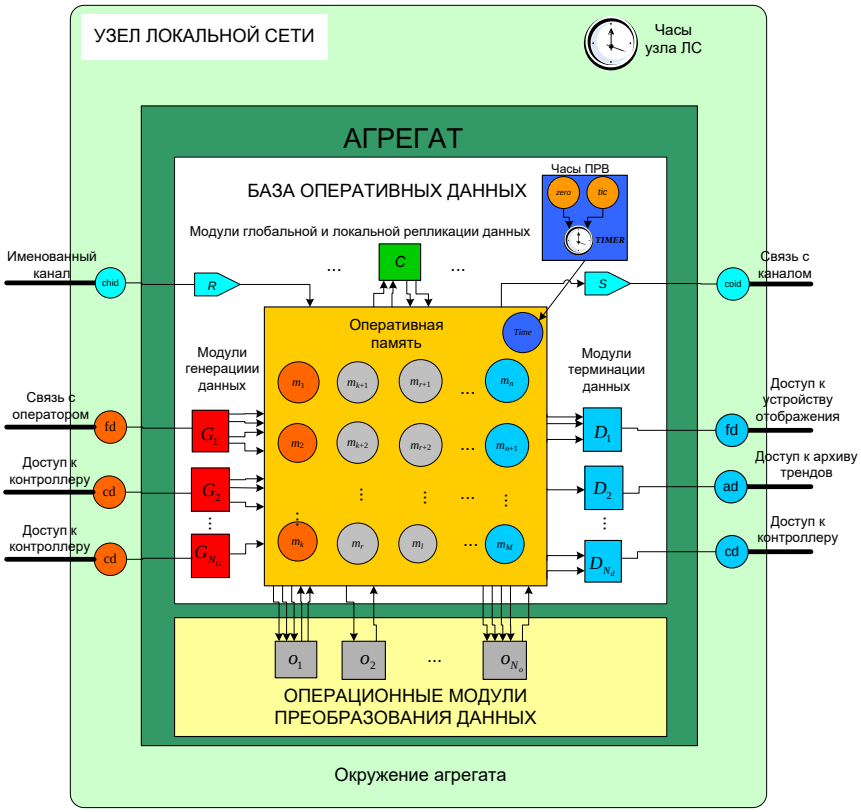


Рис. 2. Структура агрегата на процессном уровне

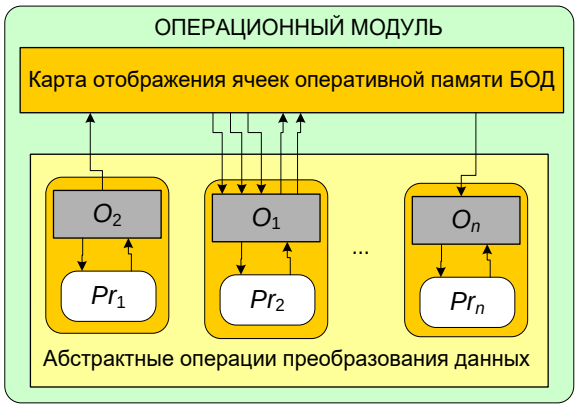


Рис. 3. Структура операционного модуля на нитевом уровне

Процедуры Pr_i составляют *процедурный уровень* ПРВ. В начале прототипирования в качестве процедур обработки данных используются специальные процедуры-«заглушки» имитирующие обработку данных. По мере развития натурного макета ПРВ они заменяются реальными процедурами.

Использование в БОД темпоральных данных позволяет на всех стадиях пототипирования осуществлять РВ-верификацию натурного макета ПРВ [4] с целью выявления так называемых *темпоральных прецедентов* нарушения временно́й целостности данных, используемых процедурами обработки данных, и поиска путей их устранения за счет модификации и эквивалентных преобразований структуры ПРВ на различных уровнях.

В настоящее время разработаны экспериментальные средства спецификации прототипа ПРВ на всех четырёх уровнях и загрузки натурного макета ПРВ в локальную сеть под управлением ОСРВ QNX Neutrino, которые проходят апробацию на различных примерах абстрактных распределённых ПРВ с целью проверки эффективности принятых технологических решений.

Литература

1. Баландин, А.В., Николаев, А.В. Метод структуризации и РВ-верификации приложений реального времени для систем промышленной автоматизации // Надежность и качество. - Труды международного симпозиума.– Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та. 2003. – С.378-380.

2. Баландин, А.В., Потоковые диаграммы асинхронных темпоральных вычислений для моделирования и РВ-верификации приложений реального времени // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2016). – Сб. трудов международной конференции. – Самара: Изд-во СГАУ. 2016. – С.919-926.

3. Кёртен, Р. Введение в QNX Neutrino 2. Руководство для разработчиков приложений реального времени. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.: ил.

4. Баландин, А.В. Модель параллельных и асинхронных темпоральных вычислений с автовалидацией // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015). – Том 2: труды международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН. 2015. – С.3-7.

Е.А. Борисова, М. Сапаев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ НЕЧЕТКОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

(Ташкентский университет информационных технологий)

Современные телекоммуникационные сети и системы являются сложными техническими системами. Их сложность обусловлена иерархичностью структуры и наличием большого количества различных элементов и оборудования, а также функционированием при нечеткости исходной информации.

В связи с стремительным развитием телекоммуникационных сетей (ТС) и резким увеличением количества потребителей на сегодняшний день остро стоит вопрос эффективного использованание телекоммуникационной инфраструктуры. Это в первую очередь также требует создания новых и модернизации эксплуатируемых телекоммуникационных сетей. В процессе проектирования требуется решение большого объема логико-вычислительных задач, связанных с моделированием сети, выбором аппаратно-программных средств, оценкой эффективности её функционирования, обеспечением надежности и защищенности пропускной способности и других. В настоящее время важное значение придается новой постановки задач по моделированию телекоммуникационных сетей на основе применения современных математических методов. Это обусловлено тем, что широко применяемые методы моделирования с учетом хорошо формализуемых количественных и качественных характеристик сетей не охватывают всю совокупность требований и множеств факторов, не поддающихся строгой количественной оценке и инженерной интуиции лица, принимающего решения [1].

При создании ТС возникает ряд проблем, связанных со сложностью их структуры, разнообразием технического оборудования, неопределенностью требований, нечеткостью информации и т.д., что требует применения современных методов моделирования систем, в частности методов теории искусственного интеллекта и нечеткого моделирования.

Анализ принципов построения ТС и особенностей их функционирования показывает, что они могут быть отнесены к классу сложных систем в связи с наличием ряда особенностей: распределенность структуры; составной характер системы; разнородность подсистем и элементов, составляющих систему; случайность и неопределенность факторов, действующих на систему; многокритериальность оценок процессов, протекающих в системе; большая размерность системы.

В общем случае сложные условия эксплуатации ТС приводят к необходимости учета в процессе их моделирования различных видов неопределенностей: недостаточность и нечеткость исходных данных, получаемых на этапе предварительного обследования объекта внедрения ТС, вызванных отсутствием возможности проведения натурного эксперимента и оценки погрешности замера параметров функционирования ТС; неточность моделей, возникающая из-за сложно-

сти декомпозиции системы; неопределенность и нечеткость в задании переменных величин в моделях, начальных и граничных условий, связанных с существенными нелинейностями характеристик, трудностей формализации, наличием различных субъективных критериев и ограничений; неопределенность и нечеткость, вызванные неэквивалентностью решений системных многоуровневых иерархических моделей; нечеткость исходной информации, получаемой от экспертов и системных инженеров, связанной с неопределенностью понятий и терминов; нечеткость в процессе построения моделей отдельных устройств, обусловленная трудностями формализации и представления знаний; неопределенность, возникающая при агрегации правил и моделей принятия решений.

Особенности функционирования сложных ТС в условиях нечеткой информации могут быть учтены обобщенной моделью, представляющую собой упорядоченный набор компонент [2]:

$$M_{net} =< \Omega, F, C, K, \Theta >,$$

где Ω - цель системы; F - функции системы; С- структура реализации функций; К- компоновка элементов Ω, F, C в соответствующем пространстве; Θ - организация функционирования системы.

Обобщенная модель ТС позволяет определить общие подходы к решению задач системного моделирования сетей и является основой разработки конкретных методов и алгоритмов решения задач выбора стандарта телекоммуникационной сети, структурного синтеза системы и выбора оборудования в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации.

Задача выбора проектных решений представляет собой неструктурированную задачу, и может быть решена на основе модели, позволяющей моделировать нечеткие ситуации и произвести интегрированную оценку приемлемости проектных решений.

В общем виде задача формулируется следующим образом: исходя из условий технического задания и группы нечетких критериев, предъявляемых к проектируемой сети, выделить наиболее приемлемый стандарт сети. В качестве основных параметров сети могут быть применены нижеприведенные слабоформализуемые критерии: стоимость (совокупность материальных затрат на оборудование, монтаж и настройка сети); скорость (скорость передачи данных с учетом технологии передачи данных); помехоустойчивость (устойчивость к помехам разной природы как внутри сети, так и извне); устойчивость к изменениям нагрузки сети (возможность бесперебойной работы сети при критическом увеличении интенсивности потока данных, количества абонентов и оборудования); простота монтажа и эксплуатации (совокупность трудозатрат по монтажу аппаратных средств, технической поддержке и др.).

Принятие рационального решения, по существу, заключается в выборе допустимого решения (альтернатив из множества всех допустимых решений), которое лучше или не хуже других, в некотором конкретном смысле, отражает интересы лица, принимающего решения. Выбор одного стандарта (альтернативы) в условиях нечетко описанной ситуации может быть успешно решен на основе нечеткого системного моделирования.

Основным этапом проектирования является моделирование процесса оценки приемлемости нечеткой ситуации на основе экспертных знаний в форме лингвистических суждений, что обеспечивается построением нечеткой модели на базе правил нечеткого логического вывода. Для осуществления этого необходимо формирование лингвистических переменных с определением их нечетких значений в виде нечетких переменных, которые полностью характеризуются своими функциями принадлежности (ФП). Исходной информацией для построения функций принадлежности являются экспертные оценки (в разной степени) или статистические данные, что характеризует степень влияния субъективизма, которую обычно стремятся минимизировать.

В практике обработки лингвистических экспертных суждений на основе теории нечетких множеств используются различные методы. В настоящее время наиболее часто используются нечеткие системы двух типов - Мамдани и Сугэно. Преимущество моделей типа Мамдани, заключается в том, что правила базы знаний являются прозрачными и интуитивно понятными и более приемлемы для решения задач моделирования сложных технических систем в условиях нечеткой информации.

Для реализации описанного подхода на основе FIS-файла среды Matlab построена нечеткая логическая модель типа Мамдани [3]. Возможности пакета Fuzzy Logic Toolbox позволили смоделировать нечеткие ситуации. В частности построены поверхность зависимости приемлемости проектного решения от масштабируемости и помехоустойчивости при фиксированных значениях других критериев, а также поверхности приемлемости в зависимости от скорости, передачи данных и помехоустойчивости. Аналогичным образом были построены поверхности зависимости приемлемости от других слабоформализируемых критериев.

Полученные результаты моделирования телекоммуникационных сетей в условиях нечеткой исходной информации применены для предварительной количественной оценки проектных решений при создании ТС и позволяют сделать вывод об эффективности применения нечетких моделей с использованием аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Литература

1. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003.-94С.

2. Марахимов А.Р., Сапаев М. Синтез систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики.// Химическая технология. Контроль и управление.- Ташкент, 2009. №6. С.53-59.

3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003 – 736С.

А.А. Виноградов, И.В. Гринь, Р.А. Ершов, О.А. Морозов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПИСАРЕНКО В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛОВ С OFDM-МОДУЛЯЦИЕЙ

(Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Современные системы связи используют широкополосные сигналы, которые позволяют повысить устойчивость к шумам, а также улучшают надежность каналов передачи информации в сложных условиях распространения сигналов. Одним из видов расширения спектра, который используется в сетях мобильной радиосвязи с множественным доступом, является технология ортогонального частотного мультиплексирования большого количества частотных составляющих (поднесущих) сигнала (OFDM-модуляция). OFDM-модуляция является цифровой схемой модуляции, использующей большое количество близко расположенных ортогональных поднесущих. Основным преимуществом данного вида модуляции является его возможность противостоять сложным условиям распространения сигнала. Сигнал с OFDM-модуляцией описывается следующим выражением [1]:

$$S[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} Z_k \exp[2j\pi nk / N] \qquad (1)$$

где N – количество поднесущих, n – индекс временного отсчета, k – индекс поднесущей, Z_k – комплексный элемент сигнального созвездия, соответствующий передаваемой битовой последовательности.

Использование традиционного метода оценки временной задержки широкополосных сигналов, основанного на максимизации функционала правдоподобия и сводящегося к вычислению взаимной функции неопределённости сигналов [2], в условиях существенного влияния масштабирования спектра вследствие эффекта Доплера, не дает состоятельных оценок.

Для определения взаимной временной задержки OFDM-сигналов предлагается метод, основанный на разбиении широкополосных сигналов на M частотных каналов с помощью набора полосовых фильтров с последующим применением цифровой нелинейной фильтрации к сигналам в этих каналах [3,4]. Общая схема алгоритма представлена на рисунке 1. $s(t)$ и $\tilde{s}(t)$ – входные сигналы, между которыми необходимо определить задержку, H_i – линейный полосовой фильтр, G_i – нелинейный фильтр, R_i – взаимная корреляционная функция одной пары выходов нелинейного фильтра, R – главная взаимная корреляционная функция, получающаяся в результате сложения функций R_i, $0<i<M$, M – количество выделенных каналов.

Ширина и центральная частота каждого канала задаются на начальном этапе работы алгоритма и являются параметрами полосовых фильтров. Увеличение вычислительной эффективности метода и экономия требуемой памяти

может достигаться за счет выбора оптимального количества M выделяемых каналов.

Наборы узкополосных каналов, получающиеся в результате полосовой фильтрации, проходят через адаптивный нелинейный фильтр на основе гармонического разложения Писаренко [3]. Данный нелинейный фильтр заменяет отсчеты входного сигнала отсчетами другой функции, будем называть ее «функция текущей частоты». Для формирования данной функции используется «скользящее» вычисление отсчетов автокорреляционной функции сигнала и метод гармонического разложения Писаренко [3] для определения отсчетов функции текущей частоты.

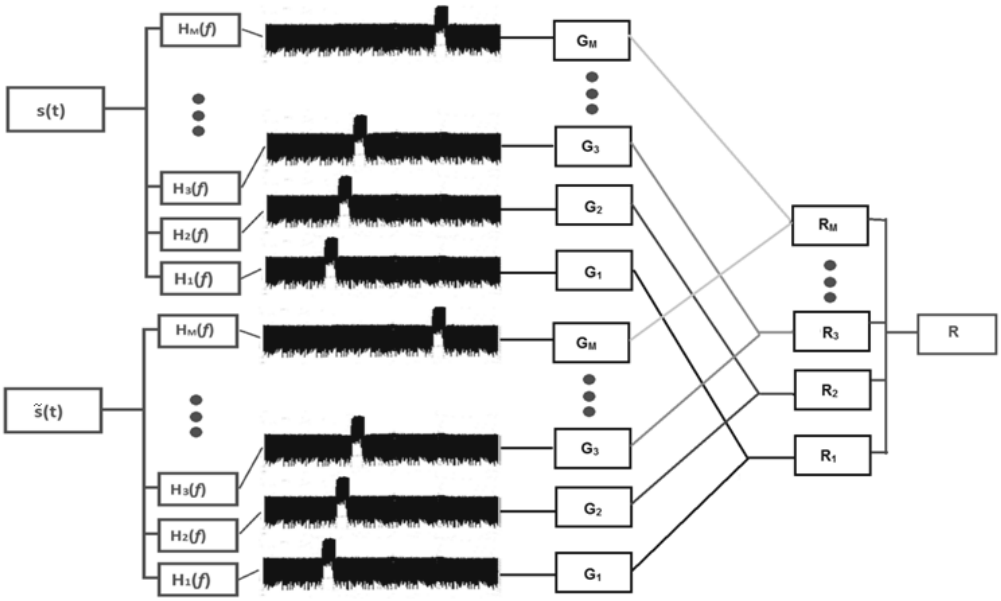


Рис. 1. Блок-схема алгоритма определения взаимной временной задержки OFDM-сигналов

Для нахождения значений частот методом гармонического разложения Писаренко составляется теплицева матрица R_{xx} и решается матричное уравнение следующего вида:

$$R_{xx}A = \sigma_n^2 A, \tag{2}$$

где σ_n^2 – дисперсия шума, A – вектор параметров авторегрессионной модели [5], являющийся собственным вектором, $A = (a_{0,},...,a_{2p})$. Известно, что дисперсия шума в случае процессов в виде синусоид в белом шуме соответствует минимальному собственному значению матрицы R_{xx} [3].

Из уравнения (2) определяется собственный вектор $\vec{A} = \left(a_0, \ldots, a_p\right)^T$, из коэффициентов которого формируется полином относительно z:

$$a_0 z^p + a_1 z^{p-1} + \ldots + a_p = 0\,. \tag{3}$$

Комплексные корни полинома (3) определяют текущую частоту:

$$z_i = \exp[j2\pi f_i \Delta t] \tag{4}$$

В данной работе использовалось скользящее окно длиной 3 отсчета. В данном случае полином представляет собой квадратное уравнение в комплексных числах:

$$z^2 + a_1^{'} z + a_2^{'} = 0, \tag{5}$$

при этом $\vec{A} = \left(1, \frac{a_1}{a_0}, \frac{a_2}{a_0}\right)^T$. Значение частоты определяется согласно следующему выражению:

$$f = arctg\left(\frac{\mathrm{Im}(z)}{\mathrm{Re}(z)}\right). \tag{6}$$

Процесс формирования функции текущей частоты можно разделить на несколько этапов:

1. Выбирается длина «скользящего» окна L (количество отсчетов сигнала, по которому вычисляются отсчеты АКФ, в данной работе выбрано L = 3).
2. Составляется теплицева матрица R_{xx}, определяется минимальное собственное число $\lambda_{\min}$ и соответствующий ему собственный вектор $\vec{A} = (1, a_1', a_2')^T$.
3. Решается квадратное уравнение, составленное из коэффициентов a_i, находится значение текущей частоты.
4. Окно передвигается на 1 отсчет, переход к пункту 2.

Функция текущей частоты вычисляется для каждого узкополосного канала опорного и исследуемого сигналов. Таким образом, получаем два набора функций текущей частоты, соответствующих опорному и исследуемому сигналу. Для оценки временной задержки может быть напрямую применен метод максимального правдоподобия, заключающийся в вычислении взаимной корреляционной функции (ВКФ) $R_i[n]$.

Улучшение выраженности главного максимума достигается путем получения усредненной взаимной корреляционной функции методом поэлементного суммирования:

$$R[n] = \sum_{i=0}^{M} \left| R_i[n] \right|, \tag{7}$$

где $R_i[n]$ – n-ый отсчет взаимной корреляционной функции i-ой пары узкополосных сигналов.

На рисунке 2 представлена главная взаимная корреляционная функция при количестве обрабатываемых узкополосных каналов M = 20. Видно, что при таком количестве каналов функция имеет ярко выраженный главный максимум.

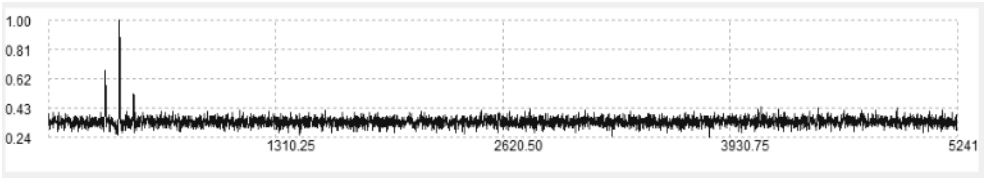


Рис. 2. Усредненная ВКФ, M = 20

Проведен анализ работы метода в условиях низкого отношения сигнал/шум и построена зависимость вероятности верной оценки взаимной временной задержки от отношения сигнал/шум. Аналогичная зависимость построена для метода на основе квадратичной фильтрации [6], результат приведен на рисунке 3.

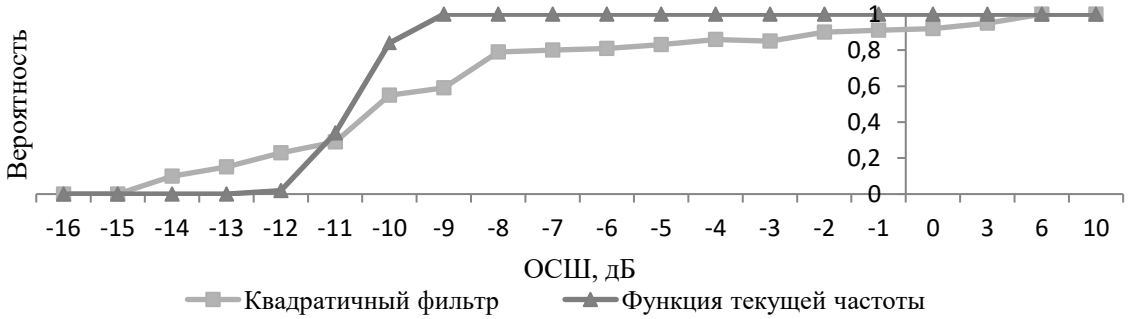


Рис. 3. Зависимость вероятности верной оценки взаимной временной задержки от отношения сигнал/шум

Можно заметить, что метод на основе квадратичной фильтрации имеет лучшее значение вероятности верной оценки задержки при более низких ОСШ, но дольше достигает значения вероятности, близкого к 1, в отличие от метода на основе функции текущей частоты, вероятность определения задержки которого близка к единице уже при ОСШ, равным -9 дБ.

Предложенный в работе алгоритм является эффективным в условиях низкого ОСШ (до -12 дБ), а также при наличии эффекта Доплера в канале связи, и поэтому может быть использован в основе алгоритма определения местоположения источника радиоизлучения разностно-дальномерным методом.

Литература

1. Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шлома А.М., Шумов А.П. Технология OFDM. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 360 с.

2. Радиотехнические системы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника» // Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высш.шк., 1990. – 496 с.

3. Морозов О.А., Солдатов Е.А., Фидельман В.Р. Определение временной задержки сигналов методом адаптивной цифровой фильтрации. // Автометрия, №2, 1995. – с. 108-113.

4. Ершов Р.А., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Оценка взаимной временной задержки сигналов с псевдослучайной скачкообразной перестройкой частоты // Известия вузов. Радиофизика. -2015. – Т.58, № 2, С.157.

5. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл-мл. —Москва, Мир, 1990. — 584 стр.

6. Виноградов А.А., Гринь И.В., Ершов Р.А., Морозов О.А. Использование модифицированногоподхода минимальной дисперсии Кейпона в задаче оценки взаимной временной задержки сигналов с OFDM-модуляцией // Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии», Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – с. 859 – 862.

П.С. Воеводин, Ю.М.Заболотнов

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ НА ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЕ

(Самарский университет)

Анализируется движение электродинамической тросовой системы (ЭДТС) на околоземной орбите. Исследуется устойчивость движения ЭДТС положений равновесия ЭДТС, расположенных вблизи местной вертикали. ЭДТС состоит из двух малых космических аппаратов (МКА), соединенных проводящим ток тросом. Система предназначена для изменения параметров орбиты МКА посредством взаимодействия с магнитным полем Земли. Показано, что в зависимости от соотношения масс МКА возможны различные эволюционные движения ЭДТС. Приводятся численные расчеты, подтверждающие проведенные исследования и сформулированные выводы.

Рассматриваемая ЭДТС работает в режиме генерации тяги, то есть по проводящему тросу с помощью бортовых источников энергии пропускается ток заданного направления. На проводник в магнитном поле Земли, по которому пропускается электрический ток, действует сила Ампера, которая и изменяет орбитальные параметры центра масс системы.

Для анализа устойчивости положений равновесия используется математическая модель, полученная в работе [1] с помощью метода Лагранжа с использованием методики, изложенной в [2]

$$\ddot{r} - r\left[\dot{\varphi}^2 + \left(\dot{\theta}+\omega\right)^2\cos^2\varphi + \nu^{-1}\omega^2\left(3\cos^2\theta\cos^2\varphi - 1\right)\right] = Q_1 / m_e, \quad (1)$$

$$\ddot{\theta} + \dot{\omega} + 2\left(\dot{\theta}+\omega\right)\left(\dot{r}/r - \dot{\varphi}\mathrm{tg}\varphi\right) + 1.5\nu^{-1}\omega^2\sin 2\theta = Q_2 / m_e r^2\cos^2\varphi, \quad (2)$$

$$\ddot{\varphi} + 2\dot{\varphi}\dot{r}/r + \left[0.5\left(\dot{\theta}+\omega\right)^2 + 1.5\nu^{-1}\omega^2\cos^2\theta\right]\sin 2\varphi = Q_3 / m_e r^2, \quad (3)$$

где r - расстояние между МКА, θ, φ - углы, определяющие положение троса относительно местной вертикали [1]; $m_e = m_1 m_2 / m$; $m_{1,2}$ - массы МКА; $m = m_1 + m_2$; $\omega = \dot{\vartheta} = \left(K / p^3\right)^{0.5}\nu^2$; $\dot{\omega} = \ddot{\vartheta} = -2Ke\sin\vartheta / p^3$; K - гравитационный параметр Земли, $\nu = 1 + e\cos\vartheta$; e - эксцентриситет орбиты; ϑ - истинная аномалия; p - параметр орбиты; $Q_{1,2,3}$ - обобщенные силы Ампера.

Сила Ампера на единицу длины, действующая в магнитном поле Земли, определяется выражением

$$\mathbf{F} = I\,\boldsymbol{\tau}\times\mathbf{B}, \quad (4)$$

где $\boldsymbol{\tau} = (\tau_x, \tau_y, \tau_z)$ - единичный вектор, направленный по касательной к тросу; τ_x, τ_y, τ_z - направляющие косинусы в орбитальной подвижной системе координат [1]; $\mathbf{B}$ - вектор магнитной индукции Земли.

Используется модель магнитного поля Земли - прямой диполь [2], поэтому

$$\mathbf{B} = B_0 \left[\mathbf{e}_z - 3(\mathbf{e}_z \cdot \mathbf{e}_R)\mathbf{e}_R \right], \tag{5}$$

где $B_0 = \mu_m / R_c^3$, $\mu_m = 8 \cdot 10^6$ Тл км^3 - магнитный момент земного диполя, $\mathbf{e}_R = \mathbf{R}_c / R_c$; R_c - модуль радиус-вектора, $\mathbf{e}_z$ - единичный вектор, направленный по оси вращения Земли; $(\mathbf{e}_z \cdot \mathbf{e}_R)$ - скалярное произведение.

С учетом допущения о форме троса (часть окружности) обобщенные силы вычисляются из следующих выражений [1], [2]

$$\begin{aligned} Q_1 &= -0.5 B_0 \cos i |I| r \left(\mathrm{ctg}\psi \cos^2 \varphi + \psi^{-1} \sin^2 \varphi \right), \\ Q_2 &= B_0 I r \Delta \left[\cos\varphi \cos i - \sin\varphi \sin i \sin(\theta + u) \right] + \Delta Q_2, \\ Q_3 &= Q_{3\psi} + B_0 I r \Delta \sin i \left[\cos(\theta + u) + 3 \sin\theta \sin u \right], \end{aligned} \tag{6}$$

где I - величина тока, i - наклонение орбиты, u - аргумент широты, ψ - угол между касательной к окружности, проведенной в концевых точках, и хордой их соединяющей; $Q_{3\psi} = 0.5 B_0 \cos i |I| r^2 \sin\varphi \cos\varphi \left(\mathrm{ctg}\psi - \psi^{-1} \right)$, $\Delta Q_2 = 3 B_0 I r \Delta \sin i \cos\theta \sin\varphi \sin u$, $\Delta = 0.5 r (m_2 - m_1) / m$. В отличие от [13], где использовалась более простая модель для магнитного поля $\mathbf{B} = B_0 \mathbf{e}_z$, здесь приводятся обобщенные силы $Q_{2,3}$, которые соответствуют модели (5). Для определенности величина тока I считается положительной, если он направлен от точки m_1 к точке m_2.

Угол ψ определяется из решения нелинейного уравнения [1]

$$r = L\gamma / \left[\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi (\psi / \sin\psi)^2 \right]^{0.5}, \tag{7}$$

где L - недеформированная длина троса, $\gamma = 2E\psi / (2E\psi - B|I|L)$ - относительное удлинение троса (при растяжении трос подчиняется закону Гука), E - жесткость троса.

Уравнения (1-3) совместно с выражениями (5-7) описывают движение ЭДТС относительного своего центра масс с учетом изгибных колебаний троса. Изгибные колебания троса здесь характеризуются изменением расстояния меж-

ду концевыми точками r и соответственно угла ψ (7), значения которых соответствуют радиусу части окружности $r_t = r / 2\sin\psi$.

Положения относительного равновесия ЭДТС вблизи вертикали ЭДТС можно определить для круговой ($e=0$) и экваториальной ($i=0$) орбиты из системы (1-3) из условий $Q_{1,2,3}=0$

$$\theta_1 = \frac{1}{2}\arcsin(\sigma)\ , \qquad \theta_2 = \theta_1 + \pi\ , \tag{8}$$

где $\sigma = \dfrac{\mu I (m_2 - m_1)}{3K m_1 m_2}$.

Анализ линеаризованной системы для положений равновесия (8) показывает, что ее собственные числа всегда являются комплексными. Причем уравнения для угла φ отделяются от остальных уравнений линеаризованной системы и имеют чисто мнимые собственные числа. Другие две пары комплексно сопряженных чисел обязательно имеют положительные и отрицательные вещественные части. Поэтому положения равновесия (8) всегда неустойчивы, что также было отмечено ранее в работе [2].

Однако анализ эволюционных движений ЭДТС по нелинейной системе (1-3) в окрестности положений равновесия (8) показывает, что обнаруженная неустойчивость проявляется по-разному в зависимости от знака параметра σ. Если $\sigma<0$, то амплитуда колебаний по углу θ (колебания в плоскости орбиты) уменьшается, а амплитуда колебаний по углу φ увеличивается (колебания троса перпендикулярно плоскости орбиты). Если $\sigma>0$, то наоборот. Причем потеря устойчивости (переход системы во вращение) для случая $\sigma<0$ затягивается, так как время перехода системы во вращение увеличивается в несколько раз. Так, например, для параметров ЭДТС и круговой начальной экваториальной орбиты, приведенных в табл.1, время перехода системы во вращение для случая $\sigma<0$ приблизительно в 3.5 раза больше, чем для случая $\sigma>0$ (соответственно 250 и 70 витков вокруг Земли).

Таблица 1. Параметры ЭДТС

Массы МКА $m_{1,2}, кг$	2, 6
Длина троса $L, км$	1
Сила тока I, А	±0.1
Жесткость троса $E, н$	7070
Высота начальной орбиты $H, км$	1000
Начальные значения $\varphi_0, \dot{\varphi}_0, \theta_0, \dot{\theta}_0$	0

При разработке активных алгоритмов стабилизации ЭДТС для компенсации неустойчивости ее движения естественно необходимо учитывать имеющую место существенную асимметрию эволюционных движений системы с течением времени. Так, например, если $\sigma>0$, то, прежде всего, надо стабилизировать колебания ЭДТС в плоскости орбиты (по углу θ). Если $\sigma<0$, то необходимо обратить внимание на стабилизацию колебаний по углу φ.

На рис.1 в качестве примера показано, как изменяется угол θ в зависимости от безразмерного времени $\tau = t/T$, где T - период обращения центра масс системы на начальной орбите, для случая $\sigma < 0$. Рассматривался случай эллиптической начальной орбиты ($e = 0.01$) с наклонением $\pi/3$. Сначала угол θ стремится к положению равновесия θ_1 (8), но затем из-за возрастания амплитуд колебаний по углу φ система переходит во вращение, то есть теряет устойчивость.

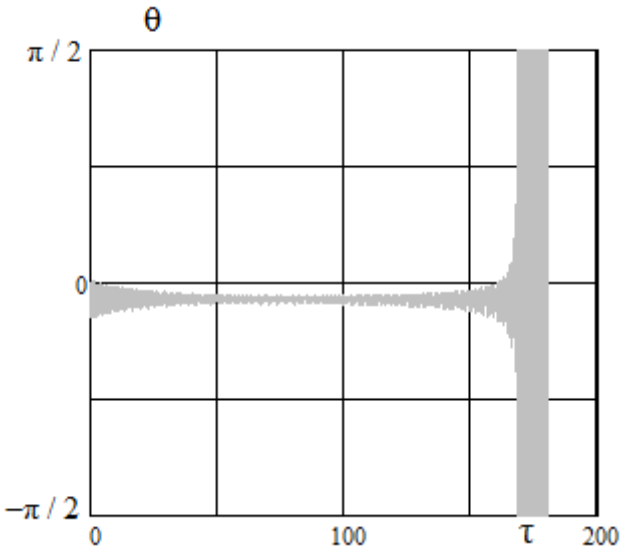


Рис. 1

Работа поддержана грантом РФФИ РФ 16-41-630637.

Литература

1. Воеводин, П.С., Заболотнов, Ю.М. Моделирование и анализ колебаний электродинамической тросовой системы на орбите спутника Земли // Математическое моделирование. 2017. Т.29. №6. С.21-34.

2. Белецкий, В.В., Левин, Е.М. Динамика космических тросовых систем. М.: Наука, 1990. 336 с.

Э.Б. Галиева

АНАЛИЗ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Для всех современных крупных производственных предприятий актуальными являются проблемы оптимизации технологии производства в процессе работы предприятия, разработки мер с целью повышения производительности и уменьшения издержек, повышения качества продукции и снижения брака. Кроме того, в настоящее время в машиностроении прослеживается тенденция

усложнения геометрической формы производимых деталей - в связи с этим для механической обработки деталей чаще всего применяют станки с числовым программным управлением (ЧПУ) [1]. Качество и эффективность обработки во многом определяются управляющими программами (УП). В работе рассматривается процесс составления УП для обработки деталей для станков с ЧПУ. Анализ процесса выполняется путем функционального моделирования.

На нулевом уровне (рисунок 1) весь анализируемый процесс представляется в виде черного ящика, целью которого является создание УП для системы ЧПУ. Для этого на вход процесса должен поступить ряд сведений. В первую очередь это данные о детали включают весь комплекс информации о геометрических свойствах детали, его размерах, подлежащих обработке. Данные о детали поступают в виде электронной 3D-модели.

Необходимая информация о технологическом процессе поступает в виде заявки. Технологический процесс содержит рекомендации по режимам резания, технологической оснастке, применяемой при данной обработке. Также в технологическом процессе могут содержаться технологические нюансы обработки, которые обязательно надо учесть при создании УП системы ЧПУ [2].

Также на вход должна поступить информация об инструменте, например, тип, размер, который будет использоваться в процессе обработки данной детали.

Процесс должен осуществляться на основании следующих документов:

– технический паспорт станка;

– инструкция по подбору параметров руководство пользователя;

– инструкция по программированию ЧПУ;

– инструкция по использованию режущего инструмента.



Рисунок 1 – Контекстная диаграмма процесса «Составление управляющих программ для станков с ЧПУ»

Результатом процесса является формирование файлов УП для системы ЧПУ, карты наладки для данного оборудования. Первая группа файлов должна содержать рассчитанные данные траектории всех перемещений инструмента. Вторая группа системных файлов должна передавать исходные данные, содержащие информацию об оснащении станка (тип оснастки, инструмент, заготовка, их взаимное расположение). Вместе с указанными файлами в цеха механообработки передается файл исполненной заявки.

Анализ процесса показал необходимость выделения следующих функциональных блоков:

– подбор параметров и создание модели заготовки в программном обеспечении (ПО);

– подбор инструмента для операций технологического процесса;

– создание управляющих программ дл обработки;

– постпроцессирование.

На рисунке 2 отображено детальное представление контекстной диаграммы.

Первый функциональный блок предполагает подбор параметров и создание модели заготовки в программном обеспечении. Данные указываются в присланной заявке. Так же для работы в ПО загружается присланная цехом электронная 3D-модель детали. При подборе параметров необходимо действовать согласно инструкции руководства пользователя и технического паспорта станка. Модель заготовки создает программист.



Рисунок 2 – Детальное представление контекстной диаграммы процесса составления управляющих программ для станков с ЧПУ

Второй блок осуществляет подбор инструмента для операций технологического процесса. Подбор производится согласно параметрам модели заготовки. При подборе инструмента также необходимо действовать согласно инструкции по использованию режущего инструмента и технического паспорта станка.

Третий блок выполняет создание операций обработки. Согласно инструкции по использованию режущего инструмента и технического паспорта станка, предварительно выбрав инструмент резания программист осуществляет создание операций для обработки детали. При составлении УП на выходе получают программу движения инструмента.

Последний четвертый блок выполняет постпроцессирование. Чтобы получить УП, траектория инструмента должна быть обработана постпроцессором. Именно постпроцессор учитывает особенности кинематики и формат кадра конкретного станка или системы ЧПУ. На выходе получают файл УП. Результат записывается в текстовый файл с расширением, принятым для конкретной системы ЧПУ и направляется в цех.

На этапе декомпозиции функции создания обработки (рисунок 3) выполняется создание операций для обработки детали. Блок «Создание УП для обработки» декомпозирован на следующие блоки:

– подбор метода обработки;
– создание операции обработки;
– настройка параметров в меню создания операции;
– генерирование траектории;
– контроль и проверка траектории.

В первом блоке осуществляется подбор метода обработки, согласно инструкции по использованию режущего инструмента и техническому паспорту станка. Учитывая выбранный инструмент и модель заготовки программист подбирает подходящий метод обработки.

Во втором и третьем блоках создается операция обработки детали и в меню метода обработки настраиваются параметры, необходимые для выполнения операции. В каждом методе обработки настраиваются свойственные ему параметры. После установки необходимых параметров созданная операция генерируется.

В четвертом блоке генерируется созданная операция и на экране отображается траектория движения инструмента, при просмотре которого можно проанализировать выполненную обработку.

В последнем блоке выполняется проверка построенной траектории движения инструмента и программист анализируют возможные ошибки, возникшие на этапах создания УП для обработки.

С помощью функциональной модели был подробно проанализирован процесс «Составление управляющих программ для станков с ЧПУ», благодаря чему можно оценить трудоемкость его отдельных этапов и выявить направление повышения эффективности процесса. Для снижения количества ошибок и снижения трудоемкости составления управляющих программ для станков с

ЧПУ необходимо формирование типовых программ для базовых деталей, подвергающихся механической обработке.

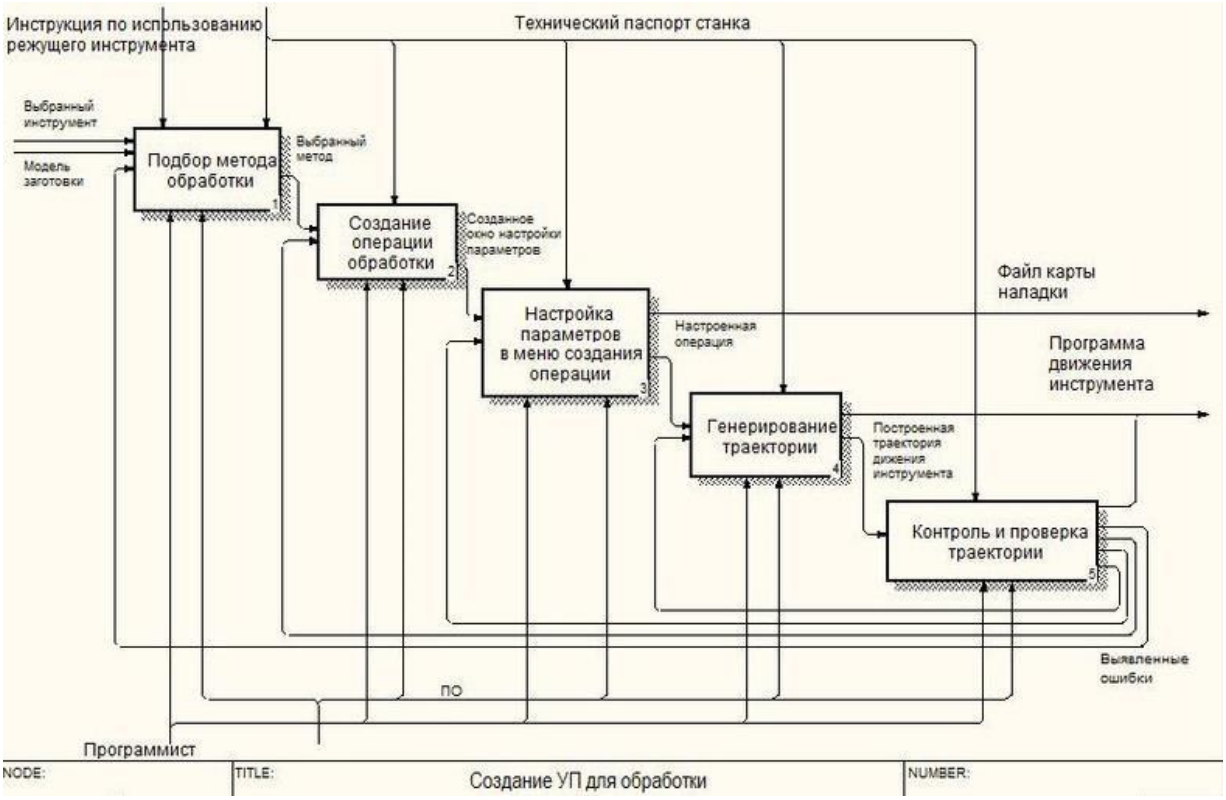


Рисунок 3 – Декомпозиция функции создания обработки

Литература

1. Гурьянихин В. Ф., Автоматизированная подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ: учебное пособие – Москва, 2011.

2. Разработка управляющих программ для систем ЧПУ : учебное пособие / И.И.Колтунов, А.С.Лобанов. – М.:МГТУ «МАМИ», 2009. – 81 с.

А.М. Галиева, В.Н. Гришанов, И.Р. Нигматулин, К.В. Черепанов

ИНЖЕНЕРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СПЕКТРАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ФЛУОРИМЕТРА

(Самарский университет)

Флуоресцентные методы диагностики и контроля благодаря высокой чувствительности, методической простоте применения, аппаратурной обеспеченности и оперативности получения результатов становятся популярными во многих сферах человеческой деятельности от промышленных технологий до медицины и криминалистики. При разработке оптических систем флуориметров для медицинской диагностики и технологического контроля конструкторам приходится решать задачи выбора оптических материалов и оптико-

электронных компонентов, оптимизирующих спектральную характеристику прибора при наложенных технических, технологических и экономических ограничениях. Оптимизация конструкторских решений требует создания инженерных математических моделей спектральных характеристик основных структурных компонентов флуориметра и его оптического тракта в целом для оперативного сравнения результатов.

Флуориметр состоит из источника излучения, спектрального селектора зондирующего потока, объекта исследования, спектрального селектора излучения флуоресценции, а также фотоприёмника (рис. 1).

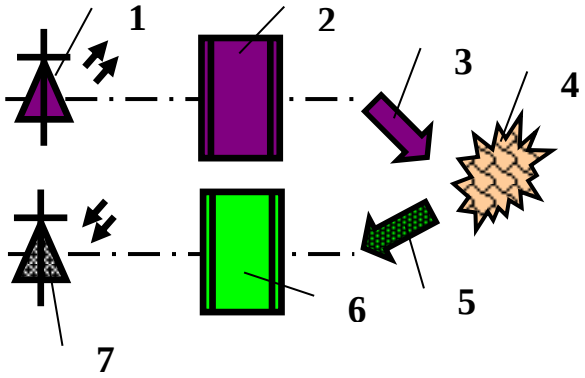


Рис. 1. Функциональная оптическая схема флуориметра: 1 – светодиод; 2– спектральный селектор зондирующего потока; 3 – поток зондирующего излучения; 4 – объект исследования; 5 – упруго и неупруго рассеянное излучения, в том числе, и флуоресцентное; 6– спектральный селектор излучения флуоресценции; 7– фотоприёмник

Во флуориметрах с узким функциональным назначениям в качестве источника излучения оптимально выбрать светодиод или полупроводниковый лазер, спектральных селекторов излучения – светофильтры, а фотоприёмника – фотодиод. Применение светофильтра в канале возбуждения флуоресценции объясняется тем, в спектре излучения синих и ультрафиолетовых светодиодов присутствуют дополнительные широкие длинноволновые пики [1], накладывающиеся на спектры флуоресценции, причём их наличие и параметры не оговорены в техдокументации на светодиоды.

Спектр светодиода моделируется гауссовскими функциями. Это позволяет воспроизвести все существенные особенности спектра и произвести интерпретацию параметров, входящих в модель:

$$I(\lambda) = I_0 \times \exp\left(\frac{-(\lambda-\lambda_o)^2}{c*\left(\frac{\Delta\lambda_o}{2}\right)^2}\right) + I_п \times \exp\left(\frac{-(\lambda-\lambda_n)^2}{c*\left(\frac{\Delta\lambda_n}{2}\right)^2}\right), \quad (1)$$

где I_0 – интенсивность основного пика, $I_п$ – интенсивность паразитного пика, c – коэффициент при экспоненте равный 1/ln(2), λ_o, λ_n – длины волн на которых находятся сами пики, $\Delta\lambda_o$, $\Delta\lambda_n$ – ширина центрального и паразитного пиков на полувысоте, соответственно.

В приведённых ниже численных расчётах использованы параметры светодиода EOLD-365-525: I_0 = 1; $I_п$ = 3,1×10^{-3}; λ_o = 369 нм; $\Delta\lambda_o$ = 10 нм; λ_n = 565 нм; $\Delta\lambda_n$ = 85 нм. Здесь следует заметить, что, если параметры λ_o и $\Delta\lambda_o$ могут заимствоваться как из описаний производителя светодиодов, так и из экспериментов, то λ_n и $\Delta\lambda_n$ производителями не приводятся и являются результатом экспериментальных исследований [1].

В качестве светофильтра, подавляющего паразитное длинноволновое излучение светодиода (элемент *2* на рис. 1), - очищающего – удовлетворительной спектральной характеристикой обладает цветное оптическое стёкло УФС6. При моделировании очищающего светофильтра учитывались эффекты поглощения света в материале светофильтра в форме закона Бугера и отражения при нормальном падении (формула Френеля) на двух границах раздела воздух/светофильтр и светофильтр/воздух. Тогда коэффициент пропускания очищающего фильтра примет вид:

$$T_{очф}(\lambda) = (1-R)^2 \times 10^{-\alpha_{очф}(\lambda)\times h_{очф}}, \qquad (2)$$

где $\alpha_{очф}(\lambda)$ – спектр коэффициента поглощения цветного оптического стекла, $h_{очф}$ – толщина светофильтра, R - френелевский коэффициент отражения:

$$\boldsymbol{R} = \left[\left(\boldsymbol{n_{очф}} - 1\right)/\left(\boldsymbol{n_{очф}} + 1\right)\right]^2, \qquad (3)$$

где $n_{очф}$ – коэффициент УФС6. Формально следовало бы ввести соответствующие спектральные зависимости $n_{очф}(\lambda)$ и $R(\lambda)$, но в силу малых изменений $n_{очф}(\lambda)$ в рассматриваемом спектральном диапазоне зависимостью R от λ можно пренебречь. Оптические параметры УФС6 - цветного оптического стекла строго нормированы и заимствованы из ГОСТ 9411 – 91 [2]. Спектр интенсивности излучения на выходе из светофильтра примет форму $I_{очф}(\lambda) = I(\lambda)\times T_{очф}(\lambda)$.

Попадание упруго рассеянного объектом *4* (рис. 1) излучения на фотодиод *7* делает невозможным регистрацию весьма слабого излучения флуоресценции биообъектов, поэтому в оптическую схему флуориметра введён светофильтр *6* – отрезающий, который препятствует проникновению упруго рассеянного излучения к фотодиоду. Были промоделированы спектры коэффициентов пропускания $T_{отф,i}(\lambda)$ трёх исполнений отрезающего светофильтра: i = 1 - из нефлуоресцирующего цветного стекла ЖЗС6 толщиной $h_{отф}$ = 3 мм; i = 2 - из полиимидной плёнки толщиной 40 мкм; i = 3 - интерференционный светофильтр. Форма функциональной зависимости $T_{отф,i}(\lambda)$ для ЖЗС6 аналогична (2) с заменой $\alpha_{очф}(\lambda)$ и $n_{очф}$ на $\alpha_{отф}(\lambda)$ и $n_{отф}$, а для полиимидной плёнки и интерференционного светофильтра представляет собой линейную интерполяцию их экспериментальных спектров. Рассчитанные спектры пропускания отрезающих светофильтров представлены на рис. 2 в логарифмическом масштабе.

Из рис. 2 видно, что все варианты светофильтров обеспечивают подавление упруго рассеянного излучения до уровня 10^{-4}, а наиболее крутым переходом от непропускания к пропусканию обладает интерференционный.

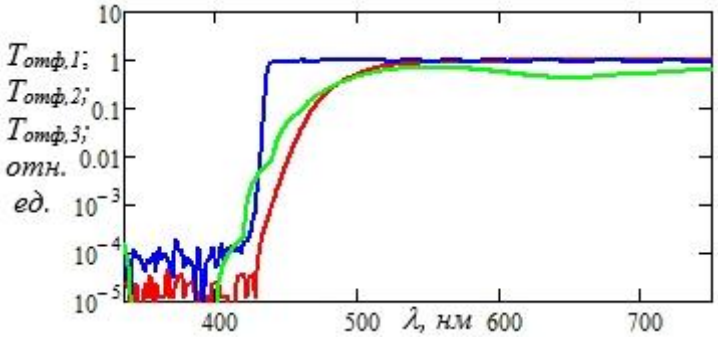


Рис. 2. Спектры пропускания отрезающих светофильтров: зеленым – ЖЗС6; красным - полиимидная пленка; синим – интерференционный светофильтр

Для сравнительной оценки выходного сигнала фотодиода необходимо смоделировать спектр флуоресценции кожи при возбуждении её излучением с длиной волны в области 365 нм $I_ф(\lambda) = I_{ф0} \times F_к(\lambda)$, где $I_{ф0}$ – максимальное значение спектральной характеристики флуоресценции кожи, которое удобно задавать в виде доли $K_ф$ от интенсивности основного пика I_0 излучения возбуждения флуоресценции. Коэффициент $K_ф$ характеризует эффективность преобразования энергии возбуждения в энергию флуоресцентного излучения. $F_к(\lambda)$ – нормированный на максимальное значение спектр флуоресценции кожи.

Результатом взаимодействия излучения спектрального состава $I_{очф}(\lambda)$ с объектом исследования *4* (рис. 1), в частности, с кожей появится флуоресцентное излучение со спектром $I_ф(\lambda)$ и упруго рассеянное излучение со спектром $I_{ур}(\lambda) = K_{ур}(\lambda) \times I_{очф}(\lambda)$, где $K_{ур}(\lambda)$ – спектр диффузного рассеяния кожи. Применительно к коже, возбуждаемой ультрафиолетовым излучением основного пика светодиода с малой полушириной спектра $\Delta\lambda_o$ = 10 нм, зависимостью $K_{ур}$ от λ можно пренебречь и воспользоваться для описания упруго рассеянного излучения более простым выражением $I_{ур}(\lambda) = K_{ур} \times I_{очф}(\lambda)$, выбирая значение $K_{ур}$ из литературных источников либо эксперимента. Для разрабатываемой конструкции флуориметра математическая модель его энергетических характеристик [3] позволяет ограничить сверху значение $K_{ур} = 10^{-2}$.

После прохождения отрезающего фильтра *6* (рис. 1) спектр излучения будет описываться выражением:

$$I_{отф}(\lambda) = [I_ф(\lambda) + I_{ур}(\lambda)] \times T_{отф,i}(\lambda) = [I_{ф0} \times F_к(\lambda) + K_{ур} \times I_{очф}(\lambda)] \times T_{отф,i}(\lambda), \quad (4)$$

а вклад каждой спектральной компоненты в выходной сигнал фотодиода 7 (рис. 1) – выражением:

$$u(\lambda) = [I_{ф0} \times F_к(\lambda) + K_{ур} \times I_{очф}(\lambda)] \times T_{отф,i}(\lambda) \times S(\lambda), \quad (5)$$

где $S(\lambda)$ – спектральная чувствительность фотодиода.

Численное интегрирование (5) в диапазоне длин волн (λ_{min} - λ_{max}), в котором функции, входящие в выражение (5), значимо отличаются от 0, в отсутствие флуоресценции, т.е. при $I_{ф0}$ = 0, даст оценку величины фоновой оптической помехи, обусловленной не полным подавлением излучения очищающим и отрезающим фильтрами $U_{ош}$, а интегрирование в диапазоне ($\lambda_{min,ф}$ - $\lambda_{max,ф}$), в ко-

тором значимо отличается от нуля интенсивность флуоресценции, т.е. $F_к(\lambda) \neq 0$, позволяет оценить уровень полезного сигнала $U_п$:

$$U_{ош} = \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} u(\lambda)d\lambda, \qquad (I_{ф0} = 0); \qquad U_п = \int_{\lambda_{min,ф}}^{\lambda_{max,ф}} u(\lambda)d\lambda. \qquad (6)$$

Модель реализована в пакете компьютерной математики Mathcad. Для параметров $h_{очф}$ = 3 мм; $n_{очф} = n_{отф}$ = 1,52; $I_{ф0} = 10^{-4}$; λ_{min} = 330 нм; λ_{max} = 780 нм; $\lambda_{min,ф}$ = 400 нм; $\lambda_{max,ф}$ = 750 нм; спектральной характеристики фотодиода $S(\lambda)$ BPW21R и спектра флуоресценции кожи $F_к(\lambda)$, заимствованного из работы [4], комбинация фильтров УФС6 толщиной 3 мм с любым из рассмотренных отрезающих способны обеспечить отношение $(U_п/U_{ош})>10^3$, т.е. удовлетворительную работу флуориметра. Сравнительная оценка величины полезного сигнала $9{,}945\times10^{-3}$ усл.ед. – для интерференционного отрезающего фильтра; $6{,}007\times10^{-3}$ усл.ед. – для полиимидной плёнки и $4{,}531\times10^{-3}$ усл.ед. – для светофильтра из цветного стекла ЖЗС6 толщиной 3 мм хотя и указывает на преимущество интерференционного фильтра, но даёт значения полезного сигнала одного порядка, оставляя конструктору свободу выбора с учётом технологических и экономических ограничений.

Литература

1. Гришанов, В.Н. Корректировка спектров излучения ультрафиолетовых светодиодов для возбуждения флуоресценции биообъектов. [Текст] / В.Н. Гришанов, Д.В. Корнилин, В.С. Куликов - Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций - Самара: Изд-во АНО «Издательство СНЦ», 2015. – С. 150 – 152.

2. ГОСТ 9411 – 91., Стекло оптическое цветное. Технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1992. – 48 с.

3. Галиева, А.М. Фотометрическая модель лазерного диагностического флуориметра с точечными фотоприёмниками. [Электронный ресурс] / А.М. Галиева, К.В. Черепанов, В.Н. Гришанов - Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Из-во СНЦ РАН, 2017. – С. 873 – 876.

4. Дрёмин, В.В. Метод и устройство диагностики нарушений тканевого метаболизма на основе оптической спектроскопии (на примере сахарного диабета) [Текст] / В.В. Дрёмин – Дисс. к.т.н. – Орёл: ФГБОУ ВО Орловский госуниверситет, 2017. – 205 с.

В.Е. Гвоздев, Д.В. Блинова, Д.Р. Ахметова, Р.А. Насырова

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ БАЗОВОЙ СТРУКТУРНОЙ КОМПОНЕНТЫ GRID-СИСТЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРАКТОВКИ ПОНЯТИЯ «БЕЗОТКАЗНАЯ РАБОТА СИСТЕМЫ»

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Введение

Под GRID-системами обычно понимают географически распределенную инфраструктуру, охватывающую ресурсы разных типов, доступ к которым можно получить из любой точки, независимо от того, где они реально расположены.

Критически важная роль оценки показателей надежности при многокритериальном анализе эффективности топологических структур и проектировании *GRID*-систем позволяет выделить в качестве приоритетной задачу развития методов оценки надежности базовых архитектур *GRID*-систем.

Целью работы является иллюстрация утверждения о том, что в современных сложных информационно-коммуникационных системах, в отличие от технических систем, понятие «безотказная работа системы» носит субъективный характер.

В настоящей работе приводится описание подхода к анализу надежности базовой топологической структуры типа «линейка» на основе известного аппарата последовательно-параллельных логических схем.

1. Линейная топология GRID-системы

В этой топологии все компьютеры сети подключены к одному кабелю, который называется магистралью.

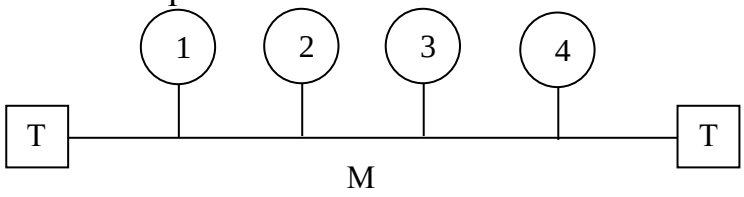


Рис. 1. Линейная топология: Т – терминатор, М – магистраль

Когда передаваемые по кабелю сигналы достигают его концов, они отражаются от них. Возникает наложение сигналов, находящихся в разных фазах, что приводит к их искажению. Поэтому сигналы, которые достигают концов кабеля, необходимо погасить. Для этой цели на концах кабеля устанавливают терминаторы.

В сети с топологией шина данные в виде электрических сигналов передаются всем компьютерам сети, но принимает их только тот компьютер, адрес которого совпадает с адресом получателя. Адрес получателя передается

вместе с данными. В каждый момент времени передачу может вести только один компьютер.

2. Оценивание надежности базовых топологических структур в зависимости от содержания понятия «безотказной работы системы»

Приведенные модели основаны на следующих толкованиях понятия «безотказной работы системы»:

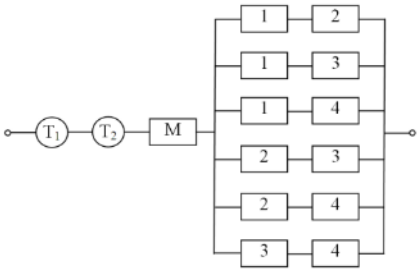
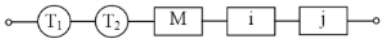
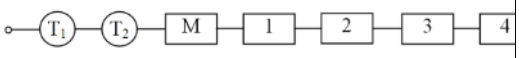
1) Система работоспособна, если хотя бы два узла системы могут обмениваться ресурсами.

2) Система работоспособна, если два конкретных узла системы могут обмениваться ресурсами.

3) Система работоспособна, если все узлы системы могут обмениваться ресурсами.

В соответствии с данными трактовками построены последовательно-параллельные схемы для оценки надежности линейной топологии, состоящей из 4 узлов (всем блокам на приведенных структурно-логических схемах соответствует одно и то же значение вероятности p).

Таблица 1. Структурно-логическая схема и соотношение надежности работы системы для линейной топологии

Понятие безотказной работы системы	**Структурно-логическая схема**	**Соотношение для расчета надежности работы системы**
1		$P_{\text{сист}} = p_{\text{т}}^2 * p_{\text{м}} * (1 - (1 - p^2)^6)$
2		$P_{\text{сист}} = p_{\text{т}}^2 * p_{\text{м}} * p^2$
3		$P_{\text{сист}} = p_{\text{т}}^2 * p_{\text{м}} * p^4$

В приведенных соотношениях для расчета надежности работы системы: $P_{\text{сист}}$ - вероятность безотказной работы системы; $p_{\text{т}}$ - вероятность безотказной работы терминатора; $p_{\text{м}}$ - вероятность безотказной работы магистрали; p - вероятность безотказной работы узла системы.

Зависимость $P_{сист}$ от значения p для трактовок понятия «безотказная работа системы» для линейной топологии GRID-систем приведена на рис. 2.

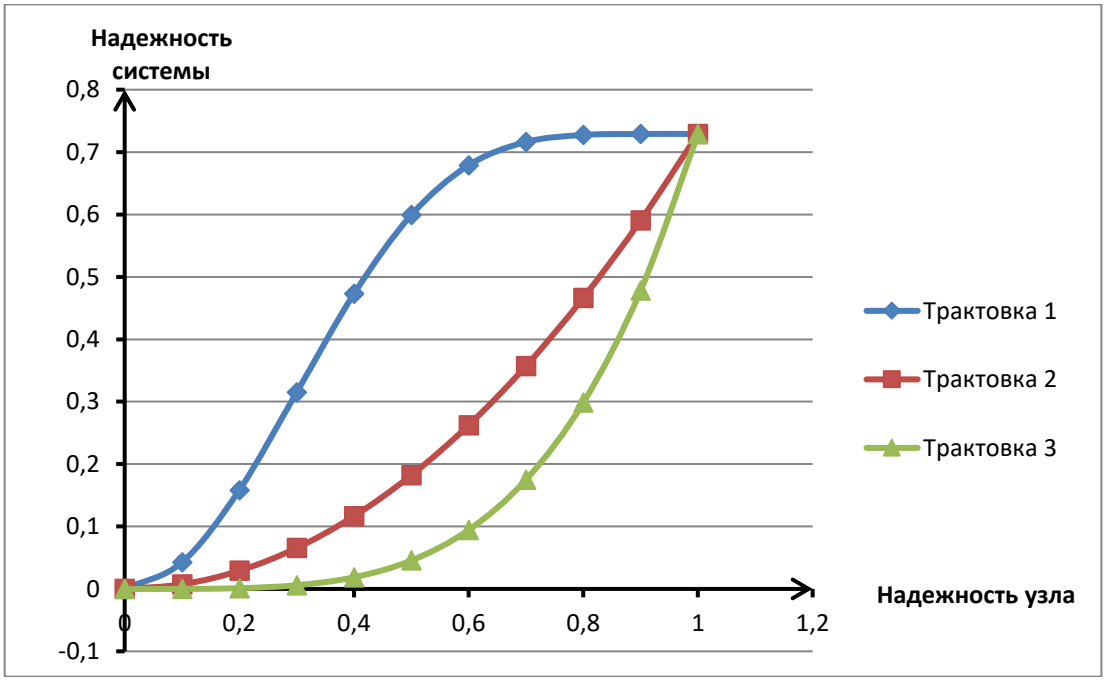


Рис. 2. Зависимость надежности системы от надежности работы элементов

Заключение

В зависимости от трактовки понятия «безотказная работа системы» различаются результаты построения параллельно-последовательных схем, что, в свою очередь, приводит к получению различных расчетных формул оценки надежности БТС и различному влиянию надежности элементов на надежность агрегата.

Благодарности. Поддержана грантом 16-08-00442 Управление функциональной безопасностью аппаратно-программных комплексов в составе сложных технических систем.

Литература

1. Тимофеев А.В. Адаптивное управление и интеллектуальный анализ информационных потоков в компьютерных сетях. – М: "Анатолия". 2016. – 280 с.

2. Липаев В.В. Функциональная безопасность программных средств. – М.: СИНТЕГ. 2004. – 348 с.

3. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980. - 604 с.

4. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных систем. – М.: "Энергия". 1977. – 536 с.

5. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные термины и определения.

6. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. Учебное пособие [Текст] / Г.Н. Черкесов. – СПб.: Питер, 2005. – 479 с.

В.Е. Гвоздев, А.С. Давлиева, В.В. Тесленко

СТОЙКОСТЬ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЯВЛЕНИИ ДЕФЕКТОВ В КОМПОНЕНТАХ СТРУКТУРЫ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

На сегодняшний день широкое применение получили так называемые встраиваемые вычислительные системы и сети в различных областях: телекоммуникациях, промышленной автоматике, бытовой электронике, военной технике и др. Причем область применения имеет тенденцию роста. Вместе с этим усложняются и сами вычислительные системы. Например, взаимодействующих узлов, т.е. встроенных компьютеров, в системе возрастает от двух до нескольких тысяч.

В литературе понятие встраиваемая вычислительная система имеет несколько толкований [1, 2]. В настоящей работе придерживались определением, описанным в [3], как специализированные вычислительные системы, взаимодействующие в объектом управления и контроля.

Можно сказать, подобного рода системы есть совокупность узлов и связей между ними. Однако интерес заключается в том, каким образом эти составляющие расположены относительно друг друга. Поскольку надежность системы зависит от ее структуры. Однако это не является единственным фактором, влияющим на надежность. Понятие надежность связано с понятием стойкости системы. Под стойкостью понимается способность сохранять нормальное функционирование в процессе и после воздействия дестабилизирующих факторов разной природы [4].

Стойкость выражается средней эффективностью узлов системы [5, 6]. В работе рассматривается стойкость таких типовых фрактальных структур, как «сеть», «кольцо», «звезда» и «линейка», описанных в [7], в случае, когда эффективность в одном из узлов снижается. Под снижением эффективности понимается результат проявления дефектов в этом узле, имеющих для их возникновения различные предпосылки. Природа дефектов также может быть различной. В этом случае существует возможность компенсации потери эффективности изменением функционала других узлов либо интенсивностей переходов. Причем для разных фрактальных структур вариант компенсации возможен разный.

В качестве статистических характеристик стойкости системы могут выступать математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение, так как, по результатам исследований они оказались независимыми. Оценку характеристики стойкости d можно выразить с помощью выражения:

$$d = \sqrt{(M_{(н)} - M_{(п)})^2 + (\sigma_{(н)} - \sigma_{(п)})^2} ,$$

где $M_{(н)}, \sigma_{(н)}$ – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение при нормальном функционировании системы;

$M_{(п)}, \sigma_{(п)}$ – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение в случае потери эффективности в одном узле.

Результаты, полученные при исследовании реакции различных структур системы на изменение эффективности в одном узле, показаны на рисунке 1.

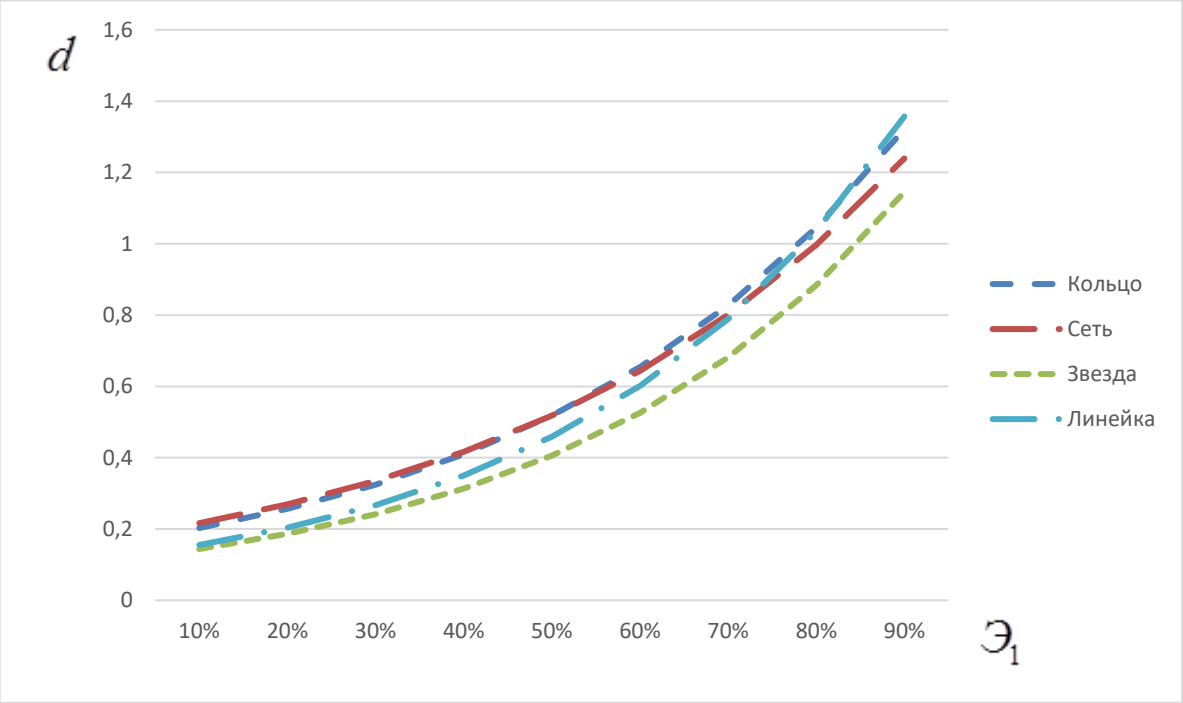


Рисунок 1 – Степень чувствительности различных структур на изменения эффективности в одном узле

По результатам исследований, наиболее чувствительной к потерям эффективности (до 40%) в одном из узлов структуры оказалась «сеть». Однако с ростом процента ухудшения эффективности наиболее стойкой оказалась структура «линейка» с потерей эффективности в терминальном узле.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-08-00442.

Литература

1. Кучински К. URL: http://cs.lth.se/edan15.
2. Dictionary of Computing. New York. Oxford University Press. 1983. – 393 p.
3. Платунов А.Е., Постников Н.П. Высокоуровневое проектирование встраиваемые систем: учебное пособие. Ч.1. – СПб.: НИУ ИТМО, 2011. – 121 с.
4. Бакулин В.Н., Малков С.Ю., Гончаров В.В., Ковалев В.И. Управление обеспечением стойкости сложных технических систем. – Москва, 2006. – С. 304.
5. Gvozdev V.E., Guzairov M.B., Blinova D.V., Davlieva A.S. Control of component alterations according with the target efficiency of data processing and

control system / DS-ITNT 2017 Data Science. Information Technology and Nanotechnology/Proceedings of the International conference Information Technology and Nanotechnology. Session Data Science. Samara, Russia, 24-27 April, 2017. P.11-16.

6. Гвоздев В.Е. Анализ влияния разброса характеристик состояния на показатель уязвимости сложных систем / В.Е. Гвоздев. А.С. Давлиева, В.В. Тесленко // Труды 5 Международной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» ITIDS'2017. Т. 2. Уфа, Россия, – 2017. – С. 158-161.

7. Тимофеев А.В. Адаптивное управление и интеллектуальный анализ информационных потоков в компьютерных сетях. – СПб.: ООО «Анатолия», 212. – 280 с.

А.Р. Гибадуллин

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ В СРЕДЕ ANYLOGIC

(Башкирский государственный педагогический
университет им. М.Акмуллы)

Моделирование пешеходных потоков приобретает большую актуальность из-за растущего населения крупных городов и увеличения темпов строительства зданий. Во многих странах мира моделирование движения пешеходов является обязательным этапом при проектировании зданий. Для точного и быстрого решения таких задач необходимо использовать современные средства, основанные на технологии имитационного моделирования[1,2].

Особое место здесь занимает среда моделирования имитационных моделей Anylogic с его библиотекой пешеходного движения. Среда моделирования Anylogic помогает планировать эвакуацию людей при чрезвычайных ситуациях [3, 4]. Понимание того, как будет проходить эвакуация в планируемом здании – важнейший момент для безопасности посетителей, а позволяет пользователям тестировать различные варианты эвакуации, отражая агрессивное поведение людей в экстренной ситуации. Для разработки нашей модели мы использовали AnyLogic версии 8.1.

Для построения потоковой диаграммы модели было использованы блоки библиотеки пешеходного движения.

В имитационной модели представлена пешеходная динамика студентов в учебном корпусе. Здесь рассматривается вопрос организации пешеходных потоков в нештатных ситуациях. Моделирование чрезвычайных происшествий позволяет заранее предвидеть проблемы, возникающие при эвакуации людей, и в конечном счете спасти человеческие жизни. В данных целях построена учебная имитационная модель, посещения студентов в корпусе с точки зрения их распределения по аудиториям и их выходу по окончании пар (Рис 2).

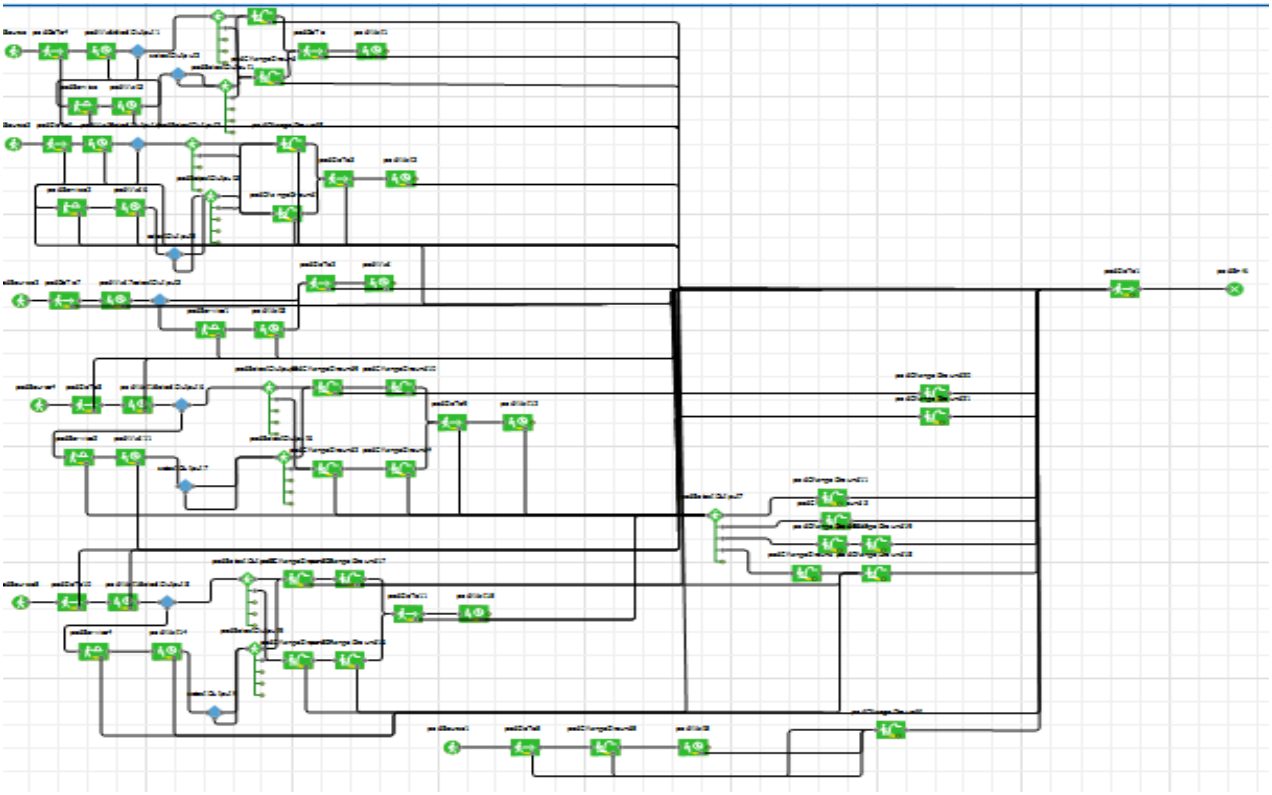


Рис 1. Потоковая диаграмма пешеходной сети

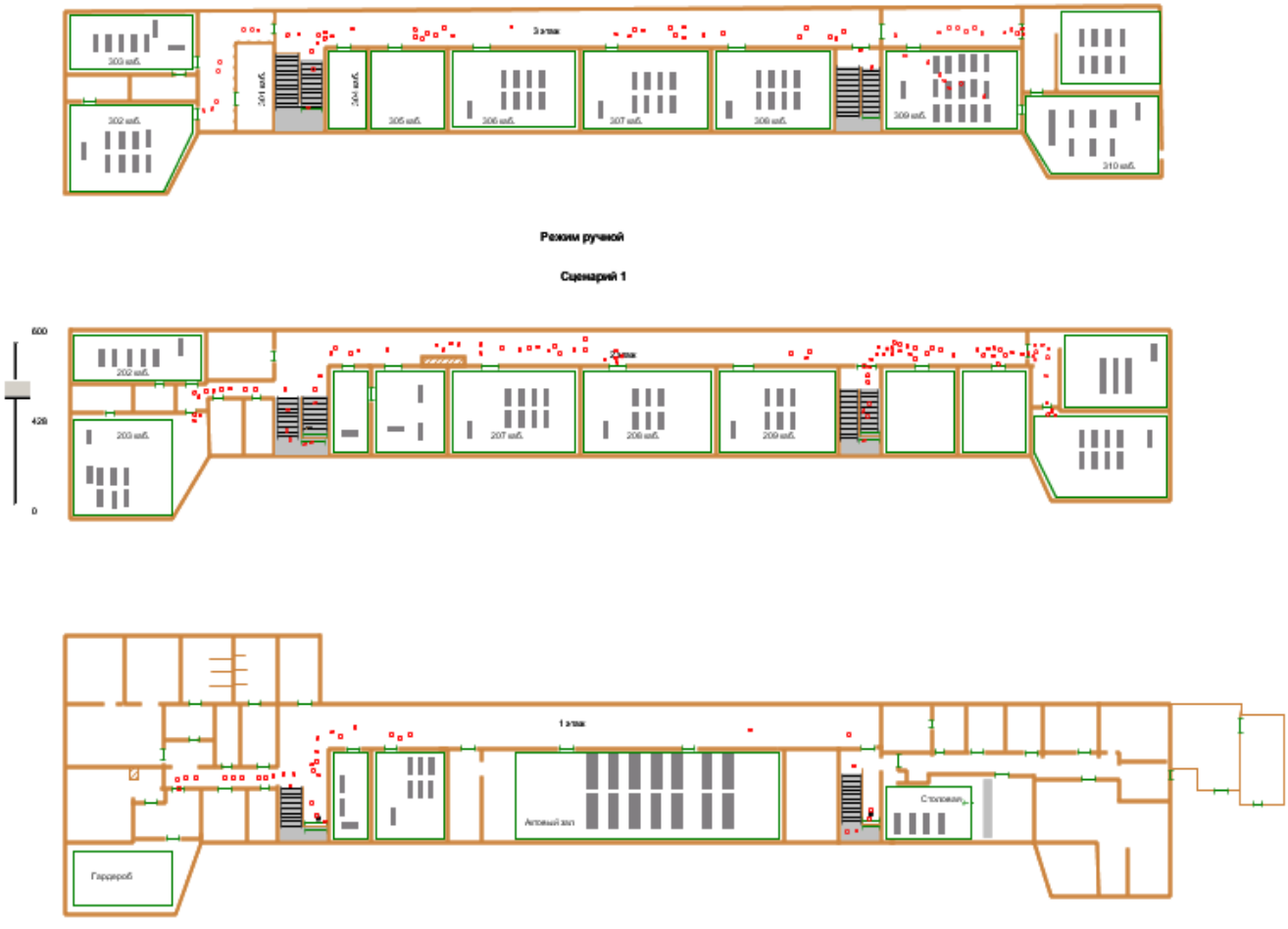


Рис 2. Имитационная модель эвакуации агентов из здания

Построенная имитационная модель эвакуации людей из здания, максимально приближена к реальной системе. Данная модель позволяет изучить чрезвычайные ситуации при эвакуации и выбрать эффективные пути решения проблем. В ходе исследований при эвакуации, мы рассмотрели два сценария эвакуации из здания. В первом сценарии использовался только один выход из здания(парадный), а во втором сценарии был задействован запасной выход. А так же были получены диаграммы отражающие характеристику эвакуации из здания (количество агентов, время эвакуации, время задержки в системе и др) .

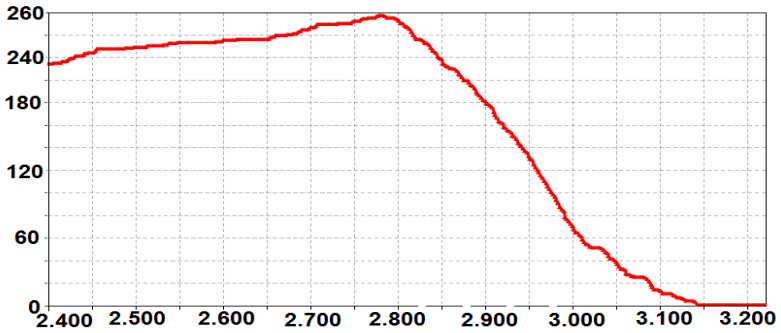


Рис 3. Временная диаграмма первого сценария

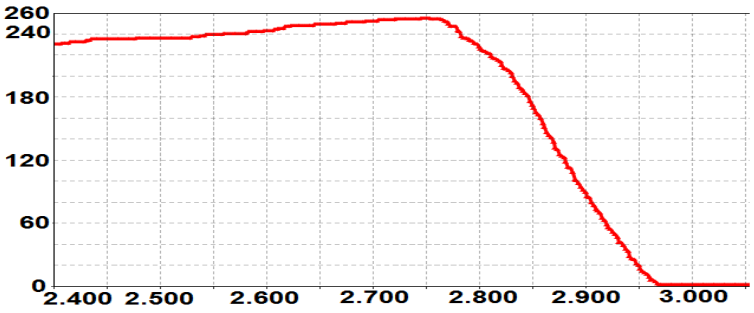


Рис 4. Временная диаграмма второго сценария

На графиках (рис 3-4) отображено по вертикальной шкале количество агентов в системе, по горизонтальной шкале время пребывания агентов системы. А так же время, выхода агентов из системы.

Проведенные имитационные исследования модели, построенной на последней версии AnyLogic 8.1. показали, что эта среда моделирования позволяет строить модели максимально приближенные к реальной ситуации, оперативно решать пути эвакуации людей из здания, так и моделирование различных чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Маликов Р.Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic: учебное пособие. – Уфа: Изд-во БашГПУ, 2013. – 295с.

2. Маликов Р.Ф. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в расширенном редакторе GPSS WORLD: практикум. – Уфа: Изд-во БашГПУ, 2017. – 280с.

3. Коняшов И.С. Разработка имитационной модели эвакуации людей во время пожара // Наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы, 2016, №5(20). – с.30-33.

4. Котосонова А.С. Моделирование поведения населения в условиях ЧС // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России, 2016. № 2 (19). – С. 88-90.

Р.М. Гизатуллин, М.С. Шкиндеров, Э.С. Константинов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗРЯДА МОЛНИИ НА СИСТЕМУ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В современных зданиях, с помощью использования разных электронных систем, создаются очень хорошие профессиональные условия труда персонала, обеспечивается необходимый уровень защиты информации, максимально рационально расходуются энергетические и другие ресурсы. При этом приходиться сталкиваться с рядом трудностей, которые определяются несовершенством инфраструктуры зданий и помещений, предназначенных для размещения современных электронных средств (ЭС). В первую очередь это относится к задачам электромагнитной совместимости (ЭМС), поскольку современное оборудование функционирует при определенных ограничениях на уровень внешних помех (разряды молнии, статическое электричество, индустриальные источники и т.п.). Попытки решить проблему ЭМС на этапе отладки уже установленных систем приводят к значительным затратам и в ряде случаев требуют переделки помещений и переналадки оборудования [1, 2, 3].

По приближенным подсчетам в земную поверхность ежесекундно ударяют около ста молний. Что касается возможных путей воздействия разряда молнии, в литературе [4, 5] выделяется три основных механизма воздействия (рис. 1). Учитывая актуальность вышесказанного, в данной работе проводится анализ задачи прямого воздействия разряда молнии на молниеотвод и связанное с этим смещение потенциалов земли системы заземления. Это приводит к образованию электромагнитной помехи в кабельной системе, соединяющий ЭС в различных зданиях или помещениях одного здания [6, 7, 8] (рис. 2).

Как показывают исследования [1, 2, 4, 9], разрядный ток молнии представляет собой совокупность двух экспоненциальных кривых:

$$i(t) = I_m \cdot k \cdot (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}),$$

где: I_m – максимальный ток разряда молнии (до 200 кА); k – корректирующий коэффициент; α, β - коэффициенты определяющие крутизну переднего и заднего фронтов тока разряда.



Рис. 1. Механизмы воздействия разряда молнии

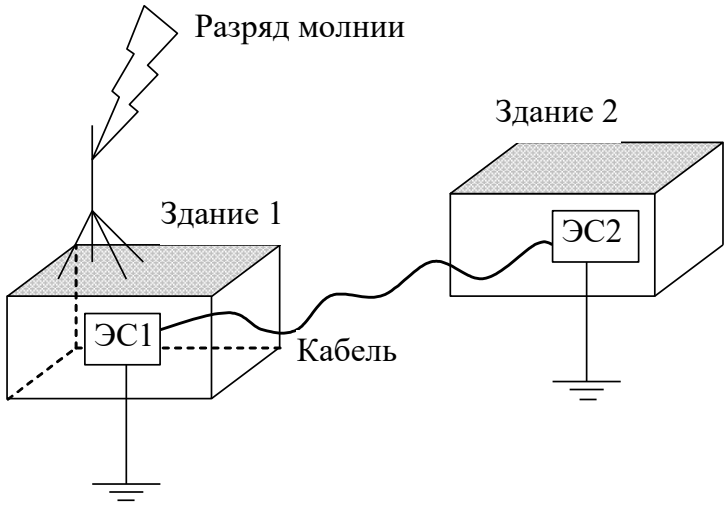


Рис. 2. Описание задачи исследования

При этом передний фронт и спад импульса тока могут варьироваться в широких пределах. При испытаниях на воздействие разряда молнии рекомендуется использовать шесть типов разрядного тока. Для каждого из этих форм тока предлагаются свои значения параметров α, β и k для уравнения тока разряда (табл. 1) [9].

Таблица 1. Параметры математической модели тока разряда молнии

$t_{фр}$, мкс	$t_{50\%}$, мкс	$\alpha \cdot 10^{-4}$	$\beta \cdot 10^{-6}$	k
1,2	50	1,4732	2,0810	1,043
2,0	25	3,3687	1,0622	1,156
2,0	50	1,5292	1,1188	1,072
0,25	100	0,6986	10,840	1,005
1	200	0,3517	2,6727	1,010
10	350	0,2127	0,2461	1,051

Первичные параметры коаксиального кабеля были использованы из [6]. На основе первичных параметров вычисляются вторичные параметры коаксиального кабеля, которые необходимы для создания модели (табл. 2).

На основе анализа задачи и параметров разработана эквивалентная схема в программном комплексе схемотехнического моделирования ПА-9 (аналог

PSPICE). При этом в современных приемопередатчиках ЭС в обязательном порядке присутствует элемент защиты от перенапряжений. В общую эквивалентную схему также включена модель элемента защиты на основе стабилитронов.

Таблица 2. Вычисленные вторичные параметры коаксиального кабеля

Линия	Параметры
Внутренний проводник	Активное сопротивление R= Ом/м
	Индуктивность L=2,12·10^{-7} Гн/м
	Проводимость G=2,7·10^{-10} См/м
	Емкость C= 8,27·10^{-11} Ф/м
Внешний проводник	Активное сопротивление R= Ом/м
	Индуктивность L=2,02·10^{-6} Гн/м
	Проводимость G=0 См/м
	Емкость C= 8,09·10^{-12} Ф/м
Взаимный параметр	Взаимная индуктивность M=0,24·10^{-9} Гн/м

В первую очередь проведены исследования по выявлению, какой именно тип разрядного тока молнии является наиболее опасным и создает наибольшую помеху Uп (рис. 3).

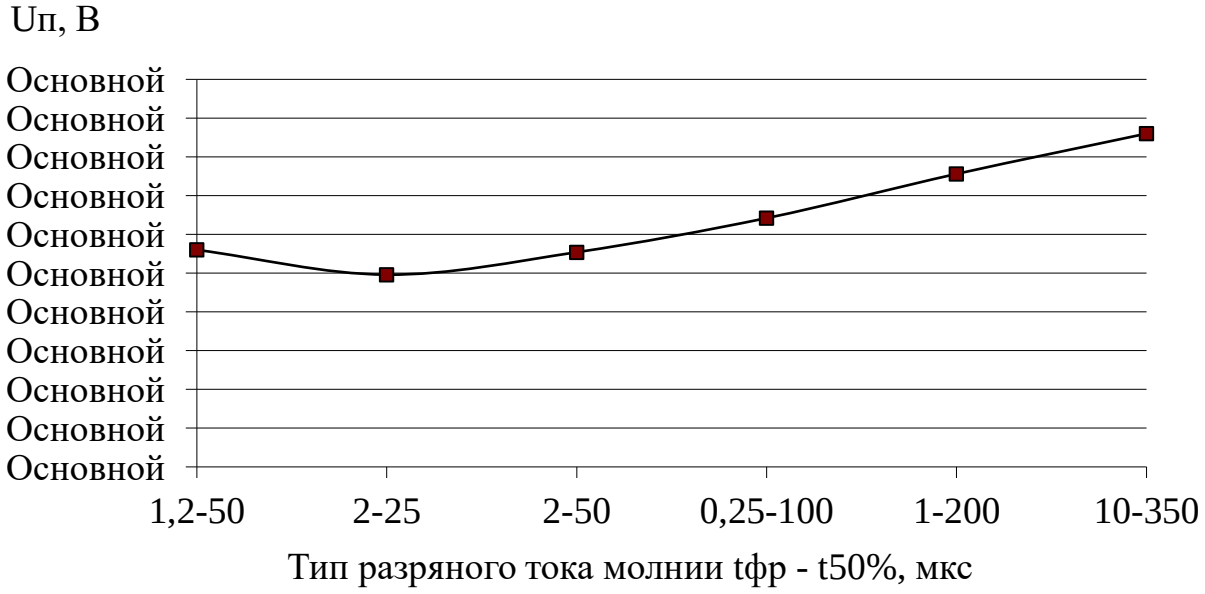


Рис. 3. Зависимость напряжения помехи от типа разрядного тока молнии

Таким образом, по выполненной работе можно сделать следующие выводы: выявлено, что наиболее опасным типом разряда молнии является разряд с параметрами 10-350 мкс. При таком разряде, при прочих равных условиях, величина электромагнитной помехи на приемопередатчике ЭС достигает 43 В (величина воздействия 40 кА); наименьший уровень электромагнитной помехи получается при воздействии разряда молнии с параметрами 2-25 мкс (24,8 В), что меньше на 42,3 %.

Данные исследования также актуальны для современных систем контроля управления доступом в здания [10, 11, 12]. Эффективное обеспечение безопасности путем применения таких систем связано с их надежным функционирова-

нием в реальных условиях эксплуатации, где присутствуют разные источники электромагнитных помех, в том числе и разряд молнии.

Литература

1. Augustyniak L.K. Lightning overvoltages in wiring systems of the building // Электромагнитная совместимость и электромагнитная экология: Сб. науч. докл. IV Междунар. симпозиума. – СПб., 2001. – С. 78–81.

2. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.

3. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

4. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. М.: Радио и связь, 1987.

5. Гизатуллин З.М., Фазулянов Ф.М., Шувалов Л.Н., Гизатуллин Р.М. Целостность информации в USB флэш-накопителе при воздействии импульсного магнитного поля // Журнал радиоэлектроники. 2015. – №8. – С. 8.

6. Tominaga T., Kawano H., Hattori M. Calculation of lightning surges inducing at equipment connecting with 10 Base–5 Cable // Proceedings of the IEEE International Symposium on EMC. – Seattle, 1999. – pp. 660–665.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г., Салимов Р.И. Моделирование электромагнитных помех в неэкранированной витой паре при внешних электромагнитных воздействиях // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №12. – С. 1.

8. Гизатуллин З.М., Набиев И.И., Шкиндеров М.С. Помехоустойчивость локальных вычислительных сетей при внешних электромагнитных воздействиях // Телекоммуникации. – 2017. – №2. – С. 41-47.

9. Chavka G.G., Aniserowicz K. Analysis of time-domain characteristics and spectral parameters of selected models of lightning current // Электромагнитная совместимость и электромагнитная экология: Сб. науч. докл. IV Междунар. симпозиума. – СПб , 2001. – С. 65–70.

10. Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г., Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости систем контроля и управления при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2016. – №2. – С. 26-37.

11. Гут Р.В., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы ранговой фильтрации в системах видеонаблюдения//Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 71-73.

12. Шлеймович М.П., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Медведев М.В. Выделение границ на изображениях на основе модели энергетических признаков вейвлет-преобразования. Вестник технологического университета. 2017. Т. 20, № 21. С. 103-107.

Р.М. Гизатуллин, М.С. Шкиндеров, Э.С. Константинов

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗРЯДА МОЛНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОПРОТИВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

Разряды молнии являются наиболее распространенными мощными источниками электромагнитных помех [1, 2, 3]. По приближенным подсчетам в земную поверхность ежесекундно ударяют около ста молний. Что касается возможных путей воздействия разряда молнии, в литературе [4, 5] выделяются три основных механизма воздействия: прямое воздействие; непрямое воздействие в ближней зоне; непрямое воздействие в дальней зоне.

В работе проведен анализ прямого воздействия разряда молнии на объекты молниезащиты зданий, насыщенных современными электронными системами и помехи, возникающие за счет смещения потенциала в зависимости от сопротивления системы заземления электронных средств.

Как показывают исследования [1, 2, 4, 6], разрядный ток молнии представляет собой совокупность двух экспоненциальных кривых:

$$i(t) = I_m \cdot k \cdot (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}),$$

где: I_m – максимальный ток разряда молнии (до 200 кА); k – корректирующий коэффициент; α, β - коэффициенты определяющие крутизну переднего и заднего фронтов тока разряда (рис. 1).

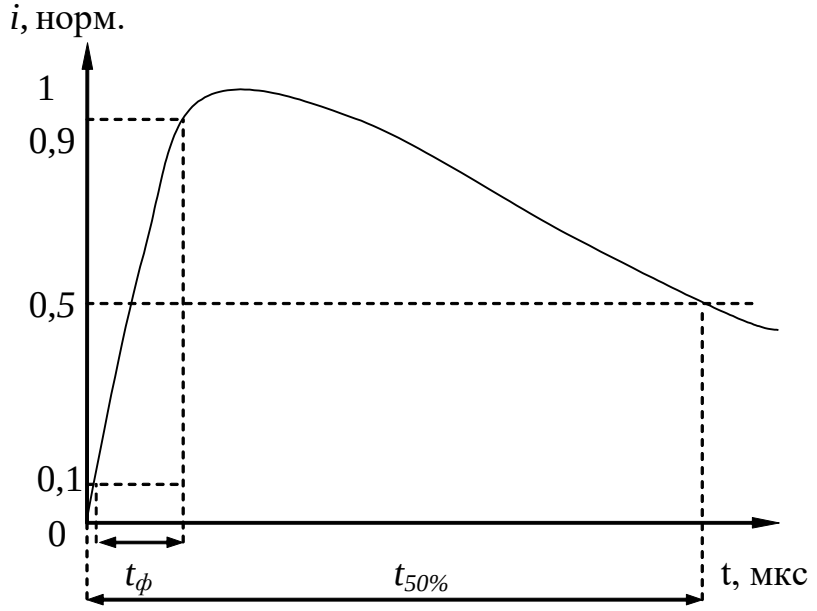


Рис. 1. Форма тока разряда молнии (нормированная)

При этом передний фронт и спад импульса тока могут варьироваться в широких пределах. При испытаниях на воздействие разряда молнии рекомендуется использовать шесть типов разрядного тока. Для каждого из этих форм

тока предлагаются свои значения параметров α, β и k для уравнения тока разряда (табл. 1) [6].

Таблица 1. Параметры математической модели тока разряда молнии

$t_{фр}$, мкс	$t_{50\%}$, мкс	$\alpha \cdot 10^{-4}$	$\beta \cdot 10^{-6}$	k
1,2	50	1,4732	2,0810	1,043
2,0	25	3,3687	1,0622	1,156
2,0	50	1,5292	1,1188	1,072
0,25	100	0,6986	10,840	1,005
1	200	0,3517	2,6727	1,010
10	350	0,2127	0,2461	1,051

Для решения задачи анализа электромагнитных помех при прямом воздействии разряда молнии в зависимости от сопротивления системы заземления электронных средств необходимо рассмотреть, по какому пути происходит стекание разрядных токов молнии (рис. 2).

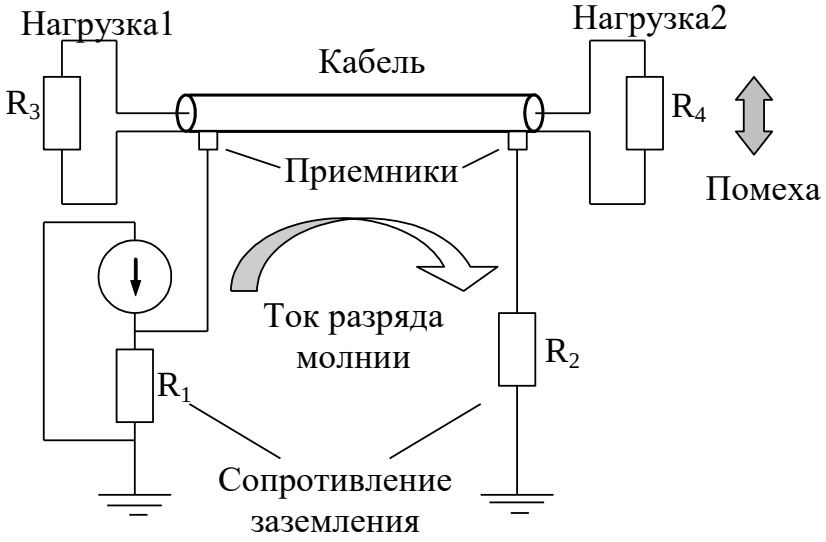


Рис. 2. Пути протекания токов разряда молнии

Первичные параметры коаксиального кабеля были использованы из [7]. На основе первичных параметров вычисляются вторичные параметры коаксиального кабеля (активное сопротивление, индуктивность, ёмкость проводников и оболочки), которые необходимы для создания эквивалентной схемы. В программном комплексе схемотехнического моделирования ПА-9 (аналог PSPICE) разработана эквивалентная схема. Как видим из рис. 2, одним из наиболее значимых факторов влияющих на величину помехи Uп при воздействии разряда молнии является сопротивление цепи заземления (рис. 3).

Максимальное значение разрядного тока молнии, которое рекомендуют при исследованиях рассматривать, до 200 кА при типе разряда 10-350 мкс. Возможность данного случая, в реальной ситуации, конечно очень маленькая (меньше 0,1 %), но, тем не менее, он возможен.

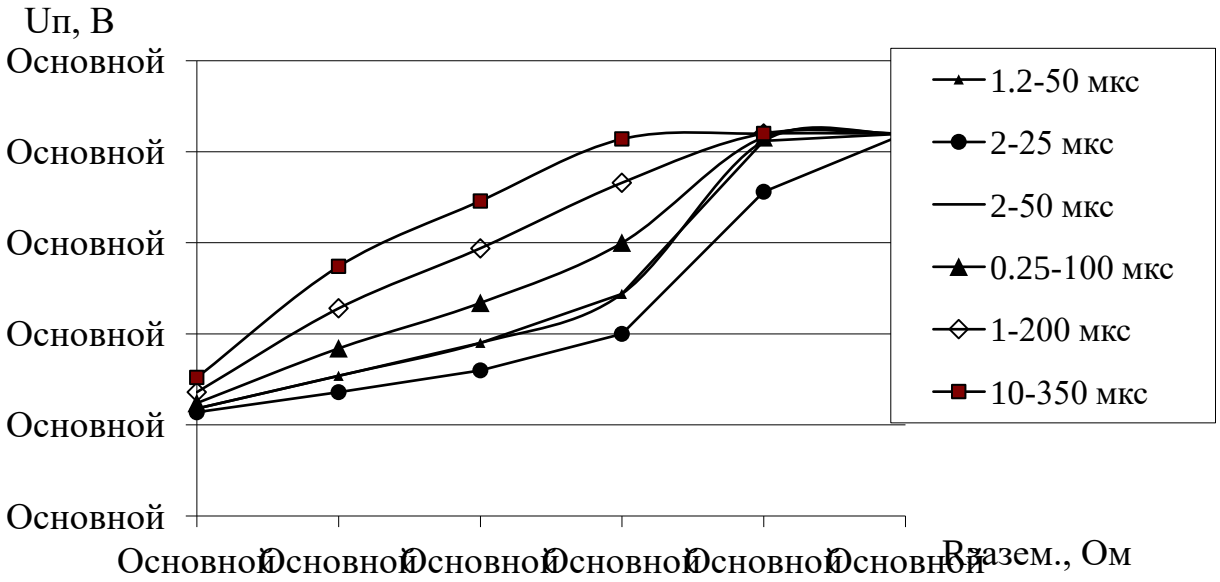


Рис. 3. Зависимость напряжения помехи от типа разрядного тока молнии и сопротивления заземления здания

Таким образом, по выполненной работе можно сделать следующие выводы: определена зависимость величины электромагнитной помехи на входе приемопередатчика ЭС при прямом воздействии разряда молнии от сопротивления заземления; величина помехи минимальна при минимальном значении сопротивления заземления (например для параметров разряда 1,2-50 мкс: при 0,1 Ом – 5,9 В; при 30 Ом – 21 В, но реально сопротивление заземления колеблется от 1-10 Ом); выявлен максимальный уровень величины электромагнитной помехи на входе приемопередатчика ЭС, который практически возможен; величина электромагнитной помехи может достигнуть – 133 В.

Данные исследования также актуальны для современных систем контроля управления доступом в здания [10, 11, 12, 13, 14], которые надёжно и эффективно должны выполнять свои функции при воздействии электромагнитных помех.

Литература

1. Augustyniak L.K. Lightning overvoltages in wiring systems of the building // Электромагнитная совместимость и электромагнитная экология: Сб. науч. докл. IV Междунар. симпозиума. – СПб., 2001. – С. 78–81.

2. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.

3. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

4. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.

5. Гизатуллин З.М., Фазулянов Ф.М., Шувалов Л.Н., Гизатуллин Р.М. Це-

лостность информации в USB флэш-накопителе при воздействии импульсного магнитного поля // Журнал радиоэлектроники. 2015. – №8. – С. 8.

6. Chavka G.G., Aniserowicz K. Analysis of time-domain characteristics and spectral parameters of selected models of lightning current // Электромагнитная совместимость и электромагнитная экология: Сб. науч. докл. IV Междунар. симпозиума. – СПб , 2001. – С. 65–70.

7. Tominaga T., Kawano H., Hattori M. Calculation of lightning surges inducing at equipment connecting with 10 Base–5 Cable // Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility. – Seattle, 1999. – pp. 660–665.

8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г., Салимов Р.И. Моделирование электромагнитных помех в неэкранированной витой паре при внешних электромагнитных воздействиях // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №12. – С. 1.

9. Гизатуллин З.М., Набиев И.И., Шкиндеров М.С. Помехоустойчивость локальных вычислительных сетей при внешних электромагнитных воздействиях // Телекоммуникации. – 2017. – №2. – С. 41-47.

10. Шкиндеров М.С., Нуриев М.Г., Гизатуллин З.М. Сквозное прогнозирование помехоустойчивости систем контроля и управления при внешних электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2016. – №2. – С. 26-37.

11. Гут Р.В., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы ранговой фильтрации в системах видеонаблюдения//Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 71-73.

12. Шлеймович М.П., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Медведев М.В. Выделение границ на изображениях на основе модели энергетических признаков вейвлет-преобразования // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20, № 21. С. 103-107.

13. Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Шлеймович М.П. Повышение эффективности обнаружения лица и глаз человека на видеоизображении в задачах бесконтактного выявления потенциально опасных лиц// Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 4 (4). С. 519-522.

14. Тухбатуллин М.С., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Распознавание динамических жестов на основе вычитания фона// Вестник технологического университета. 2016. Т. 19. № 18. С.164-166.

А.В. Гончарова

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(Самарский университет)

Очень часто в процессе создания нового программного обеспечения пренебрегают такими важными этапами, как проектирование и тестирование, считая их незначимыми и порой просто пустой тратой времени, но это ошибочное и несовременное мнение - данный майндсет обусловлен старыми привычками, подходящим для продуктов индустриальной эпохи, а не цифровых продуктов. Эксперты и опыт других специалистов доказывает, что данные этапы позволяют, как сохранить такие ценные ресурсы, как время и бюджет, так и основное преимущество - создать качественный продукт, который действительно нужен пользователям для достижений их целей как личных, так и корпоративных.

Проектирование – один из трех процессов важных для создания успешного продукта на ряду с руководством (бизнес модели, планы) и разработкой по средствам технологий. Заранее продуманная и спланированная разработка значительно улучшает качество продукта. Проектирование архитектуры программы и проектирование взаимодействия две разные вещи. Даже самая потрясающая идея провалится, если она будет реализована через посредственный UX дизайн. То, что пользователь чувствует и видит, когда использует ваше приложение или сайт, очень важно. От этого зависит насколько будет привлекателен продукт для пользователя. Еще одним основным фактором привлекательности является удовлетворение человеческих целей и потребностей.

Проектирование бессмысленно без цели, которая формируются на основе результатов исследования. Цели проектирования становятся идентичны целям пользователя. Есть разница между целями и задачами или деятельностью. Цель неизменна в то время, как задачи зависят от доступных в арсенале технологий, навыков. Информация о задачах, например, помогает в формировании элементов управления интерфейса, а о целях дает реальное представление о продукте, что он делает и как.

Одной из часто используемых методик определения целей, используемый проектировщиками является «персонажи» - это портрет будущего пользователя приложения или программы. Не стоит пытаться подстраиваться под все архетипы пользователей, нужно выбрать один. Очень часто на практике бывает продукт, спроектированный для одного архетипа, неожиданно привлекает и других людей. Персонаж должен быть описан предельно детально, до мелочей. Выберите для него имя, возраст, к какой профессиональной сфере относится, какими девайсами пользуется, определите его мотивацию, ценности, привычки, чего он хочет достичь. Такая детальность необходима как для полного понимая для кого создается продукт, а в следствии и какими уникальными чертами он должен обладать, чтобы быть привлекательным для персонажа, а так же явля-

ется мощным инструментом для коммуникации между разработчиками и менеджерами, создавая единую систему понятий.

Собственно говоря, проектировщики являются связующим звеном между разработчиками и управленцами (менеджерами) так, как двое последних преследуют разные интересы и обладают разными ценностями. Для руководителей важным является жизнеспособность продукта и прибыль, а для программистов – технологии, нефункциональные требования, сложные архитектурные решения, нефункциональные требования, которые пользователь, к сожалению, не всегда может оценить в связи с когнитивным сопротивлением (вероятность которого возрастает без проектирования).

Преимущества проектирования, предшествующего написанию кода и являющегося неотъемлемой частью процесса разработки, очевидны. Его результатом является продукт, осуществление которого реально, и значительное увеличение вероятности, как на финансовый успех продукта, так и на количество счастливых пользователей.

Литература

1 Alan Cooper and Robert Reimann, About Face 2.0: The Essentials of Interaction Design: Published by John Wiley & Sons, 2003, 576 pp.

2 Alan Cooper, The inmates are Running the Asylum , Indianapolis: SAMS, 1999. 261 pages.

3 Jaime Levy, UX Strategy, 2015.

А.А. Горовик, М.В. Лазарева

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

Аннотация: Основной проблемой современных методов оценки трудозатрат является сложность их адаптации к каждому конкретному проекту. В статье предложен принципиально новый, неклассический генетический подход к этой проблеме, главные принципы которого — обеспечение качественной и количественный оценки трудозатратности разработки программных проектов

Abstract The main problem of modern methods of evaluation of labor is the difficulty of adapting them to each specific project. This paper proposes is a fundamentally new, non-classical genetic approach to the problem, the main principles of which is providing qualitative and quantitative assessment of labor-intensive software development projects

Точный расчет ресурсов является одной из основных проблем в области управления проектами. При таком расчете возникают сложности учета огромного количества факторов, влияющих на жизненный цикл программного обес-

печения. Как следствие, на сегодняшний день многие компании сталкиваются с серьезными проблемами в случае неправильных расчетов необходимых сроков:

6. при недооценке — непредвиденная трата дополнительных средств, недовольство заказчика невыполнением обязательств в срок, «бессонные ночи» сотрудников, сложность управления «обвальным» проектом, низкое качество конечного продукта, слаборазвитые функции системы и т.д;

7. при переоценке — бесполезный расход ресурсов, привлеченных к проекту, отказ заказчика от контракта с данными условиями (в результате возможна потеря рабочих мест) и т.д.

На современном рынке крупных программных систем потери могут исчисляться миллионами долларов.

Точные оценки издержек производства программного обеспечения важны как разработчикам, так и заказчику (клиенту). Они могут использоваться при переговорах о контракте, планировании, контроле и т. п. Таким образом, возникает реальная потребность в разработке методов и средств, позволяющих менеджеру оценить требуемые временные и человеческие ресурсы на основе всех имеющихся характеристик проекта: истории предыдущих подобных проектов, опыта и производительности сотрудников, специфики компании и т. п. Кроме того, требуется возможность перерасчета и уточнения сроков и ресурсов уже на этапе разработки системы с учетом текущих тенденций, наблюдаемых при реализации проекта. Это поможет менеджеру своевременно обнаружить отклонения от установленного графика и принять соответствующие меры в управлении проектом.

Критерии хорошей оценки

По Ройсу [2], хорошая оценка издержек производства программного обеспечения должна быть:

1. понятной и поддержанной менеджером проекта и командой разработчиков;

2. одобреной всеми заинтересованными лицами как реально осуществимая;

3. базирующейся на четкой модели с заслуживающими доверия основаниями, а также на данных подобного проекта (с подобными бизнес-процессами, технологиями, внешней средой, людьми и требованиями);

4. определена настолько детально, что ключевые области риска понятны, и вероятность успеха объективно оценена.

Сравнение метрик размера программного обеспечения

Размер программного обеспечения — наиболее важный фактор, определяющий трудоемкость реализации. Число строк исходного кода и функциональные точки — самые популярные метрики.

Число строк кода

LOC (LinesOfCode) — число непустых строк исходного текста, исключая комментарии [4]. Несмотря на то, что эта метрика существенно зависит от выбранного языка программирования, она до сих пор остается самой используемой метрикой размера программного обеспечения. Точное число LOC может

быть получено только после того, как проект уже закончен. Поэтому оценка размера кода программы до его создания не намного проще оценки реальных трудозатрат, например, в человеко-месяцах.

Типичный метод осуществления такой оценки использует комбинацию экспертных оценок с техникой под названием PERT, заключающейся в следующем:

пусть имеется n экспертов, каждый i-й эксперт высказывает три предположения относительно конечного размера: L_i — нижняя оценка размера; H_i- — верхняя оценка размера; M_i — наиболее вероятный размер. Тогда размер S можно вычислить как

$$s = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{L_i + H_i + 4M_i}{6}. \quad (1)$$

Точность оценки может быть существенно улучшена, если применить PERT не к проекту в целом, а к его отдельным компонентам. В этом случае общую оценку размера можно получить как сумму «локальных» оценок.

Метрики Холстеда

М. Холстедом были предложены такие метрики, как длина кода и объем [6]. Длина кода определяется как

$$N = N_1 + N_2, \quad (2)$$

где N_1 — общее количество появлений операторов в программе; N_2 — общее количество их операндов.

Объем кода соответствует объему памяти, требуемой для хранения программы, вычисляется по формуле:

$$V = N\log(n_1 + n_2), \quad (3)$$

где n_1 — число различных операторов; n_2 — число различных операндов, появляющихся в программе.

Очевидно, что оценить общее число операторов и их операндов до завершения проекта, как правило, еще более затруднительно, чем оценить LOC, поэтому в адрес предложенных Холстедом метрик было высказано множество замечаний. Поддержка такого подхода в последние годы постоянно уменьшается.

Функциональные точки (Function points)

Наиболее удачной заменой количеству строк кода для измерения размера стали функциональные точки (functionpoints), впервые предложенные сотрудником IBM A. Альбрехтом в 1979 г. [7]. Применение функциональных точек основано на оценке объема реализуемой функциональности за счет изучения требований, вследствие чего оценка необходимых трудозатрат может быть выполнена на самых ранних стадиях работы над проектом и далее будет уточняться по ходу жизненного цикла, а явная связь между требованиями к создаваемой системе и получаемой оценкой позволяет заказчику понять, за что именно он платит, и во что выльется изменение первоначального задания.

Автор кратко рассмотрит основные принципы данного метода. Общее число функциональных точек программы зависит от количества элементарных процессов пяти типов:

1) входящие транзакции (Externalinputs (El)) — получают данные от пользователя;

2) исходящие транзакции (Externaloutputs (EO)) — передают данные пользователю;

3) взаимодействия с пользователем (Externalinquiries (EQ)) — интерактивные диалоги с пользователем (требующие от него каких-либо действий);

4) файлы внутренней логики (Internallogicalfiles (ILF)) — файлы (логические группы информации), использующиеся во внутренних взаимодействиях системы;

5) файлы внешних взаимодействий (Externalinterfacefilese (EIF)) — участвуют во внешних взаимодействиях с другими системами.

В данной терминологии транзакция — элементарный неделимый замкнутый процесс, имеющий значение для пользователя и переводящий продукт из одного консистентного состояния в другое.

Базовая модель COCOMO. Размер проекта измеряется в LOC (KLOC), а трудозатраты — в человеко-месяцах. Создана на основе анализа статистических данных 63 проектов (главным образом, Министерства обороны США) различных типов.

Используются три набора параметров {a, to} в зависимости от сложности разрабатываемого программного обеспечения:

- для простых, легко понимаемых проектов, a=2,4, b=1,05;
- для сложных систем, a=3,0, b=1,15;
- для встроенных систем, a=3,6, b=1,20.

Модель была проста в применении, но не обеспечивала должной точности.

Полученные результаты

Таблица 1

Проект	Имитируемая дата осуществления предсказания	Фактическая дата релиза	COCOMO II	COCOMO II + Genetic	Увеличение точности, %
Firefox49.0.2	15.08.2017	20.10.2017	24.10.2017	26.10.2017	2,7
Fedora 25	10.08.2017	11.10.2017	3.10.2017	14.10.2017	8,1
KDE5.7.2	4.06.2017	19.07.2017	28.07.2017	29.07.2017	1,3

Описанные идеи позволили разработать прототип системы уточнения оценок трудозатрат, основанных на модели COCOMO II. По базам данных багтрекеров трех opensource- проектов (Firefox, Fedora, KDE) произведены оценки, которые в среднем оказались на 4% точнее, чем оценки, полученные с

помощью COCOMO II, без уточнения посредством рассмотренного метода (табл. 1). В дальнейшем планируется дополнить разрабатываемую систему упрощенными версиями существующих методов, что сделает возможным ее использование как полноценного самостоятельного программного пакета. Увеличение точности оценки для некоторых opensource-проектов

Литература

1. Boehm B. Software Cost Estimation with Cocomo II. NewJersey, Prentice-Hall, 1981.
2. Royce W. Software project management: a unified framework. Reading, Addison-Wesley Professional, 1998.
3. Boehm B. Software engineering economics. New Jersey, Prentice-Hall, 1981.
4. Fenton N. Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach, London, Chapman and Hall, 1991.
5. Parkinson G. Parkinson's Law and Other Studies in Administration NY, Houghton-Miffin, 1962.
6. Halstead M. Elements of software science, NY, Elsevier, 1977.
7. Albrecht J., Gaffney J.E. Software function, source lines of codes, and development effort prediction: a software science validation, IEEE Trans Software Eng. SE-9, 1983. P 639-648.

Ю.Н. Горелов, С.Б. Данилов, Л.В. Курганская

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФИЗИЧЕСКОГО РЕСУРСА В СИСТЕМЕ НЕЗАВИСИМЫХ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

(Самарский университет)

Физические ограничения играют существеную роль в задачах управления, в особенности, когда возникает необходимость распределения каких-либо «ресурсов управления» между одновременно протекающими независимыми процессами управления [1-3]. В связи с этим целью настоящего доклада общая постановка задачи распределения некоторого физического ресурса управления (например, энергетического – в виде «энергии управления» или материального ресурса – в виде расходов «топлива») между независимыми системами.

Рассмотрим двухточечную граничную задачу управления для процесса

$$\frac{d\boldsymbol{x}}{dt} = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{u}), \qquad (1)$$

где $\boldsymbol{x} \in \mathbb{R}^n$ – вектор переменных его состояния, $\boldsymbol{u} \in \mathbb{R}^m$ – вектор управляющих параметров, $\boldsymbol{f} : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \to \mathbb{R}^n$, а в качестве целевых условий заданы граничные условия общего вида:

$$\boldsymbol{x}(t_0) = \boldsymbol{x}_0;\ \boldsymbol{x}(t_f) = \boldsymbol{x}_f, \qquad (2)$$

где $\boldsymbol{x}_0$, $\boldsymbol{x}_f$ – начальное и конечное состояния системы.

Пусть вектор управляющих параметров (воздействий) в (1) удовлетворяет ограничению:

$$\boldsymbol{u} \in \boldsymbol{U} \subset \mathbb{R}^m, \tag{3}$$

где $\boldsymbol{U}$ – некоторое компактное множество. Ограничения (3) в прикладных задачах связаны с ограничениями на допустимые значения для управляющих воздействий на объект управления.

В задаче (1) – (3) требуется найти такую допустимую пару $\{\boldsymbol{x}(t), \boldsymbol{u}(t)\}$, $\forall t \in [t_0, t_f]$, для которой выполняются условия (2) и (3). Если она допускает неединственное решение, то ее можно свести к задаче оптимального управления, в которой требуется для пары $\{\boldsymbol{x}(t), \boldsymbol{u}(t)\}$ доставить минимум (или максимум) некоторому функционалу $J = J(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u})$, что может доставлять оценки суммарных затрат какого-либо ресурса управления и вместе с выполнением условий (2) определять цель управления. Если при этом формирование $\boldsymbol{u}(t) \in \boldsymbol{U}$ сопряжено с затратами ресурса со скоростью $\rho(t) \geq 0$, то $J = J(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u})$ можно задавать в виде интеграла от $\rho(t) \geq 0$ на интервале управления и в задачах управления следует учитывать не только ограничения вида (3), но и ограничения на расходуемые ресурсы управления, например, в виде:

$$\rho \leq \rho_0, \tag{4}$$

где $\rho_0 < \infty$ – максимально допустимая скорость расходования ресурса. Если связь между текущими значениями $\boldsymbol{u} \in \boldsymbol{U}$ и скоростью расхода ресурса задается так: $R(\boldsymbol{u}) = \rho$, то с помощью обратной функции $R^{-1}(\rho)$ можно определить $\boldsymbol{U}_\rho$ – множество допустимых ограничением (4) значений управляющих параметров $\boldsymbol{u}$ в (1). Условие (4) может существенно ограничивать множество допустимых значений управляющих параметров в (1), если $\boldsymbol{U} \setminus \boldsymbol{U}_\rho \neq \varnothing$, или, более того, полностью исключить ограничения (3), если $\boldsymbol{U}_\rho \subset \boldsymbol{U}$. При этом следует также отметить, что управляющие параметры в ограничениях (3) и (4) в общем случае имеют различный физический смысл и их значения могут совпадать только с точностью до размерности.

Если вектор управляющих параметров в (1) является составным и каждая его компонента будет отвечать определенному каналу управления, то после соответствующей группировки переменных состояния (1) можно представить в виде следующей системы:

$$\frac{d\boldsymbol{x}_k}{dt} = \boldsymbol{f}_k(\boldsymbol{x}_k, \boldsymbol{u}_k) + \Delta \boldsymbol{f}_k(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u}),\ k = 1, 2, \ldots, N\ (N \geq 2), \tag{5}$$

где $\boldsymbol{x} = \mathrm{col}(\boldsymbol{x}_1, \boldsymbol{x}_2, \ldots, \boldsymbol{x}_N)$, $\boldsymbol{x}_k \in \mathbb{R}^{n_k}$, $n_1 + n_1 + \ldots + n_N$, $\boldsymbol{u} = \mathrm{col}(\boldsymbol{u}_1, \boldsymbol{u}_2, \ldots, \boldsymbol{u}_N)$, $\boldsymbol{u}_k \in \mathbb{R}^{m_k}$, $m_1 + m_1 + \ldots + m_N$, $\boldsymbol{f}_k : \mathbb{R}^{n_k} \times \mathbb{R}^{m_k} \to \mathbb{R}^{n_k}$, а $\Delta \boldsymbol{f}_k(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u})$ – составляющие, отвечающие

перекрестным связям между каналами управления. При этом для управляющих воздействий имеют место ограничения

$$\boldsymbol{u}_k \in \boldsymbol{U}_k,\ k = 1,2,...,N. \tag{6}$$

Граничные условия для (5) для заданных $\boldsymbol{x}_{k0}$ и $\boldsymbol{x}_{kf}$ ($k = 1,2,...,N$) заданы так:

$$\boldsymbol{x}_k(t_0) = \boldsymbol{x}_{k0};\ \boldsymbol{x}_k(t_f) = \boldsymbol{x}_{kf},\ k = 1,2,...,N. \tag{7}$$

Соответственно, если для создания управляющих воздействий $\boldsymbol{u}_k$, $k = 1,2,...,N$, необходимо расходование ресурса со скоростями $\rho_k = R_k(\boldsymbol{u}_k) \geq 0$, $k = 1,2,...,N$, то с учетом (4) тогда должно выполняться следующее ограничение:

$$\sum_{k=1}^{N} R_k(\boldsymbol{u}_k) = \sum_{k=1}^{N} \rho_k \leq \rho_0. \tag{8}$$

В дополнение к (7) для каждого канала управления в (5) можно задавать показателями качества J_k, $k = 1,2,...,N$, то есть общая цель управления для системы (5) с учетом (8) тогда может быть определена так:

$$\sum_{k=1}^{N} \alpha_k J_k(\boldsymbol{u}_k) \to \min, \tag{9}$$

где $\alpha_k \geq 0$, $k = 1,2,...,N$, – некоторые весовые коэффициенты, которые можно рассматривать в качестве приоритетов в расходовании ресурса управления для решения парциальных задач управления в (5) – (7), если J_k – оценка суммарного расхода ресурса на решение k-й парциальной задачи.

Задача оптимального управления (5) – (9) относится к классу смешанных задач по А.М. Летову [1]. Особенность таких задач заключается в необходимости распределения единого ресурса управления при одновременном решении набора парциальных задач управления (5) – (9). Решение задачи (5) – (9) представляет практический интерес для значительного числа сложных технических систем, которые допускают декомпозицию на слабо связанные подсистемы. Например, для систем управления ориентацией космических аппаратов [4] во многих случаях допускается раздельное управление по каналам тангажа, крена и рыскания, но расходуемый ресурс при этом – энергетический или материальный (топливо) – в таких системах, как правило, является единым. В предельном случае, когда $\Delta \boldsymbol{f}_k(\boldsymbol{x},\boldsymbol{u}) = 0$, $\forall k = 1,2,...,N$, система (5) представляет совокупность, например, независимых технологических процессов, которые также используют единый ресурс согласно (8). В этом случае система (5) описывается следующей моделью:

$$\frac{d\boldsymbol{x}_k}{dt} = \boldsymbol{f}_k(\boldsymbol{x}_k, \boldsymbol{u}_k),\ k = 1,2,...,N, \tag{10}$$

Задача оптимального управления (6) – (10) относится к классу ресурсных систем [5] и разработка методов ее решения представляет вполне определенный практический интерес не только для отдельных типов технологических процессов

управления, но и для решения прикладных задач по управлению некоторыми социально-экономическими процессами.

Очевидно, что получение практически ценных и содержательных решений задачи (6) – (10) и, тем более, (5) – (9) требует соответствующим образом конкретизировать приведенные постановки. В первую очередь это связано с моделями процессов управления. С другой стороны, чтобы выявить основные закономерности в распределении физического ресурса определенного вида между независимыми процессами управления достаточно рассмотреть решение модельных задач. В связи с этим решение задачи (6) – (10) рассматривалось в [2, 3] только для объектов управления простейшего вида, а именно, для двойных интеграторов, для которых задавались произвольные граничные условия. В качестве распределяемого ресурса в системе, состоящей из пары интеграторов, рассматривался энергетический ресурс, расход которого ограничен мгновенной мощностью его источниека, и материальный ресурс типа «топлива», который ограничен скоростью его расхода. Соответственно, цели управления для такой системы выбирались в виде минимума взвешенных суммарных затрат ресурса как первого, так и второго типа. Решения этих задач были получены с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина [6, 7].

По результатам полученных решений указанных задач в [2, 3] отмечены следующие особенности оптимального распределения единого ресурса между независимыми процессами управления. Во-первых, в задаче на минимум «энергии управления» в каждый момент времени ресурс распределяется в определенной пропорции между независимыми процессами управления, в том числе и в случае эффективности ограничений на управляющие воздействия. Во-вторых, в задачах на минимум расхода материального ресурса – «топлива» скорость его расхода отличается попеременным максимально возможным использованием ресурса управления при решении соответствующих парциальных задач управления. Таким образом, как в первом, так и во втором случаях имеет место вполне определенное согласованное расходование имеющегося единого ресурса между независимыми процессами управления, которое исходит не только из условия обеспечения решения соответствующих парциальных задач управления, но и из условия минимизации парциальных суммарных расходов с учетом назначенных для них приоритетов. Это можно трактовать и как эффект самоорганизации в системе независимых (сепаратных) подсистем, которая образуется в силу использования ими единого физического ресурса.

Очевидно, что кроме рассмотренных физических ресурсов, потребляемых независимыми процессами управления, могут быть ресурсы и иной природы, например, временные и информационные ресурсы управления. В связи с этим следует отметить, что ресурсом управления помимо указанных выше – энергетического или материального – также может быть временной ресурс в виде длительности интервала управления, то есть когда вместо (9) требуется, чтобы $T = t_f - t_0 \to \min$, что отвечает решению задачи на быстродействие. В [3] установлено, что вне зависимости от вида используемого ресурса оптимальные решения характеризуются максимально возможным использованием ресурсов.

Литература

1. Летов А.М. Математическая теория процессов управления. М.: Наука, 1981. 256 с.
2. Горелов Ю.Н. К задаче оптимального распределения ресурса в системе независимых объектов управления. I // Известия СамНЦ РАН, 2017, т.19, № 6. С.156-167.
3. Горелов Ю.Н. К задаче оптимального распределения ресурса в системе независимых объектов управления. II // Известия СамНЦ РАН, 2017, т.19, № 6. С.168-178.
4. Раушенбах Б.В., Токарь Е.Н. Управление ориентацией космических аппаратов. М.: Наука, 1974. 600 с.
5. Задача оптимального распределения ресурсов по множеству независимых операций / А.В. Арутюнов, В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.Ю. Карамзин // Автоматика и телемеханика, 2002, № 5. С. 108-119.
6. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. М.: Наука, 1976. 392 с.
7. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. М.: Наука,1975. 528 с.

В.В. Графкин, С.В. Чеботарева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ

(Самарский университет)

Современный смартфон уже несколько лет назад перестал быть простым средством связи и обмена информации. Сегодня он выполняет множество различных функций, не связанных с обеспечением мобильной связи. Это связано с активным развитием микроэлектромеханических систем (МЭМС), к которым относят акселерометр, гироскоп, датчик угловой скорости и многие другие. Основной функцией перечисленных датчиков является возможность определения ориентации в гравитационном поле Земли [1]. Проблема определения пространственного положения объектов является значимой для различных областей науки, в связи с чем разработка новых методов ее решения, является актуальной задачей.

Одним из способов решения поставленной задачи является - метод локализации (Lateration), основанный на распространение сигнала. Он основан на вычисление расстояний между искомой точкой и как минимум тремя точками доступа с дальнейшим решением системы из N нелинейных уравнений [2]. При N=3 данный метод также известен как трилатерация. Для нахождения расстояний используется модель распространения радиоволн, требующая калибровки некоторых параметров, зависящих от особенностей среды [3].

Основной идеей является расчет расстояний между точками доступа и мобильным устройством для обеспечения зоны локализации [4]. Расстояния

могут быть, вычислены по уровню принимаемого сигнала (RSS), времени поступления радиосигналов от передатчиков (TOA), разнице во времени поступления нескольких радиосигналов (TDOA), времени прохождения сигнала от передатчика к приемнику (RTOF) и фазы принимаемого сигнала [4].

Другим методом является метод триангуляции. Вычисление местоположения телефона с помощью метода триангуляции осуществляется путем оценки нахождения позиции на плоскости, когда известны три и более визуальных ориентира. Мобильный телефон, выступая в качестве приемника, выполняет анализ сигналов, поступаемых от базовых станций. Вокруг каждой из них строится окружность с радиусом равным предположительному расстоянию до объекта. После чего необходимо построить системы уравнений, позволяющие найти точки пересечения всех окружностей. Центр данной области будет предположительным местом нахождения объекта [5].

Активное развитие МЭМС - датчиков приводит к расширению рынка потребительской экономики - от разумных смартфонов до видеокамер, акустических систем и микрофонов [6]. Планируется, что в ближайшее время они найдут применение в самых невероятных приложениях и проложат путь к формированию обширной сети, получившей название «Интернет вещей» и включающей в себя соединенные между собой приборы, позволяющие контролировать и управлять практически всеми человеческими действиями.

Для решения поставленной задачи широко применяются датчики, фиксирующие положение объекта в пространстве относительно трех плоскостей – гироскоп и акселерометр [7].

Акселерометр (G-Sensor) распространённый датчик смартфона или планшета [8]. Акселерометр позволяет измерить ускорение одновременно в нескольких плоскостях (вдоль осей X, Y, Z).

Еще одним необходимым датчиком для определения пространственного положения объектов является гироскоп. Гироскоп – датчик, измеряющий угол отклонения тела от первоначальных координат, относительно инерциальной системы отсчета [10].

Гиродатчик – это датчик, отслеживающий изменения отклонения положения объекта, с целью прослеживания его перемещения. Программное обеспечение, использующиеся совместно с датчиками, способно отображать изменения координат объекта [9].

Гироскоп позволяет определить угол наклона по трем осям. В случае если ось «x» объекта расположена в плоскости действия силы тяжести (рисунок 1), величину проекции силы тяжести можно вычислить по формуле $A_x=g\times\sin(\alpha)$.

Показания акселерометра позволяют определить точные углы ориентации, в том случае если единственной силой, действующей на датчик, является гравитация. При перемещении смартфона, силы, приложенные к нему, способствуют изменению колебаний. Поскольку значения, получаемые с помощью акселерометра и гироскопа, подвержены действию шумов, необходимо произвести очистку сигнала датчиков, используя фильтр нижних частот. Характеристикой названого фильтра является способность фильтровать сигналы выше

указанной частоты, пропуская сигналы низкой частоты, что позволяет избавиться от шумовых помех сигнала, показаний акселерометра [10].

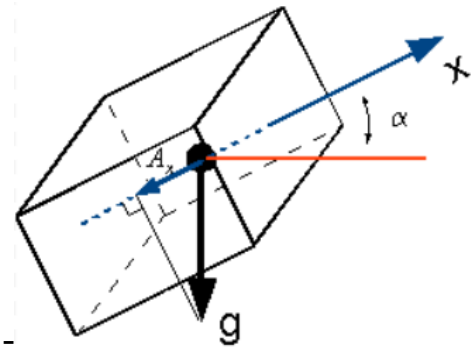


Рис. 1. Модель трехосевого акселерометра

Угол наклона мобильного устройства вычисляется согласно формуле:

$$\alpha=\arcsin(\frac{A_x}{g}).$$

Вычисление ориентации выполняется после определения начального положения датчика с известными значениями, полученными от акселерометра, после чего вычисляется угловая скорость вокруг осей X, Y, Z за интервал времени Δt по следующей формуле:

$$\omega = \Delta\varphi/\Delta t,$$

где ω- угловая скорость (рад/с);
Δφ -угол поворота, разница между угловым положением точки в первый и последний момент времени измерения;
Δt– время, за которое произошло смещение (с).

Значение нового угла ориентации вычисляют согласно формуле

$$\alpha_k= \alpha_{k-1}+ \Delta\alpha.$$

Путем интегрирования ускорения, определяемого акселерометром, вычисляют скорость движения мобильного устройства. Повторное интегрирование позволяет вычислить перемещение. Но многократное интегрирование с течением времени приводит к накоплению ошибок. Решить данную проблему возможно благодаря совместному использованию акселерометра и гироскопа, а также используя метод комплементарного фильтра.

Работа комплементарного фильтра описывается формулой [11]

$$\alpha=(1-k) \times gir+k\times acc,$$

где α - отфильтрованный результирующий угол наклона;
gir - значение угла наклона гироскопа;
acc - значение угла наклона акселерометра.
k - коэффициент комплексирования комплементарного фильтра.

Отфильтрованная величина наклона представляет собой сумму интегрированного значения показаний гироскопа и акселерометра. Данная математическая модель на каждом шаге интегрирования изменяет угол наклона с помощью показаний акселерометра [11]. Кроме этого, вычислив угловую скорость теле-

фона по трем осям, путем интегрирования данной величины, возможно, получить значение углов поворота по трем осям:

- угол крена - угол вращения относительно оси x;
- угол тангажа - угол вращения относительно оси y;
- угол курса - угол вращения относительно оси z.

Угол крена и угол тангажа позволяют определить положение смартфона в пространстве. Угол рысканья показывает направление движения. В совокупности все три угла позволяют найти перемещение смартфона. [7]

Определение местоположения объекта в пространстве является актуальной и, достаточно, сложной проблемой. Выполненный обзор методов решения этой задачи показал, что каждый из методов не позволяет достичь поставленной цели. В дальнейшей работе принято решение использовать акселерометр и гироскоп для вычисления пройденного расстояния. Выбранный метод вычисления перемещения объекта в пространстве обеспечивает более высокую точность и надежность в сравнении с другими методами [7].

Литература

1. Концепция по развитию производства МЭМС-изделий в России на период до 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: http://novtex.ru/nmst/news/news_155/concept.pdf Дата обращения: 16.03.2018.

2. WiFi-Based Indoor Positioning: Basic Techniques, Hybrid Algorithms and Open Software Platform / M. Cypriani, F. Lassabe, F. Canalda et al. // Research Report, Theme 4 — LIFC, 2011. — P. 10–22.

3. A Friis-Based Calibrated Model for WiFi Terminals Positioning / F. Lassabe, O. Baala, P. Canalda et al. // Proceedings of IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks — Jun. 2005. — P. 382–387.

4. H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee, J. Liu, Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems, Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on, Vol. 37, Nov. 2007.- PP. 1067 – 1080.

5. Поддувалкин А.С. Диссертация на соискание степени магистра. Определение местоположения мобильного устройства на основе LBS. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого Институт компьютерных наук и технологий Высшая школа программной инженерии. Санкт-Петербург 2017. - С.114.

6. МЭМС рынок. Стойкий продолжительный рост. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.electronics.ru/files/article_pdf/3/article_3330_911.pdf Дата обращения: 26.02.2018.

7. Цайтлер А. С. Определение положения объекта в пространстве с помощью инерциальных измерительных устройств/А.С. Цайтлер, Е.М. Яковлева//Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 7-11 ноября 2016 г.: в 2 т. — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 1. — [С. 333-334].

8. Современные мобильные технологии NOTEBOOK CENTER. Электронный журнал «Радио Лоцман». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.notebook-center.ru/articles_89.html Дата обращения: 21.03.2018.

9. Бутаков Н.А. Инерциальная навигация мобильных устройств (диссертация магистра). [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.linkstore.ru/articles/inertial_navigation.pdf Дата обращения: 21.03.2018.

10. Пестров Е.А. «Анализ и обработка данных акселерометра для задачи распознавания движения мобильным устройством». Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова. Москва. 2012. С.24. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.linkstore.ru/accelerometer.pdf Дата обращения: 14.03.2018.

11. Дрыгин, М.Ю. Аппаратно-программный комплекс позиционирования в пространстве функциональных элементов горных машин/ М.Ю. Дрыгин, Н.П. Курышкин, Я.Е. Мещеряков, О.В. Любимов//Вестник КузГТУ, 2014, №5. -С. 28-31.

Ш.Т. Дадабаев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАСОСА

(Худжандский политехнический институт таджикского технического университета имени академика М.Осими)

Оросительные насосные станции первого подъёма производят передачу больших объёмов воды на дальние расстояния и служат для орошения земель. Агрегаты оросительних насосних станций имеют большие мощности и обычно значительный запас напора. Подача воды в насосных агрегатах не регулируется, что приводят к значительным затратам и расходам. Сегодня энергосберегающие технологии внедряются во все отрасли народного хозяйство и насосные станции не исключения [1, 4].

В данной статье объектом исследования был принят оросительная насосная станция первого подъема АНС-1 которая расположено в Аштском районе Республики Таджикистан. Данный объект служит для орошения земель сельского хозяйство данного района. Проектная производительность насосной станции АНС-1 составляет 1,77 млн.м^3 воды в сутки. В машинном зале АНС-1 установлено 4 электродвигателя серии ВДС2-325 с мощностью $P_{ном}$=8000 кВт. Вертикальные центробежные насосы типа 1200В-6.3/100-А (52В-11), имеют следующие характеристики: Q=22600 м^3/час, Н=88 м., КПД 88%, $n_{ном}$=375 об/мин., диаметр рабочих колес 2200 мм.

С целью дальнейшего исследования и математического описания технологических процессов станции АНС-1, создано технологическая схема данного объекта, которая приведена на рисунке 1.

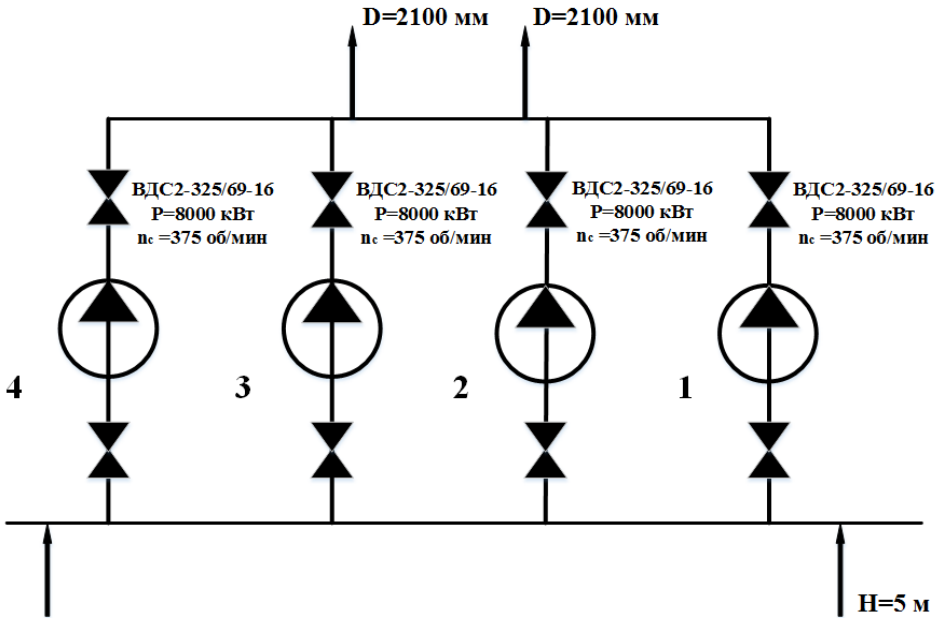


Рис. 1. Технологическая схема оросительной насосной станции первого подъема АНС-1

Вода поступает к рабочим колесам насоса из реки Сырдарья с напором 5 м, и пуск насосов выполняется только на открытую задвижку. После агрегата вода с напором 88 м поступает в стальные трубы диаметром 2,1 м. Таким образом, по двум стальным трубам длиною 1142 м вода транспортируется к резервуару второго подъёма и затем с резервуара вода прокачивается насосами второго подъема [3].

Для математического описания технологических процессов насосной станции АНС-1 необходимо создание структурной схемы данного объекта, которая свою очередь требует составления уравнений математической модели.
Работу нерегулируемого насоса можно описать следующим уравнением

$$H = H_0 - R_{BH} Q^2, \tag{1}$$

где R_{BH} – внутреннее сопротивление насоса.
С учетом дополнительных сопротивлений R_1 и R_2 составим уравнение:

$$H' = H_0 - \left(R_{BH} + R_2 + R_3\right) Q^2 = H_0 - R_\Sigma Q^2 \tag{2}$$

где H' – напор в трубопроводе;

H_0 – напор насоса при $H_0 = 0$, которая можно взят из $Q-H$ характеристики насоса.

В результате составлена структурная схема насосной станции первого подъёма в соответствии уравнению 2, которая приведена на рисунке 2, блок 1.

Совместную работу 4-х не регулируемых насосов можно выразить следующим уравнением

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 4\sqrt{\frac{H_0 - H'}{R^2{}_{\Sigma}}}. \quad (3)$$

Объем поступающей воды в резервуар (Р) второго подъёма из АНС-1 можно принять

$$Q_P = Q_{\Sigma} \quad (4)$$

где Q_{Σ} – суммарный объем подачи воды насосной станции.

Пополнение резервуара второго подъёма можно описать таким уравнением [1, 3, 6]:

$$\Delta h_P = \frac{Q_P - Q_{PACX}}{S_P} \cdot t, \quad (5)$$

где Q_P – объем поступающей воды в резервуар;

Q_{PACX} – подача воды потребителю;

S_P – площадь резервуара.

Уравнение 5 в интегральной форме имеет вид [1, 3]

$$\Delta h_P(t) = \frac{1}{S_P}\int (Q_P - Q_{pacx})dt \quad (6)$$

Уравнение 5 в операторной форме будет иметь вид

$$\Delta h_P(p) = \frac{Q_P - Q_{pacx}}{S_P \cdot p} \quad (7)$$

В соответствии уравнения 7 составлена структурная схема резервуара (Р) (см. на рис. 2, блок 2).

В итоге составлена базовая структурная схема оросительной насосной станции, которая представлена на рисунке 2 [3, 6].

Данная модель будет основой для исследования различных способов регулирования насосных агрегатов насосной станции первого подъёма.

Принцип регулирования путем изменения производительности насоса основано на том, что электродвигатель насосного агрегата питается от преобразователя частоты. При уменьшении частоты вращения электродвигателя, *Q-H* характеристика перемещается вниз и рабочая точка, перемещаясь по характеристике трубопровода, соответственно подача и напор уменьшаются. При этом развиваемый насосом напор и напор в сети также уменьшаются. Это обстоятельство даёт возможность непрерывного поддержания оптимальных параметров системы в автоматическом режиме и тем самим сэкономить энергию. Такой принцип регулирования обеспечивает максимальное энергосбережение и стабильное поддержание производительности насосных агрегатов, а также является более экономичным [1, 4].

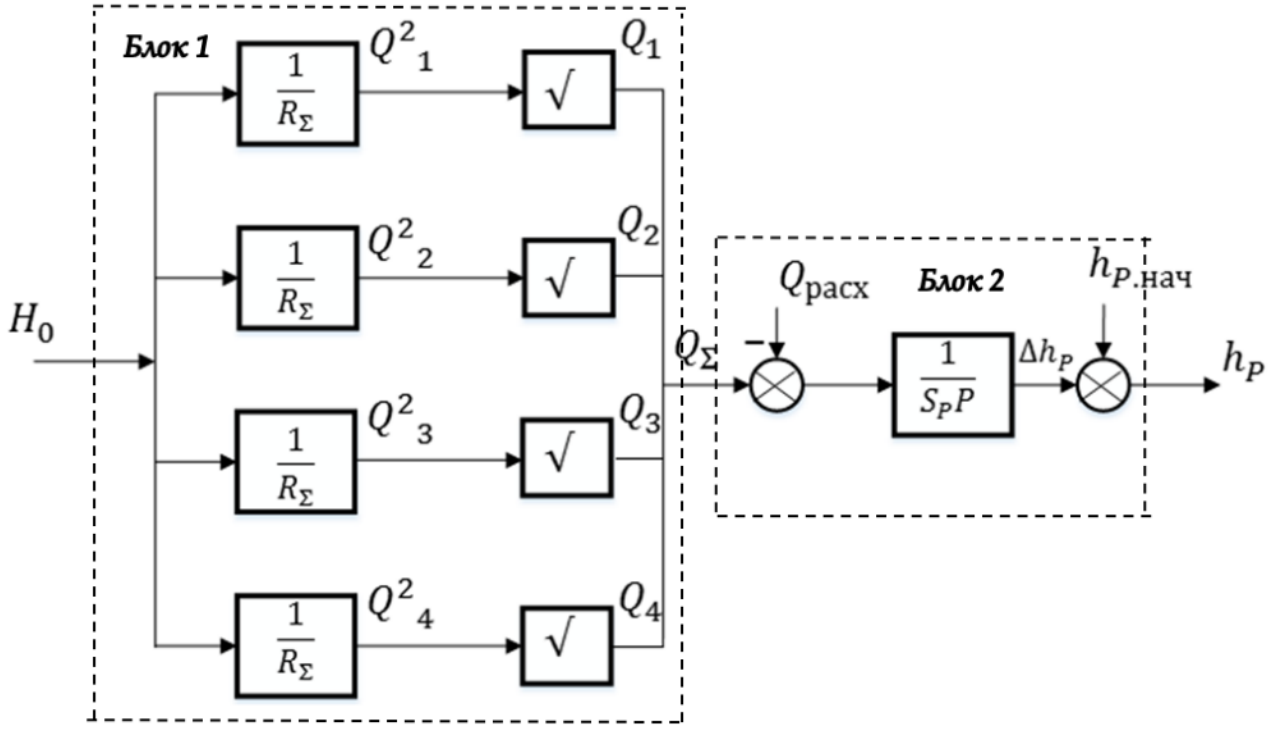


Рис. 2. Структурная схема оросительной станции первого подъёма АНС-1

Структурная схема модели оросительной станции с регулированием производительности путем изменения частоты вращения насоса приведена на рисунке 3.

Агрегат №3 подключен к частотному преобразователю $K_{пч}$ и сигнал управления преобразователя определяется ошибкой регулирования $\Delta h_г$, а точность регулирования определяет коэффициент усиления K_{oh}. В данной модели один насос регулируется, а остальные работают с постоянной скоростью. При этом не требуется включения или отключения насосных агрегатов. Изменение частоты ПЧ пропорционально приводит изменению скорости электродвигателя, в данном случае синхронного двигателя и тем самим скорость насосного агрегата. Данный способ позволяет непрерывное регулирование производительности насоса и к тому же с меньшими затратами энергии. Частотное регулирование позволяет получить экономичное, устойчивое и плавное регулирование частоты вращения синхронных двигателей [4].

Разработка математической модели и анализ способов регулирования подачи насосных агрегатов АНС-1 показали, что внедрение и использование регулируемых электроприводов имеет ряд преимуществ и весьма эффективны по сравнению с не регулируемыми электроприводами. За счет плавных пусков электродвигателя увеличится технический ресурс и срок службы электрооборудования. Как показала практика на других объектах предполагаемая экономия электроэнергии при внедрении регулируемого электропривода составляет около от 15 до 25% [1, 4].

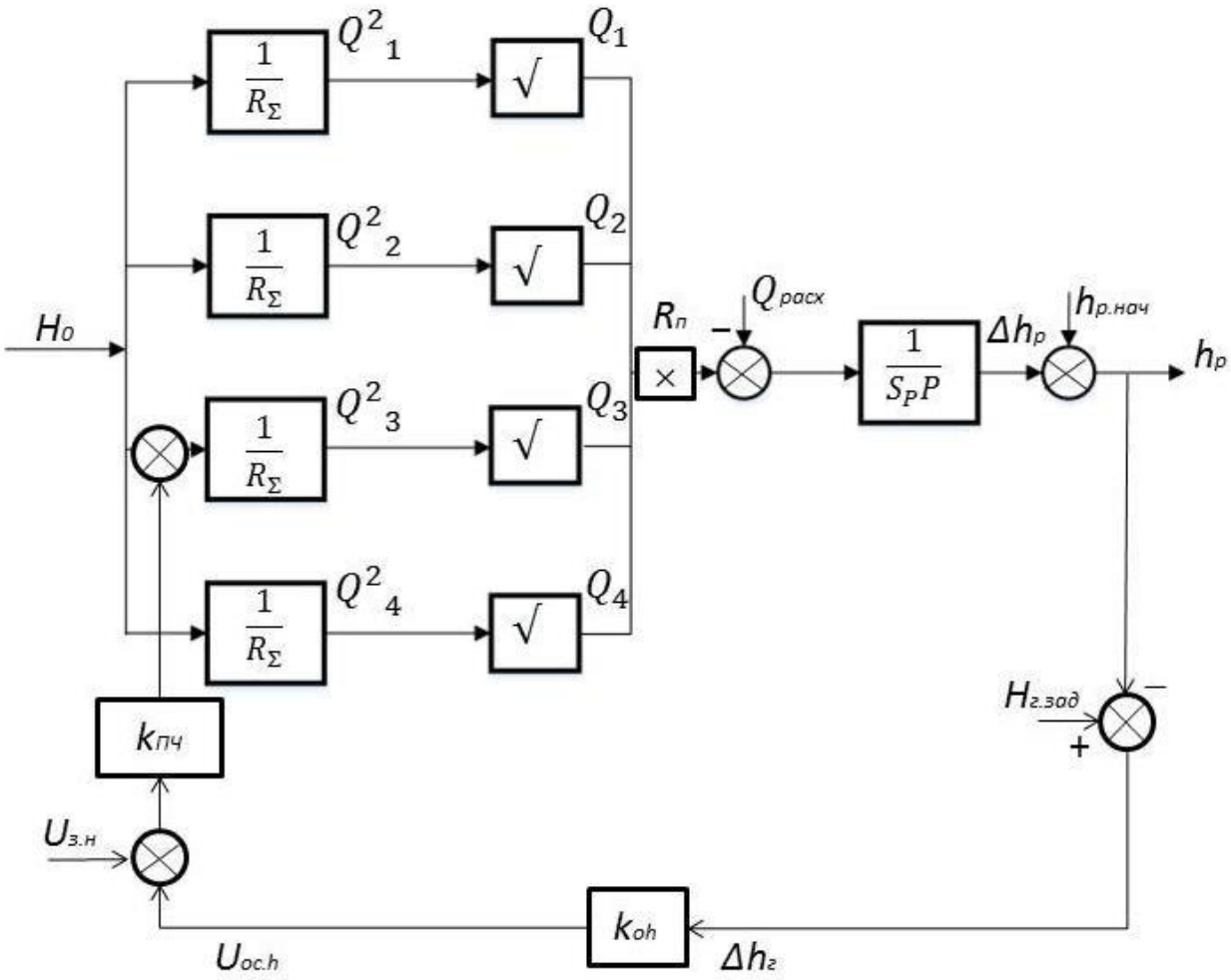


Рис.3. Структурная схема модели системы регулирования путем изменения производительности насоса

Литература

1. Горюнов А.Н. Исследование эффективности применения регулируемого электропривода насосных агрегатов первого подъема. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва 2013.

2. Горюнов А.Н. «Технологические особенности режимов работы насосных станций первого подъёма на станциях водоподготовки». «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» -№6, г. Москва 2010.

3. Дадабаев Ш.Т. Математическая модель оросительной насосной станции первого подъёма. Вестник Оренбургского государственного университета. 2015/03(178). с. 239-242.

4. Дадабаев Ш.Т. Обзор и оценка способов управления насосными установками. // М.: Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. №12. с. 28-30.

5. Дадабаев Ш.Т. Особенности механических характеристик электроприводов с вентиляторным характером нагрузки. // М.: Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. №11. с. 29-34.

6. Дадабаев Ш.Т. Разработка математической модели системы регулирования насосных агрегатов оросительной станции первого подъема. «Известия Тульского государственного университета» Технические науки. 2017. Вып. 9. Ч. 1. с. 532-536.

Т.В. Долгова, А.У. Алпаров

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОПОЛЯРНОЙ И ДВУХПОЛЯРНОЙ ШИМ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

При проектировании и схемотехнической реализации систем автоматического управления самолетов, роботов, промышленных станков, в судостроении широко применяются двигатели постоянного тока, в гидравлических системах пропорциональные электрогидравлические клапаны. Для управления ими нужен сигнал постоянного тока. Для того чтобы получить достаточно мощный сигнал постоянного тока нужно иметь усилитель постоянного тока. Однако усилитель постоянного тока имеет низкий КПД, большие габариты и низкую надежность. Появилась возможность использовать широтно-импульсное модулирование, которое позволяет построить усилитель постоянного тока для потребителей с ограниченной полосой пропускания любой мощности, малых габаритов и при этом обеспечивая очень высокий КПД системы модулятор+потребитель. Стоит отметить, что КПД самого модулятора очень высок, практически стремится к 100%, так как КПД определяется потерями, а потери на модуляторе минимальны, потому что в разомкнутом состоянии нет тока, а в замкнутом состоянии мало падение напряжения.

В основном используются два вида реверсивной ШИМ. Модуляция при которой в выходном сигнале модулятора постоянная составляющая изменяется за счет изменения соотношения между длительностями положительного T_+ и отрицательного T_- импульсов, чаще всего при постоянном периоде сигнала T. При этом амплитуды положительного и отрицательного импульсов одинаковы, а коэффициент команды $К_к = \frac{T_+ - T_-}{T}$ характеризуется соотношением между T_+ и T_-. Существует и другой вид модуляции, при которой для изменения постоянной составляющей выходного сигнала изменению подвергается соотношение между длительностью импульса $T_и$ и паузы $T_п$, причем в выходном сигнале присутствуют импульсы одной полярности, зависящей от необходимой полярности выходного сигнала. Коэффициент команды определяется выражением $К_к = \frac{T_и}{T}$, где $T_и$ длительность импульса, а T – период сигнала. Длительность паузы равна $T_п = T - T_и$ [1].

Статическая характеристика однополярной реверсивной ШИМ с периодом T и длительностью импульса $T_и$ представлена на рис.1.

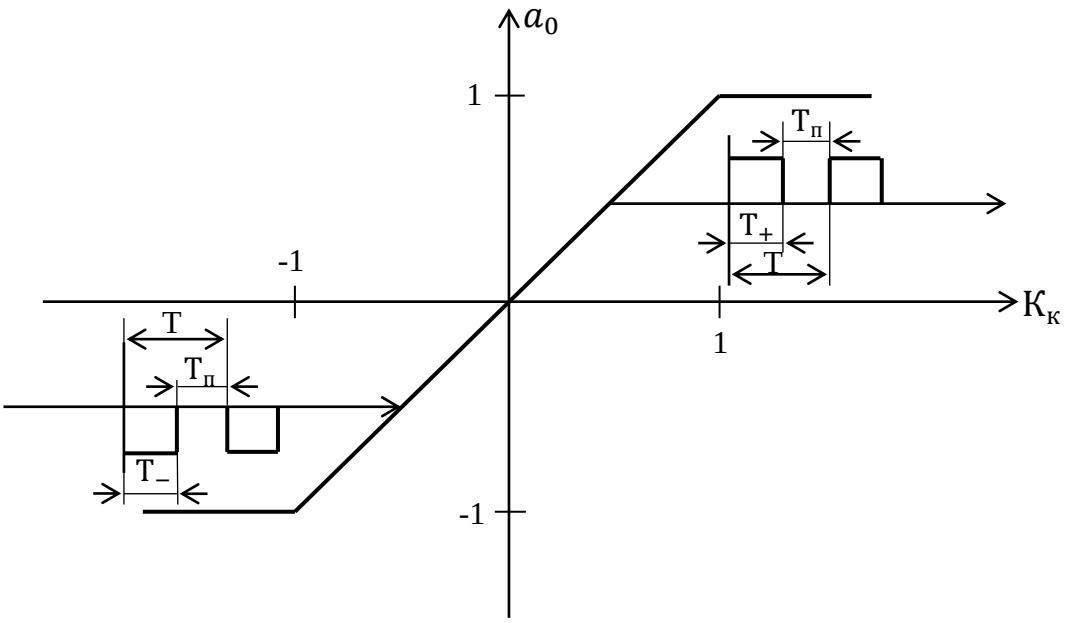


Рис. 1. Статическая характеристика однополярной ШИМ

Так как статическая характеристика симметрична, рассмотрим только половину.

Постоянная составляющая (a_0) тригонометрического ряда Фурье при изменении скважности определяется по формуле [2]:

$$a_0 = \frac{1}{T}\int_0^{T_и} f(t)dt\,. \qquad (1)$$

Однако больший интерес представляет зависимость постоянной составляющей от коэффициента команды $К_к = \frac{T_и}{T}$.

По результатам вычислений были получены графики зависимости постоянной составляющей a_0 и $К_к$ от скважности и постоянной составляющей a_0 от коэффициента команды, представленные на рис.2 и рис.3.

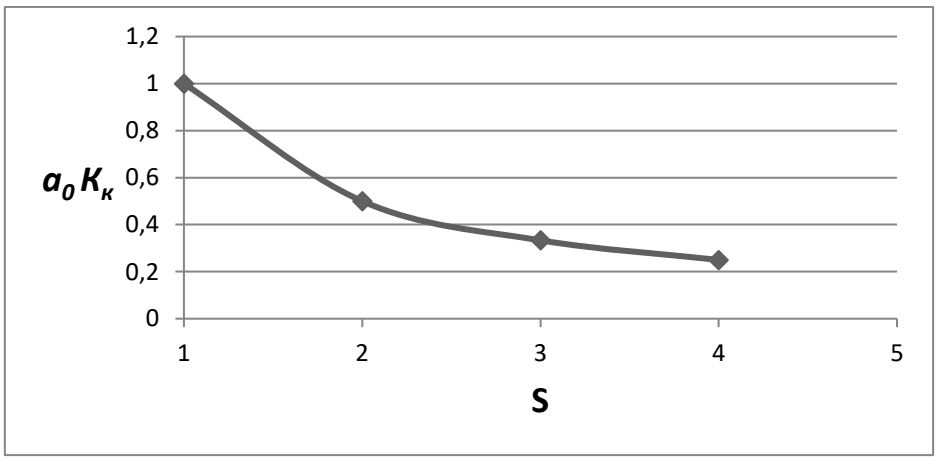


Рис. 2. Зависимость постоянной составляющей a_0 и $К_к$ от скважности

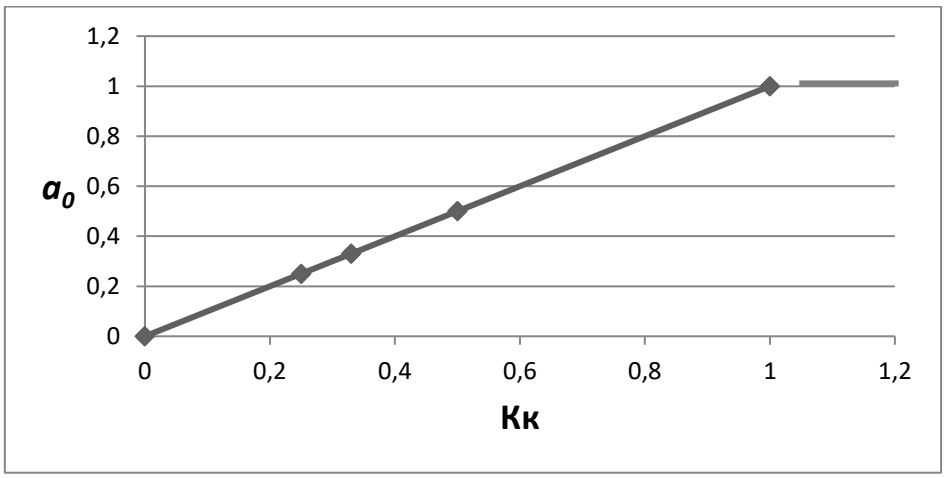


Рис. 3. Зависимость постоянной составляющей a_0 от коэффициента команды

Таким образом при малых $К_к$ в однополярном реверсивном модуляторе необходимо формировать весьма малые длительности $T_и$, что вызывает сложности реализации аппаратных и схемотехнических решений. Вследствие этого в реальных схемах такого ШИМ появляется зона нечувствительности в статической характеристике модулятора вблизи нуля.

При использовании двухполярной реверсивной ШИМ изменение постоянной составляющей происходит за счет изменения длительности положительного и отрицательного импульсов, статическая характеристика которой представлена на рис.4.

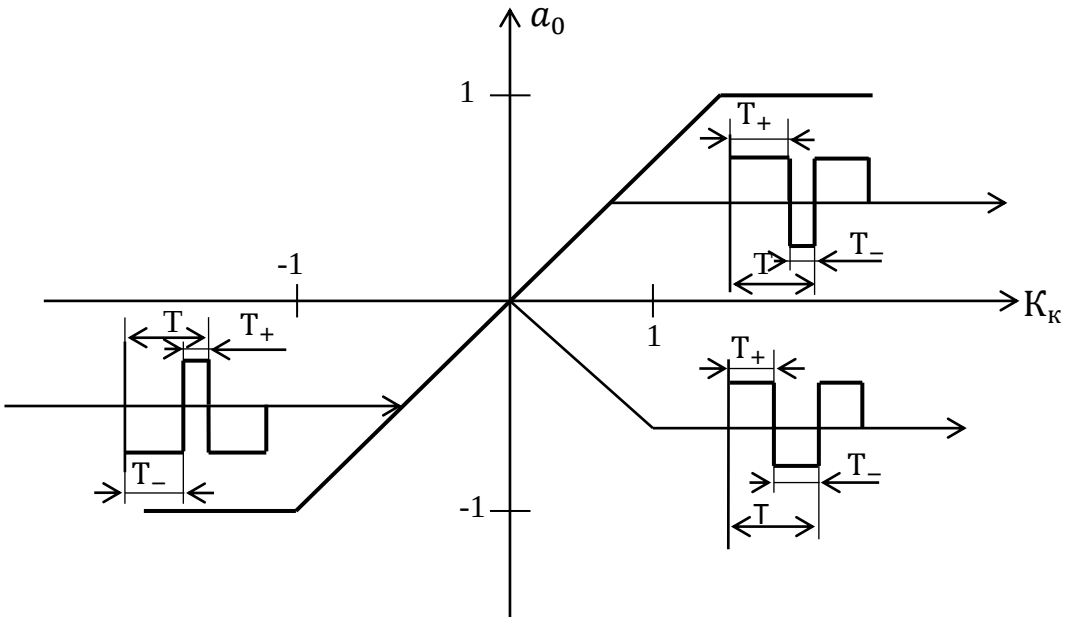


Рис. 4. Статическая характеристика двухполярной ШИМ

По результатам вычислений был получен график зависимости постоянной составляющей a_0 от $К_к$, представленный на рис.5.

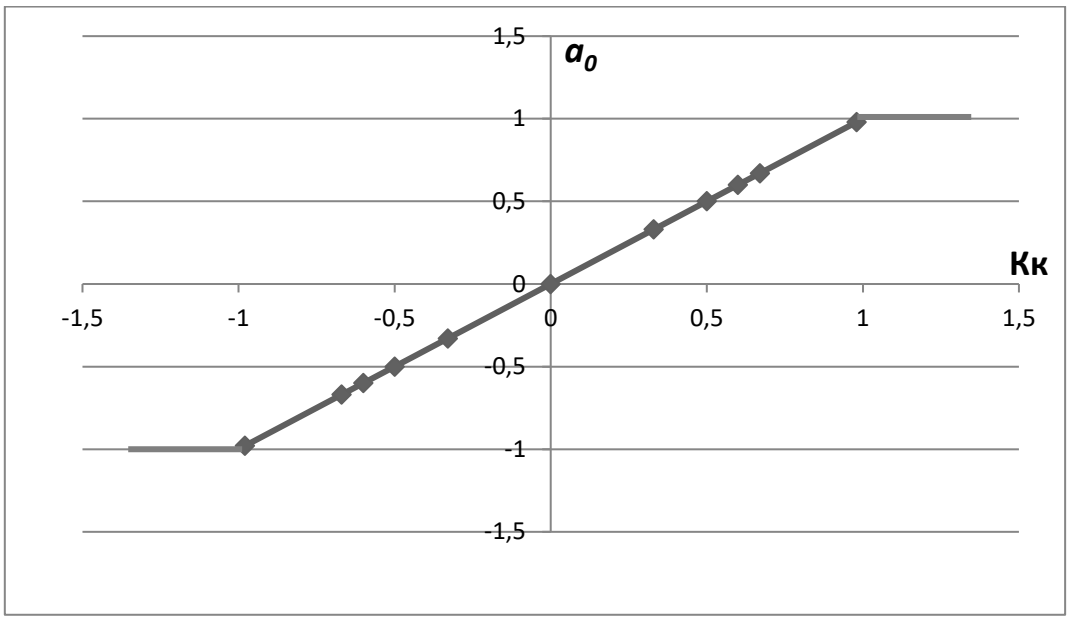


Рис. 5. Зависимость постоянной составляющей a_0 от коэффициента команды

КПД системы модулятор+потребитель двухполярной ШИМ зависит от величины $|К_к|$ и при $|К_к| \geq 1$, без учета потерь на ключах, стремится к 100 %. По мере уменьшения $|К_к|$ увеличивается длительность импульсов полярности противоположной полярности $К_к$ за счет уменьшения длительность импульсов полярности совпадающей с полярностью $К_к$.

Таким образом, все больше становится время реверсирования тока нагрузки, что снижает КПД системы. При $К_к \Rightarrow 0$ коэффициент полезного действия двухполярной ШИМ теоретически и практически стремится к нулю, так как среднее значение тока нагрузки равно нулю, а потребление тока определяется напряжением питания и сопротивлением нагрузки. Но при этом статическая характеристика модулятора не имеет зоны нечувствительности, проходит через нуль, что не вызывает появление аппаратных и схемотехнических проблем. Но при $К_к \Rightarrow 1$ возникает проблема генерации коротких импульсов обратной полярности около нуля статической характеристики и она такая же, как в однополярной ШИМ при малых $К_к$.

Литература

[1] Алпаров А.У., Благов А.Е.. Научная статья «Модифицированная реверсивная широтно-импульсная модуляция». Журнал: Технические науки – от теории к практике. Издательство: Ассоциация научных сотрудников "Сибирская академическая книга" (Новосибирск). 2016. – С. 42-54.

[2] Справочник по радиоэлектронике. Том 1. Под общей редакцией А.А. Куликовского. Издательство «Энергия». Москва. 1967.

Т.В. Долгова, А.У. Алпаров

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ШИМ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ)

В системах автоматического управления для того чтобы получить достаточно мощный сигнал постоянного тока для управления двигателями постоянного тока, нужно иметь усилитель постоянного тока. Однако усилитель постоянного тока имеет низкий КПД, большие габариты и низкую надежность. Появилась возможность использовать широтно-импульсное модулирование, которое позволяет построить усилитель постоянного тока для потребителей с ограниченной полосой пропускания любой мощности, малых габаритов и при этом обеспечивая максимально возможный КПД системы модулятор+потребитель. В данной работе было предложено реализовать алгоритм формирования ШИМ сигнала сочетающий точность и аппаратную реализуемость двухполярного реверсивного сигнала при малых $К_к$ и преимущества однополярного реверсивного сигнала при больших сигналах. Формируя сигнала по такому алгоритму мы сохранили высокий КПД системы однополярной реверсивной модуляции при $К_к > \beta$ и высокую точность и воспроизводимость нуля не хуже чем в двухполярной реверсивной модуляции при $К_к < \beta$.

При больших $К_к \geq \beta$, где β зависит от характера нагрузки и аппаратных возможностей, сигнал ШИМ формируется как сигнал однополярной реверсивной модуляции, импульсы однополярные, переменной длительности при постоянном периоде $T=T_и + T_п$. При $К_к < \beta$ сигнал ШИМ двухполярный, но отличается от двухполярной реверсивной модуляции тем, что импульсы одной полярности, совпадающей по знаку с $К_к$, имеют постоянную длительность равную $(T_и+T_п)\beta=T\beta$, а импульсы другой полярности имеют длительность определяемую из соотношения $К_к = \frac{T_+ - T_-}{T}$, где $T=T_+ + T_- = T_и + T_п$ [1].

При формировании сигнала по такому алгоритму при $К_к > \beta$ сохраняется высокий КПД системы однополярной реверсивной модуляции, а при $К_к < \beta$ сохраняется высокая точность и воспроизводимость нуля не хуже чем в двухполярной реверсивной модуляции (рис. 1). Стоит отметить, что для САУ очень важна работа вблизи нуля. Использование данного алгоритма позволяет решить данную проблему, а именно исключить зону нечувствительности. Оценить величину коммутационных потерь, определяющих КПД системы без учета потерь на ключах моста, при $К_к = 0$ можно как те же потери что и в двухполярной реверсивной модуляции, но уменьшенные в $\frac{1}{\beta^2}$ раза. Потери при $\beta > К_к > -\beta$ изменяются от максимума, определенного при $К_к = 0$, до минимума на краях этого диапазона. Тепловые потери в ключах, в зависимости от физической при-

роды применяемых в ключах элементов, определяются падением напряжения на них в открытом состоянии и потерями в процессе переключения. Необходимо учесть, что КПД использования ШИМ сигнала определяется мощностью P гармоник этого сигнала, где $P = U_d * I_d$. Ток гармоник определяется электрической АЧХ потребителя и потерями на вихревые токи и перемагничивание в его магнитопроводе. Данные потери измеряются в Вт/кг, и рассчитать их нет возможности, так как расчёт нужно выполнять для конкретного случая, но эти потери малы, поэтому их не учитываем [2].

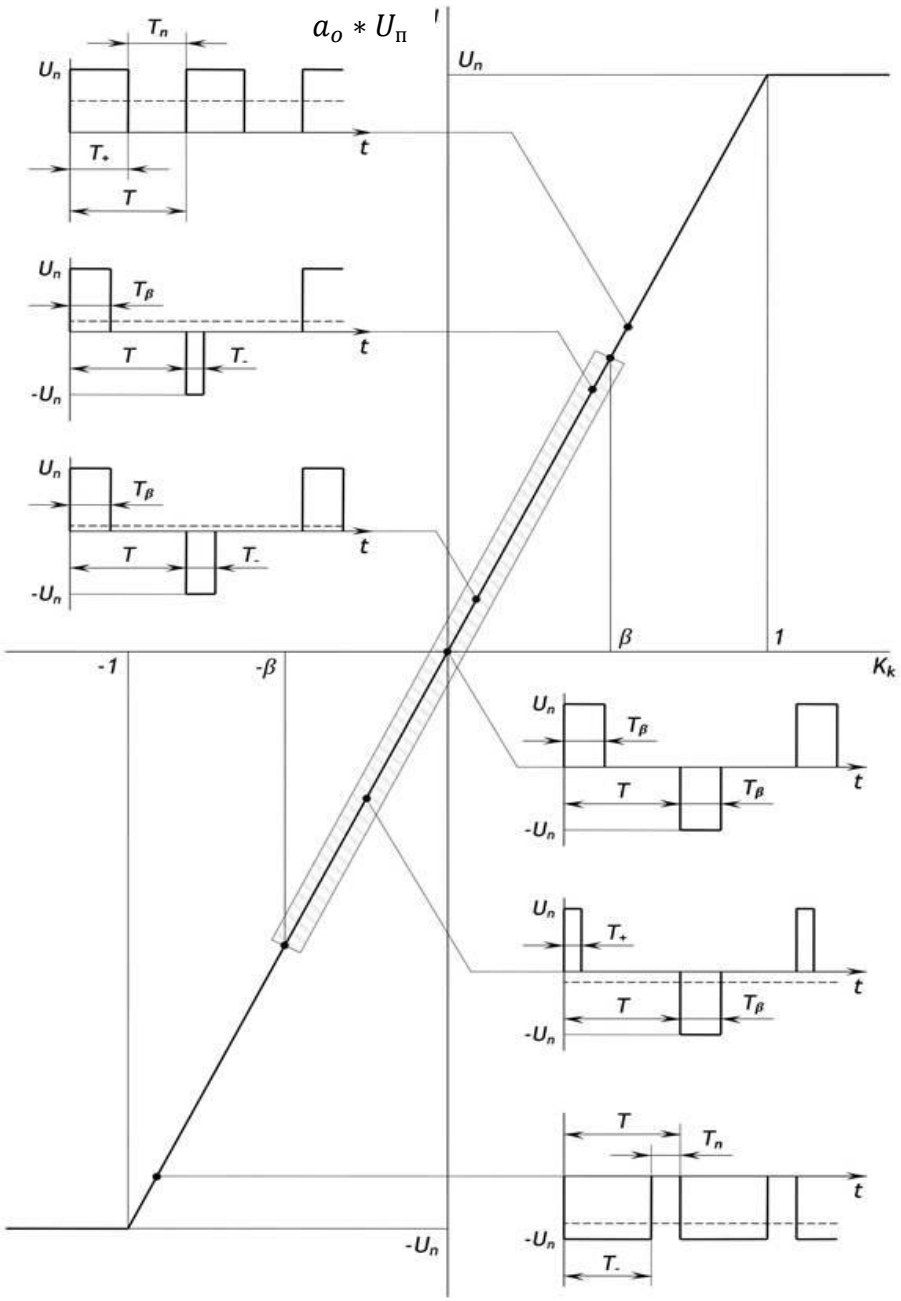


Рис.1 Алгоритм формирования модифицированного ШИМ сигнала

Для определения КПД системы важно знать гармонические составляющие выходного сигнала модулятора. Гармоники сигнала определяют величину потерь на потребителе и соотношение между мощностью постоянной составляющей и мощностью гармоник определяющих КПД системы модулятор+потребитель. Необходимо определить гармонические составляющие тока и напряжения для определения КПД системы.

Был проведен анализ гармонических сигналов однополярной, двухполярной и модифицированной ШИМ путем разложения в ряд Фурье [3].

Для модифицированной ШИМ разложение в ряд Фурье имеет вид:

$$f(x)=\frac{\frac{1}{T}\left(T_\beta-\left(\frac{T}{2}+\Delta\right)+\left(\frac{T}{2}-\Delta\right)\right)}{2}+$$

$$+\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{\pi k}\left(\sin\frac{2\pi kT_\beta}{T}-\sin\frac{2\pi k\left(\frac{T}{2}+\Delta\right)}{T}+\sin\frac{2\pi k\left(\frac{T}{2}-\Delta\right)}{T}\right)\cos\left(k\frac{2\pi}{T}t\right)+\right. \qquad (1)$$

$$\left.+\frac{1}{\pi k}\left(-\cos\frac{2\pi kT_\beta}{T}+1+\cos\frac{2\pi k\left(\frac{T}{2}+\Delta\right)}{T}-\cos\frac{2\pi k\left(\frac{T}{2}-\Delta\right)}{T}\right)\sin\left(k\frac{2\pi}{T}t\right)\right)$$

С использованием прикладного пакета программ MATLAB и в соответствии с разработанным алгоритмом были вычислены коэффициенты тригонометрического ряда, амплитуды, действующие значения тока, напряжения и мощности переменной составляющей сигнала.

По полученным данным для каждого вида ШИМ был составлен график зависимости мощности потерь от коэффициента команды (рис.2).

По данному графику видно, что в области около единицы все три сигнала имеют примерно один уровень потерь по $К_к$. Максимальные потери мощности у двухполярной ШИМ, они превышают потери однополярной ШИМ в четыре раза. При $К_к$ около нуля потери однополярной ШИМ минимальны, потери двухполярной ШИМ максимальны, а потери модифицированной ШИМ в 2,5 раза меньше, чем у двухполярной. Заштрихованная область наглядно показывает этот выигрыш модифицированной ШИМ у двухполярной. Если сравнивать с однополярной, то видим, что потери модифицированной ШИМ больше, но модифицированная ШИМ имеет ряд преимуществ, она избавлена от тех недостатков, которые имеют однополярная и двухполярная модуляции. Стоит отметить, что модифицированная ШИМ сначала формируется как сигнал однополярной реверсивной модуляции, а при $К_к<\beta$ переходит в режим двухполярной модуляции, но отличается от двухполярной ШИМ тем, что импульсы одной полярности имеют постоянную длительность, а импульсы другой полярности переменную длительность. При формировании сигнала по такому алгоритму при

$К_к > \beta$ сохраняется высокий КПД системы однополярной реверсивной модуляции, а при $К_к < \beta$ сохраняется высокая точность и воспроизводимость нуля не хуже чем в двухполярной реверсивной модуляции. Еще раз отметим, что для САУ очень важна работа вблизи нуля, а формируя сигнал по такому алгоритму мы избавляемся от проблемы зоны нечувствительности.

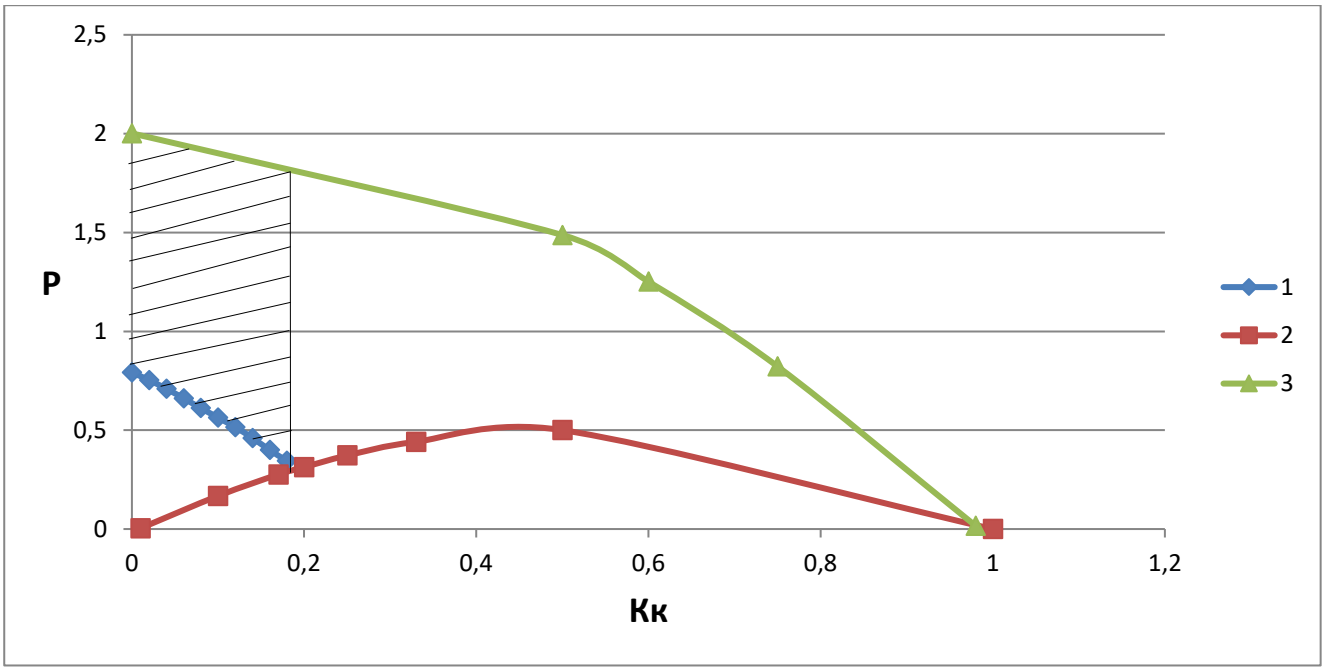


Рис. 2. Зависимость мощности потерь от коэффициента команды для сигнала модифицированной ШИМ(1), для сигнала однополярной ШИМ(2), для сигнала двухполярной ШИМ(3)

Литература

[1] Алпаров А. У., Благов А. Е.. Научная статья «Модифицированная реверсивная широтно-импульсная модуляция». Журнал: Технические науки – от теории к практике. Издательство: Ассоциация научных сотрудников "Сибирская академическая книга" (Новосибирск). 2016. – С. 42-54.

[2] Д. И. Агейкин, М. А. Балашов, С. П. Колосов, В. И. Нефедова, Е. М. Решетников, Н. И. Соколов, В. М. Стромилов, Н. М. Тищенко, Н. П. Удалов. Руководство по проектированию элементов и систем автоматики. Оборонгиз, 1959.

[3] Справочник по радиоэлектронике. Том 1. Под общей редакцией А. А. Куликовского. Издательство «Энергия». Москва. 1967.

Ч. Дон[1], Ч. Ван[2], Ю.М. Заболотнов[1]

СТАБИЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ НА НИЗКОЙ ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЕ

([1]Самарский университет)
([2]Северо-западный политехнический университет, г.Сиань, КНР)

Рассматривается задача стабилизации движения космической тросовой системы (КТС) на низкой околоземной орбите. Стабилизация движения системы в заданном диапазоне высот осуществляется с помощью корректирующего реактивного двигателя, расположенного на базовом космическом аппарате. Математическое моделирование движения системы проводится по математической модели с распределенными параметрами, в которой трос представляется совокупностью материальных точек.

Космическая тросовая система (КТС) состоит из базового и малого космических аппаратов (БКА и МКА), и соединяющего их троса. МКА представляет собой атмосферный зонд, надувной или складной конструкции, имеющий увеличенный баллистический коэффициент. Зонд может быть использован, например, для мониторинга верхних слоев атмосферы.

При записи уравнений движения КТС с растяжимым тросом используются следующая совокупность систем координат $OXYZ$, $OX_oY_oZ_o$, $Cx_oy_oz_o$, $Cx_ty_tz_t$. Геоцентрическая правая система координат $OXYZ$ связанна с плоскостью орбиты центра масс системы C, где ось OX направлена по линии узлов, ось OZ – по направлению вектора кинетического момента его орбитального движения. Геоцентрическая подвижная орбитальная система координат $OX_oY_oZ_o$ вращается относительно системы координат $OXYZ$ с угловой скоростью $\dot{u} = du/dt$, где u – аргумент широты. Оси орбитальных подвижных систем координат $OX_oY_oZ_o$ и $Cx_oy_oz_o$ параллельны и отличаются только положением начал координат. Система координат $Cx_ty_tz_t$ связана с линией, соединяющей концевые тела. Положение системы координат $Cx_ty_tz_t$ относительно системы координат $Cx_oy_oz_o$ определяется углами θ и β (рисунок 1).

Математическая модель движения КТС с распределенными параметрами представляет собой механическую систему, в которой трос рассматривается как совокупность n материальных точек, соединенными упругими односторонними связями. В этом случае уравнения движения КТС записываются в виде [1]

$$\frac{\mathbf{dr}_k}{\mathbf{d}t} = \mathbf{V}_k, \quad m_k \frac{\mathbf{dV}_k}{\mathbf{d}t} = \mathbf{G}_k + \mathbf{R}_k + \mathbf{T}_k - \mathbf{T}_{k-1} \qquad (1)$$

где $\mathbf{r}_k$ $(k = 1,2,...,n)$ – радиус-вектора БКА $(k = 1)$, материальных точек троса ($k = 2,3,...,n-1$) и МКА $(k = n)$, $m_k = \dfrac{m_t}{n-2}$ $(k = 2,3,...,n-1)$ – масса материальной точки троса, m_t – суммарная масса троса, n – количество точек, $\mathbf{V}_k$ – абсо-

лютные скорости, $\mathbf{G}_k = -K\dfrac{m_k\mathbf{r}_k}{r_k^3}$, K – гравитационный параметр Земли, $\mathbf{R}_k$ – вектора аэродинамических сил, приложенные к k – ой точке. Причем на крайние точки действует только одна сила натяжения, то есть $\mathbf{T}_0 = \mathbf{T}_n = 0$.

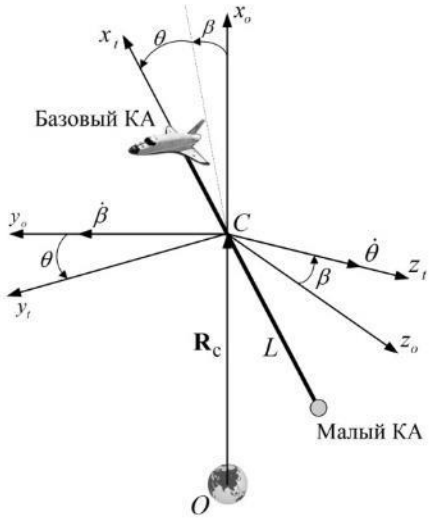


Рис. 1 Взаимное положение систем координат $Cx_oy_oz_o$ и $Cx_ty_tz_t$

Силы натяжения $\mathbf{T}_k$ между точками системы определяются по закону Гука с односторонними механическими связями

$$\mathbf{T}_k = T_k\frac{\mathbf{r}_{k+1}-\mathbf{r}_k}{|\mathbf{r}_{k+1}-\mathbf{r}_k|},\ (k=1,2,...,n-1) \tag{2}$$

$$T_k = \begin{cases} c\dfrac{|\mathbf{r}_{k+1}-\mathbf{r}_k|-\Delta L_k}{\Delta L_k}, & \text{if } |\mathbf{r}_k-\mathbf{r}_{k+1}|-\Delta L_k \ge 0 \\ 0, & \text{if } |\mathbf{r}_k-\mathbf{r}_{k+1}|-\Delta L_k < 0 \end{cases} \tag{3}$$

где ΔL_k – нерастянутая длина k – ого участка троса, c – жесткость троса.

Особенностью математической модели (1) по сравнению с известными моделями [1, 2] является наличие аэродинамических сил, существенно влияющих на движение низкоорбитальных КТС. Аэродинамические силы, действующие на участки троса после его дискретизации, вычисляются из выражений [3]

$$\mathbf{R}_{c,k} = -\frac{1}{2}c_t\rho D_t\Delta L_k V_{c,k}\mathbf{V}_{c,k}|\sin(\alpha_k)|\ ,\ (k=1,2,...,n-1) \tag{4}$$

где $\mathbf{V}_{c,k}$ – скорость центра k – ого участка троса (цилиндра) относительно атмосферы, c_t – коэффициент аэродинамического сопротивления ($c_t = 2.2$), α_k – угол атаки k – ого цилиндра. Плотность атмосферы ρ соответствует ГОСТ 25645.101–83.

Скорость центра участка троса и его угол атаки определяются по формулам

$$\mathbf{V}_{c,k} = \frac{\mathbf{V}_{r,k}+\mathbf{V}_{r,k+1}}{2},\ \cos\alpha_k = \frac{(\mathbf{r}_{k+1}-\mathbf{r}_k)\cdot\mathbf{V}_{c,k}}{|\mathbf{r}_{k+1}-\mathbf{r}_k|V_{c,k}},\ (k=1,2,...,n-1) \tag{5}$$

где $\mathbf{V}_{r,k}$ – скорости точек относительно атмосферы.

Тогда для точек троса и для концевых тел аэродинамические силы вычисляются следующим образом

$$\mathbf{R}_k = \frac{\left(\mathbf{R}_{c,k-1} + \mathbf{R}_{c,k}\right)}{2}, \ (k = 2,3,...,n-1) \tag{6}$$

$$\mathbf{R}_1 = -\frac{1}{2} c_1 \rho_1 S_1 \left|\mathbf{V}_{r,1}\right| \mathbf{V}_{r,1} + \frac{\mathbf{R}_{c,1}}{2}, \ \mathbf{R}_n = -\frac{1}{2} c_n \rho_n S_n \left|\mathbf{V}_{r,n}\right| \mathbf{V}_{r,n} + \frac{\mathbf{R}_{c,n-1}}{2} \tag{7}$$

Абсолютные и относительные скорости концевых тел и материальных точек троса связаны следующим соотношением

$$\mathbf{V}_{r,k} = \mathbf{V}_k - \mathbf{\Omega}_e \times \mathbf{r}_k, \ (k = 1,2,...,n) \tag{8}$$

где $\mathbf{\Omega}_e$ – вектор угловой скорости вращения Земли.

При моделировании процесса стабилизации КТС в соответствии с уравнениями (1) были приняты следующие исходные данные: конечная длина троса $L_{\text{end}} = 30$ км, линейная плотность материала троса $\rho_t = 0.2$ кг/км, жесткость троса $c = 7070$ н, коэффициенты сил аэродинамического сопротивления БКА и МКА $c_k = 2.4$ $(k = 1, n)$, баллистические коэффициенты БКА и МКА $\sigma_1 = 3.016 \times 10^{-3}$ м^2/кг, $\sigma_n = 0.015$ м^2/кг, начальная масса БКА $m_1^0 = 2500$ кг ($m_1^0 = m_1 + m_t$, m_t – масса троса). МКА представляет собой тело, близкое к сфере радиуса 1 м и массой 20 кг. В качестве примера использовался корректирующий двигатель ЖРДМТ 11Д428АФ-16 [4]. Параметры двигателя: тяга и удельный импульс $F_{Д\max} = 157$ н и $I = 3002$ м/с.

На рис.2 показаны изменение высот полета БКА и МКА в процессе стабилизации.

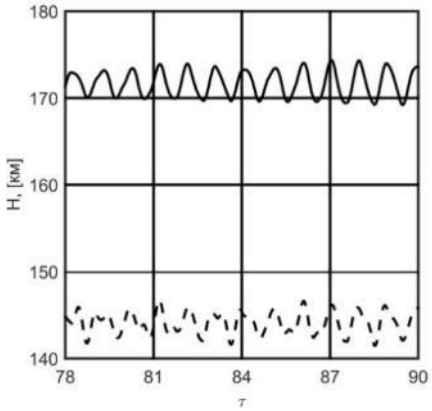


Рис. 2

Периодическое включение двигателя, тяга которого направлена противоположно скорости БКА относительно атмосферы, позволяет поддерживать высоту полета БКА (сплошная линия) и МКА (штриховая линия) в заданном диапазоне (на рис. 2 $\tau = t / t_p$ – безразмерное время, t_p – период движения системы по начальной круговой орбите). Периодическое включение и выключение

двигателя происходит при уменьшении высоты полета БКА (или большой полуоси орбиты) до 170 км и при достижении высоты 173 км.

Таким образом, использование корректирующего двигателя на БКА, тяга которого направлена противоположно относительной скорости его движения, позволяет обеспечить стабилизацию полета КТС в заданном диапазоне высот.

Литература

1. Zabolotnov, Yu. Intoduction to Dynamics and Control in Space Tether System. Beijing: Science Press, 2013. 140 p.

2. Дон, Ч. Анализ динамики развёртываемой космической тросовой системы с атмосферным зондом // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, № 4 (4). С. 726-732.

3. Белецкий, В.В. Динамика космических тросовых систем. М.: Наука, 1990. 336 с.

4. Егорычев, В.С. Жидкостные ракетные двигатели малой тяги и их характеристики. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010. 99 с.

Н.В. Ефимушкина

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ПРЯМОГО ДОСТУПА В ПАМЯТЬ КОМПЬЮТЕРА

(Самарский государственный технический университет)

Аннотация: Описывается подход к разработке имитационной модели подсистемы прямого доступа в память современных компьютеров. Моделирующая программа позволяет исследовать типовую структуру этой подсистемы и режимы ее работы. В ней для обеспечения наглядности применяются принципы анимации.

Ключевые слова: имитация, процессор, память, прямой доступ, внешнее запоминающее устройство, контроллер.

Введение

Общеизвестно, что современные компьютеры имеют сложную структуру и режим функционирования. Для их исследования используются методы теории вычислительных систем (ВС) [1 - 3]: аналитические, имитационные и экспериментальные. Наиболее достоверные результаты позволяют получить эксперименты непосредственно над объектом в реальных или специально созданных условиях. Высокая сложность компьютеров и их подсистем, а также огромные скорости протекания процессов в них ограничивают применение экспериментальных методов для исследования и обучения. Аналитические модели имеют невысокую сложность, но характеризуются большими погрешностями.

Формулировка проблемы

Наиболее перспективными представляются методы имитационного моделирования. Моделирующая программа содержит процедуры, воспроизводящие структуру системы и протекающие в ней процессы. Важнейшее свойство имитационного моделирования — универсальность. Метод позволяет исследовать системы любой сложности, учитывать влияние различных факторов и воспроизводить типовые ситуации.

В настоящее время из аналогов автору известен только пакет программ имитационного моделирования компьютерных сетей Opnet. Этот пакет не пригоден для изучения отдельных ЭВМ и их подсистем. Предлагаемая модель предназначена именно для таких объектов.

При разработке моделей решался целый ряд проблем:

1) Определение цели исследования и характеристик, которые должны быть получены при моделировании;
2) Выбор основных элементов исследуемой подсистемы, которые необходимо отобразить в модели;
3) Определение уровня детализации параметров объекта;
4) Оценка адекватности модели.

При решении первой проблемы в качестве основной цели было выбрано детальное представление процессов, протекающих при организации прямого доступа в память компьютера. Наиболее важными являются временные характеристики функционирования подсистемы.

При решении второй проблемы в качестве объектов исследования были выбраны:

a) Центральная часть современного компьютера;
b) Подсистема прямого доступа в память.

В модели было решено отобразить основные элементы подсистем, определяющих режим, для исследования которого разрабатывалась модель. Остальные устройства и блоки, усложняющие процесс исследования, в модели не воспроизводятся. Так в режиме прямого доступа участвуют следующие элементы центральной части компьютера: центральный процессор, оперативная память (ОП), системная шина, северный и южный мост.

Подсистема прямого доступа включает в себя внешнее запоминающее устройство (ВЗУ) и его контроллер.

Описываемый подход привел к использованию упрощенной модели подсистемы. Модель содержит минимальное количество элементов, оказывающих влияние на работу подсистемы прямого доступа в память.

Третьей проблемой при разработке модели был выбор уровня детализации параметров, описывающих объект. Они, в основном, связаны с представлением вычислительных процессов, протекающих в системе при выполнении программ пользователей. Было решено представлять программу как последовательность команд, состоящую из операций, выполняемых процессором, и команд обращения к файлам на ВЗУ.

Для оценки адекватности модели выполнялись измерения характеристик реальной системы с помощью пакета Sysinfo. Результаты показали приемлемый уровень погрешностей, что позволяет рекомендовать модель к использованию.

Описание модели для исследования
подсистемы прямого доступа в память компьютера

Предлагаемая модель представляет собой программу имитационного моделирования подсистемы прямого доступа в память современного компьютера, имеющего структуру типа IBM PC. Она предназначена для проведения лабораторных работ по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для направлений 09.03.01 и 09.03.04. Программа может быть полезна при исследовании реальных компьютеров, имеющих подобную архитектуру. Она позволяет изучить особенности организации вычислительных процессов в подсистеме памяти. Программа обеспечивает оценку временных характеристик. Имеется возможность исследовать влияние самых разнообразных факторов на производительность устройств подсистемы.

Общеизвестно, что любые операции ввода-вывода (в том числе обращение к ВЗУ) в современных компьютерах могут выполняться в одном из двух основных режимов:

1) программно-управляемом, который предполагает непосредственное участие центрального процессора;
2) прямого доступа, реализуемом под управлением контроллера ввода-вывода.

Первый в настоящее время используется в теоретических работах для подтверждения эффективности второго. Режим прямого доступа (DMA) используется, если требуется заполнить ячейки памяти с последовательными адресами. При этом во время чтения с внешнего устройства выполняются следующие операции:

1) Устройство (ВЗУ) читает данные и записывает их в свою внутреннюю память;
2) Контроллер DMA устанавливает на адресную шину адрес ОП и отправляет устройству запрос на чтение данных из буфера;
3) По этому запросу устройство пересылает очередное слово из буфера в оперативную память (по адресу, находящемуся на адресной шине);
4) Затем устройство посылает контроллеру DMA сигнал, сообщающий об окончании записи;
5) Контроллер увеличивает адрес памяти и выставляет его на адресную шину, уменьшает значение своего счетчика байтов и снова отправляет запрос на чтение данных из буфера устройства.

Операции 1 - 5 повторяются, пока значение счетчика не станет равно нулю. После окончания этого цикла устройство инициирует прерывание процессора, сообщающее о завершении передачи данных.

Модель, представляемая в работе, реализует эту последовательность операций и позволяет исследовать работу подсистемы прямого доступа в память в

одно- и мультипрограммном режиме. В последнем во время обращения к ВЗУ одной из программ процессор может выполнять другую, что повышает производительность системы в целом.

Исходными данными для моделирования являются:

1) Для устройств: быстродействие процессора; емкость оперативной и внешней памяти; пропускная способность шин и мостов.

2) Для задач: общее количество операций; номер ВЗУ, на котором находится файл; количество обращений к файлу; тип операции обращения к файлу (запись или чтение); длина файла; длина записи файла.

Результатами моделирования служат:

1) Общее время выполнения программ (в секундах);

2) Коэффициенты загрузки устройств;

3) Временные диаграммы работы устройств, которые строятся в процессе моделирования в правой части экрана.

Пример экранной формы модели для однопрограммного режима приведен на рис. 1, а для трехпрограммного – на рис. 2.

Заключение

Описываемая программа включена в состав лабораторного практикума по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для направлений 09.03.01 и 09.03.04. Она разработана с использованием универсальной среды Java, является упрощенной и воспроизводит основные элементы структуры и режимов функционирования подсистемы, что обеспечивает простоту усвоения материала и позволяет определять наиболее оптимальные параметры структур и режимов. Важной особенностью модели является применение анимации. Она обеспечивает максимальную наглядность и оптимальный подход к обучению.

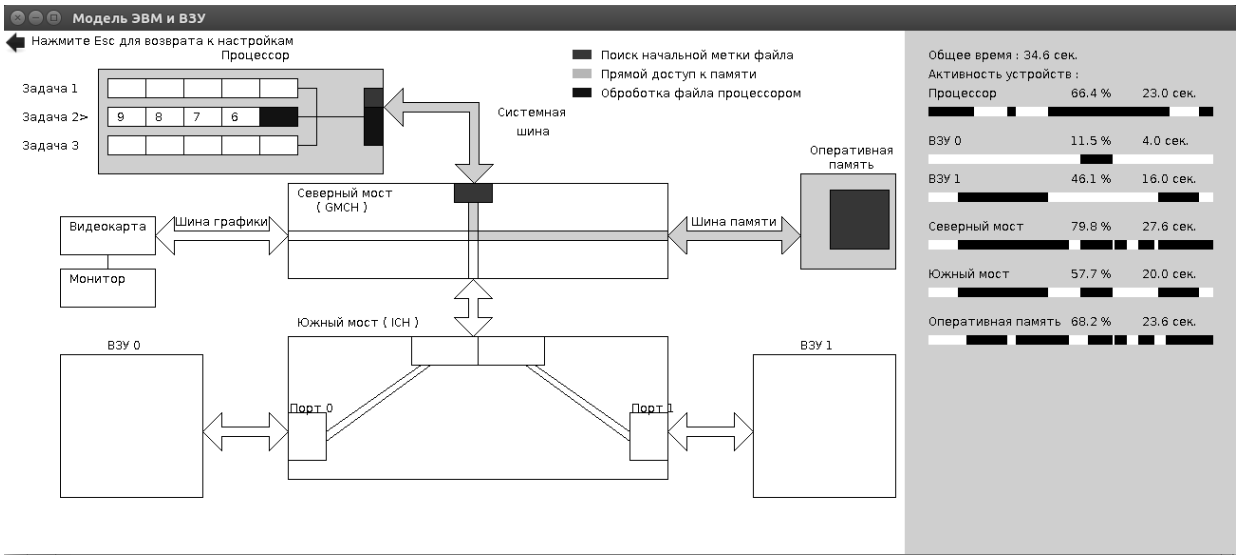


Рисунок 1 – Экранная форма процесса моделирования для однопрограммного режима

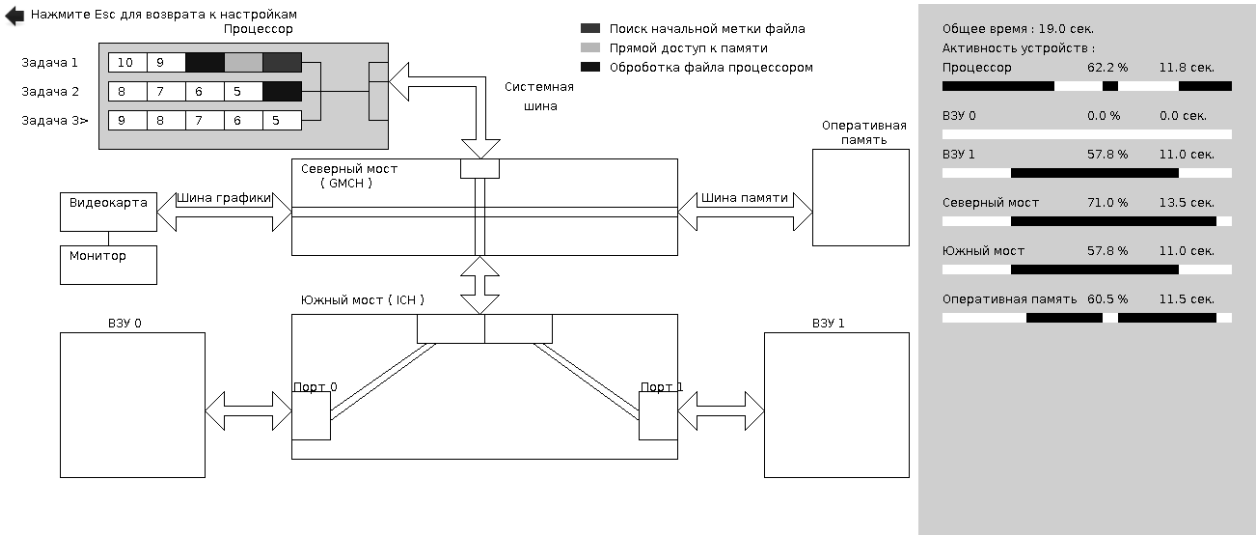


Рисунок 2 – Экранная форма процесса моделирования для трехпрограммного режима

Литература

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера: пер. с англ. / Э. Таненбаум.- Изд. 5-е.- СПб., 2010. - 848 с.

2. Организация вычислительных машин и систем/ С.П.Орлов, Н.В. Ефимушкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 304 с.

3. S.P. Orlov and N.V. Efimushkina, "Simulation models for parallel computing structures", 2016 XIX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), IEEE Conference Publications. V.1. P. 231-234. Publisher: IEEE Xplore, 2016.

Т.М. Жанаштаева, К.З.Хайрнасов

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ НА ТЕПЛООТВОД

(Московской авиационный институт (национальный исследовательский университет) - Институт № 3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика»)

Конфликт миниатюрности и надежности это парадокс развития электроники, актуальный в настоящее время. Разработка электронных устройств подразумевает их минимальный размер для улучшения трассировки и, соответственно, более быстрой и четкой работы изделия. В то же время это ставит на первое место задачу теплоотвода, так как потребляемая мощность компонентов не полностью тратится на передачу заданных сигналов, а в большой мере приводит к повышенному тепловыделению. При миниатюрных размерах нарушение заданного теплового режима может быть катастрофичным для изделия и его компонентов, влияет на быстродействие, помехоустойчивость и надежность электронного устройства в целом.

Целью работы является исследование влияния параметров теплоотводящих слоев многослойной печатной платы на теплоотвод и определение оптимальных свойств теплоотводящих слоев, с точки зрения весовых характеристик печатной платы и теплоотвода.

Для решения задачи применялись методы конечных элементов на современных системах автоматизированного проектирования.

В ходе работы проведено моделирование четырехслойной платы авиационного прибора в негерметичном корпусе при кондуктивном и конвекционным теплоотводе воздухом. Было просчитано влияние характеристик внутренних теплоотводящих слоев, таких как процентное заполнение, толщина и состав (медь, алюминий, сталь).

В результате проведенного исследования установлено, что толщина теплоотводящих слоев многослойной печатной платы нелинейно влияет на теплоотвод и с увеличением толщины теплоотводящих слоев теплоотвод увеличивается, в тоже время неоправданное увеличение толщины теплоотводящих слоев увеличивает весовые характеристики платы при незначительном увеличении теплоотвода. Выявлена оптимальная толщина теплопроводящих слоев с точки зрения весовых характеристик печатной платы и теплоотвода. Определены оптимальные для теплоотвода сочетания параметров внутренних теплоотводящих слоев при их различном составе и процентном заполнении. Использование рассчитанных параметров слоев платы позволяет улучшить тепловой режим работы платы, обеспечить стабильную работу компонентов.

Литература

1. Хайрнасов К.З., Моделирование и тепловой анализ электронных устройств космических аппаратов / / – М.: Вестник МАИ, 2013. Т.20. №3. С. 134-138
2. Югов В.П. Решение задач теплообмена / – М.: Cadfem, 2001. – 180 стр.
3. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. – М.: Техносфера, 2005. – 360 с.

О.А.Затеева

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТВОРЧЕСКОГО РЕЙТИНГА СТУДЕНТОВ

(Самарский государственный технический университет)

В связи со специфической организацией научной деятельности на межвузовской кафедре информационных развивающих и образовательных систем и технологий требуется создание системы, рассчитывающей значение компетенций в результате научной деятельности студентов.

На данный момент структура организации научно-исследовательской деятельности этой кафедры распространилась на недавно начавшую свою работу

систему ВЗЛЕТ – это система конкурсного отбора школьников в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники [1], и далее на подобную систему ПОЛЕТ для студентов.

Из-за масштабности данных проектов и огромного количества участников необходимо автоматизировать работу методолога по расчету творческих компетенций не только студентов кафедры, но и участников программ ВЗЛЕТ-ПОЛЕТ. Это и является основной задачей создания данной информационной системы. Она призвана облегчить работу методолога и позволяет создавать отчеты в удобной для анализа форме.

Основное назначение системы − расчет индивидуального творческого рейтинга студента, путем решения системы из 10 дифференциальных уравнений методом Эйлера, сравнение стратегий развития творческих способностей и выявление лучшей из них с последующей выдачей отчетов по решению.

Для оценки творческих способностей выделены следующие девять ключевых исследовательских компетенций, реализуемых на четырех уровнях творческой деятельности.

Исследовательские компетенции:

1) поиск тематики;

2) постановка (осознание) темы исследования;

3) формирование ключевой идеи (плана) решения;

4) выбор, освоение и реализация необходимого обеспечения;

5) реализация отдельных элементов исследования (элементов плана решения);

6) синтез решения (собственно исследование);

7) оформление решения;

8) ввод в научный обиход, защиту и сопровождение решения;

9) внутренний критический анализ решения [2].

Все перечисленные выше структуризации выделяют функции исследовательской деятельности безотносительно к тому, на каком содержательном уровне она протекает. Между тем, в зависимости от уровня, эти функции наполняются различным содержанием и требуют, соответственно, различной научной квалификации [3]. Мы будем рассматривать только начальный уровень.

У каждого критерия есть свой весовой коэффициент. Весовые коэффициенты рассчитываются в системе методом анализа иерархий.

Метод Анализа Иерархий (МАИ) – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению [4].

При расчете коэффициентов важности компетенции оцениваются по шкале интенсивности от 1 до 9, где оценки имеют следующий смысл:

– равная важность – 1;

– умеренное превосходство – 3;
– значительное превосходство – 5;
– сильное превосходство – 7;
– очень сильное превосходство – 9;

в промежуточных случаях ставятся четные оценки: 2, 4, 6, 8 (например, 4 – между умеренным и значительным превосходством).

Далее идет попарное сравнение компетенций, результаты которых записываются в таблицу.

Для получения конечных значений весовых коэффициентов приводим их к такому виду, чтобы их сумма была равна единице (таблица 3).

Таблица 3 – Весовые коэффициенты компетенций

X1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*X9*	Сумма *Xi*
0,030	0,038	0,066	0,254	0,247	0,265	0,035	0,035	0,029	1,000

Ниже представлены некоторые экраны разработанной системы.

Для расчета индивидуального творческого рейтинга методологу необходимо выбрать пункт меню «Расчет индивидуального творческого рейтинга», после чего появится окно ввода исходных данных для расчета (рисунок 4). При наведении на поля ввода отображаются подсказки по заполнению.

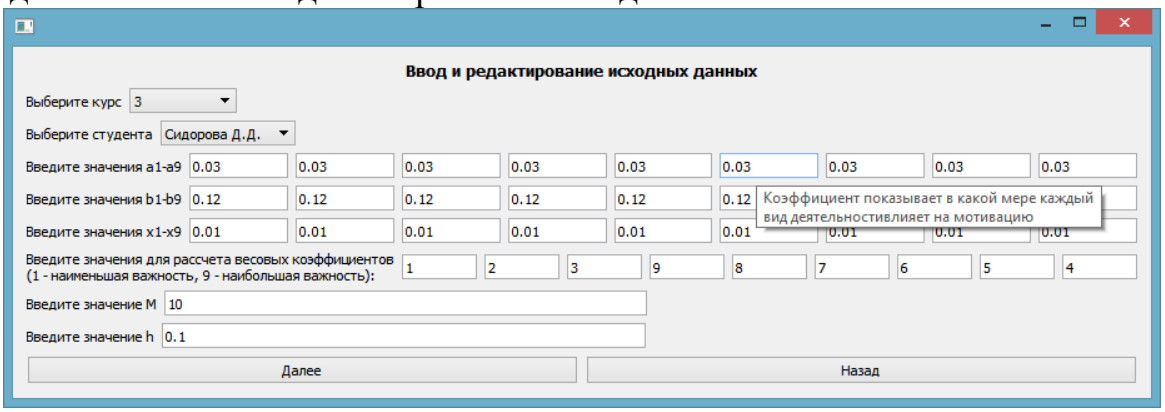


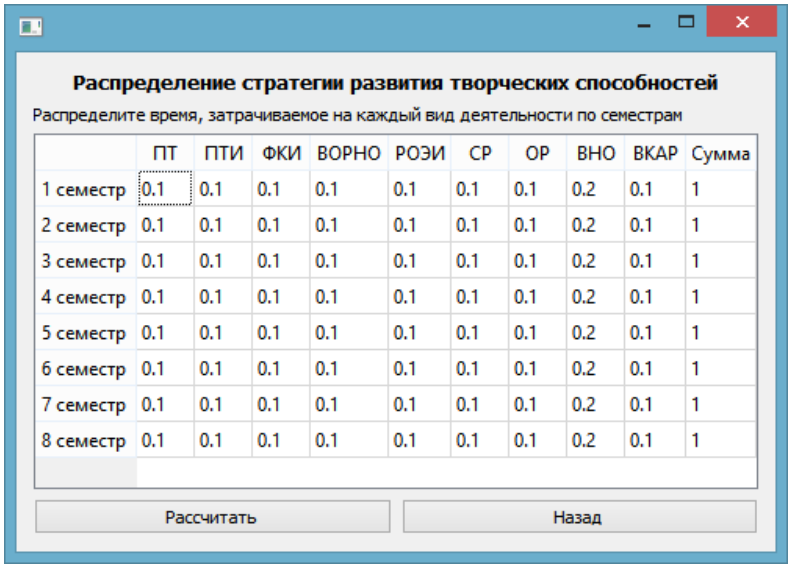
Рисунок 4 - Окно ввода данных для расчета с выбранными данными

Далее система открывает окно ввода Q (время, затрачиваемое на каждый вид деятельности), с установленными значениями по умолчанию (рисунок 5). Сумма Q всегда должна быть равна 1, поэтому при изменении коэффициентов, сумма которых больше 1, система выделяет их красным цветом.

При корректном вводе Q система выводит окно просмотра промежуточного отчета. На нем отображены все введенные ранее значения и значения, полученные при решении дифференциальных уравнений.

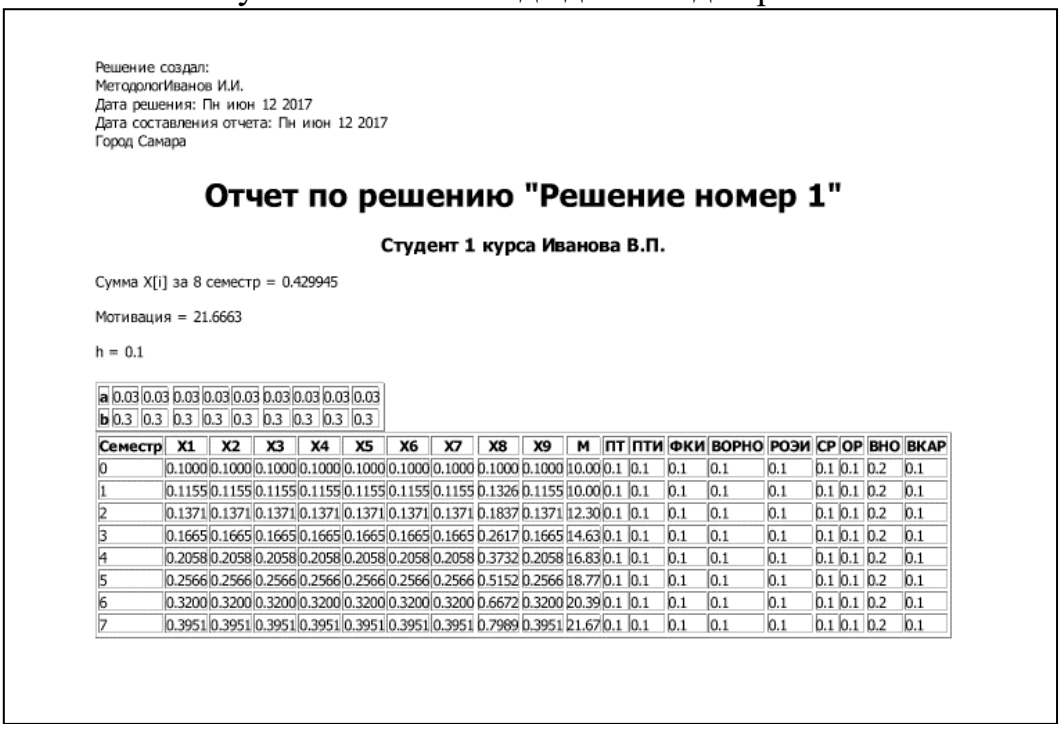
Результаты расчетов по студенту можно сохранить в формате pdf. По умолчанию название файла состоит из названия отчета и фамилии студента, по которому был произведен отчет, для облегчения дальнейшего поиска отчета в папке пользователя.

На рисунке 6 – пример отчета формате pdf по расчету. В расчете представлены все данные по произведенному решению, что дает пользователю легко ориентироваться в отчете.



	ПТ	ПТИ	ФКИ	ВОРНО	РОЭИ	СР	ОР	ВНО	ВКАР	Сумма
1 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1
2 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1
3 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1
4 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1
5 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1
6 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1
7 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1
8 семестр	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	1

Рисунок 5 - Окно ввода данных для расчета



Решение создал:
МетодологИванов И.И.
Дата решения: Пн июн 12 2017
Дата составления отчета: Пн июн 12 2017
Город Самара

Отчет по решению "Решение номер 1"

Студент 1 курса Иванова В.П.

Сумма X[i] за 8 семестр = 0.429945

Мотивация = 21.6663

h = 0.1

a	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
b	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	

Семестр	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	M	ПТ	ПТИ	ФКИ	ВОРНО	РОЭИ	СР	ОР	ВНО	ВКАР
0	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	10.00	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
1	0.1155	0.1155	0.1155	0.1155	0.1155	0.1155	0.1155	0.1326	0.1155	10.00	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
2	0.1371	0.1371	0.1371	0.1371	0.1371	0.1371	0.1371	0.1837	0.1371	12.30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
3	0.1665	0.1665	0.1665	0.1665	0.1665	0.1665	0.1665	0.2617	0.1665	14.63	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
4	0.2058	0.2058	0.2058	0.2058	0.2058	0.2058	0.2058	0.3732	0.2058	16.83	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
5	0.2566	0.2566	0.2566	0.2566	0.2566	0.2566	0.2566	0.5152	0.2566	18.77	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
6	0.3200	0.3200	0.3200	0.3200	0.3200	0.3200	0.3200	0.6672	0.3200	20.39	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
7	0.3951	0.3951	0.3951	0.3951	0.3951	0.3951	0.3951	0.7989	0.3951	21.67	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

Рисунок 6 - Просмотр отчета

В результате программный продукт был внедрен в ФГБОУ ВПО ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет» на кафедру ИиРОСТ, о чем свидетельствует подписанный обеими сторонами акт о внедрении, датированный 14 июня 2017 года.

Литература

1. Самарская научно-образовательная программа «ВЗЛЕТ» конкурсного отбора школьников в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники [Электронный ресурс]: URL: http://www.vzletsamara.ru (дата обращения: 09.04.2017).

2. Пиявский, С. А.,Упрощенная математическая модель формирования исследовательских компетенций студентов [Текст] / С. А. Пиявский, М. И.

3. Пиявский, С. А. Математическое моделирование развития научно-технических способностей [Текст]: дис. докт. техн. наук.: защищена: 2.07.01: утв. 9.11.01./ Пиявский Семен Авраамович. – Самара, 2001. – 287 с.

Бальзанников, З. Ф. Камальдинова // Научное обозрение, 2015. - №7. - С. 93-98.

4. Оценка экономических величин и управление предприятием: URL:http://vamocenka.ru/metod-analiza-ierarxij-procedura-primeneniya/(дата обращения: 15.04.2017).

А.В. Иванова, В.Н. Клячкин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МНОГОМЕРНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ВИБРОМОНИТОРИНГЕ ГИДРОАГРЕГАТА

(Ульяновский государственный технический университет)

При вибромониторинге гидроагрегата фиксируются показания сети датчиков относительной и абсолютной вибрации различных элементов агрегата. Для повышения эффективности работы гидроагрегата необходимо обеспечить стабильность вибраций, и выявить возможные нарушения [1-3]. В режиме стационарной работы агрегата для оценки стабильности процесса можно применять контрольные карты, аналогичные используемым при статистическом управлении технологическими процессами [4-5].

Для анализа коррелированных показателей могут быть использованы алгоритм Хотеллинга при контроле среднего уровня процесса и алгоритм обобщенной дисперсии при контроле многомерного рассеивания.

Проводился мониторинг десяти показателей вибраций с применением вибродатчиков, расположенных на различных участках гидроагрегата. При предварительной обработке данных были выявлены две пары коррелированных показателей и подтверждена значимость соответствующих корреляций [6-7]. Эти две пары показателей следует контролировать по стабильности среднего уровня с использованием алгоритма Хотеллинга, а по контролю рассеяния – алгоритма обобщенной дисперсии.

Учитывая, что алгоритмы многомерного статистического контроля ориентированы на применение многомерного нормального распределения, а вибрации не всегда подчиняются этому закону, была разработана специальная программа, обеспечивающая преобразование данных с целью их нормализации. Кроме того, в стандартном алгоритме Хотеллинга критерием нарушения процесса является выход контролируемой статистики за контрольную границу, что не всегда справедливо.

Показано, что как и при одномерном контроле, наличие различных структур специального типа на контрольной карте также является признаком нару-

шения стабильности процесса [8]. Это: 1) тренд (сколько точек подряд на возрастание или на убывание в зависимости от количества контролируемых параметров может рассматриваться как неслучайная структура, т.е. вероятность появления такого количества точек соизмерима с вероятностью ложной тревоги); 2) приближение к оси абсцисс - сколько точек, расположенных в этой зоне, в зависимости от количества контролируемых параметров может рассматриваться как неслучайная структура, 3) приближение к контрольной границе, 4) резкие скачки на карте, 5) цикличность (сколько точек, расположенных в шахматном порядке, может рассматриваться как неслучайная структура?). Разработанная программа обеспечивает автоматическое выявление таких структур.

На рис. 1 показано окно программы для построения карты Хотеллинга на основе соответствующего алгоритма, а на рис. 2-3 – многомерные контрольные карты.

Проведенное исследование и разработанная программа позволяют предложить методику анализа стабильности вибраций гидроагрегата. По мере получения данных с вибродатчиков проводится корреляционный анализ с целью установления коррелированных показателей. Проверяется нормальность распределения и, при необходимости, проводится нормализация данных.

Коррелированные показатели анализируются по стабильности среднего уровня вибраций и их рассеиванию. Для контроля среднего уровня в режиме реального времени строится карта Хотеллинга для каждой группы коррелированных показателей. Стабильность рассеивания оценивается по картам обобщенной дисперсии. Вибрации гидроагрегата считаются стабильными, если это подтверждают обе карты для каждой группы показателей, причем стабильность процесса анализируется как по выходу соответствующих статистик за контрольные границы, так и по наличию структур специального вида на картах. При нарушении стабильности в систему управления гидроагрегатом подается соответствующий сигнал.

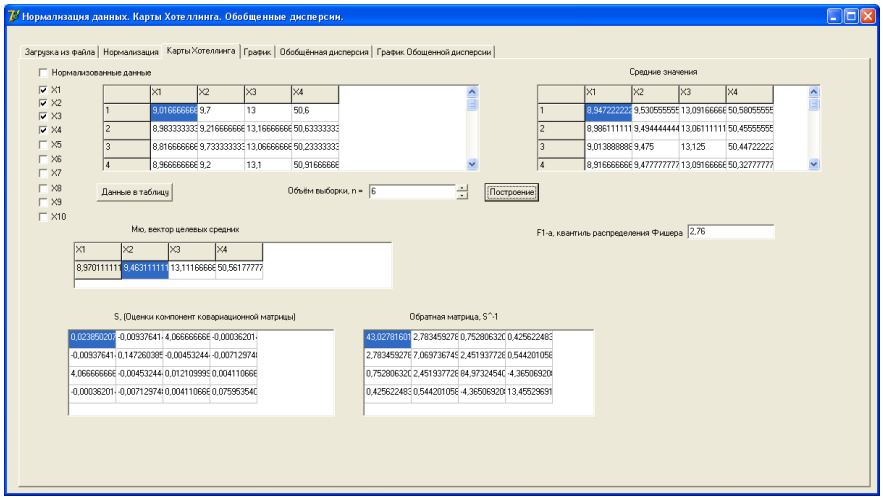


Рис. 1. Окно установки параметров контроля

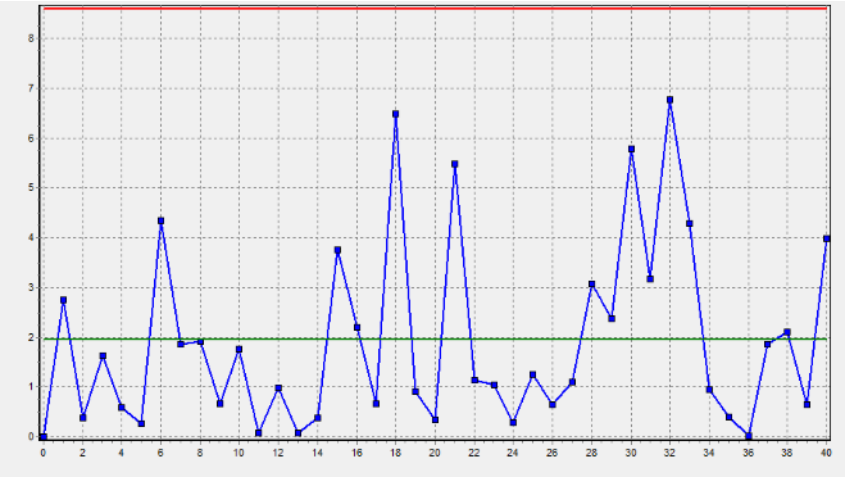


Рис. 2. Карта Хотеллинга

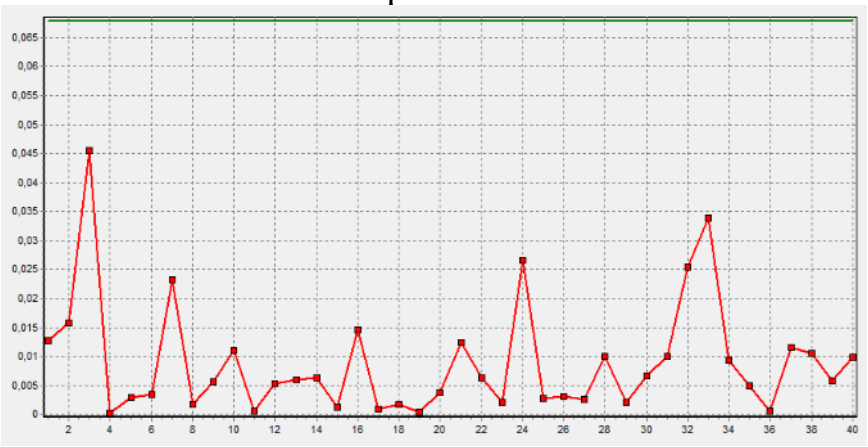


Рис. 3. Карта обобщенной дисперсии

Литература

1. Стандарт организации ОАО РАО «ЕЭС России». Методика оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций. СТО 17330282.27.140.001-2006

2. Владиславлев, Л. А. Вибрация гидроагрегатов гидроэлектрических станций. – М. : Энергия, 1972. – 153 с.

3. Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е., Алёшина А.А. Моделирование вибраций гидроагрегата на основе адаптивных динамических регрессий // Автоматизация. Современные технологии. – 2014. – № 1. – С. 30-34.

4.Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии. – М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2009. – 304 с.

5.Иванова А.В., Карпунина И.Н., Клячкин В.Н. Статистическая обработка результатов вибромониторинга гидроагрегата // Научный вестник УИГА. – 2017. – № 9. – С. 144-150.

6.Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е., Алексеева В.А. Статистические методы анализа данных. – М. : Финансы и статистика, 2016. – 240 с.

7. Иванова А.В., Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е. Предварительная обработка данных при контроле стабильности вибраций // Радиоэлектронная техника. – 2017. – № 1 (10). – С. 174-177.

8. Клячкин В. Н., Кравцов Ю.А. Обнаружение нарушений при многомерном статистическом контроле технологического процесса // Программные продукты и системы. – 2016. – № 3. – С. 192-197.

К.С. Ключарова, Д.Ю. Полукаров

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПУТЕШЕСТВЕННИКОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Развитие глобальных средств цифровых коммуникаций стимулирует появление новых интернет-сервисов[1].

Целью исследования является разработка платформы-социальной сети для путешественников, в которой кроме обычных пользователей есть акаунты типа «турагенство» и «авторские туры». Таким образом, создаётся площадка, объединяющая туроператоров и их целевую аудиторию.

Одной из причин создания рассматриваемого в данной работе сервиса стало отсутствие некоторого функционала, требуемого для специфической группы пользователей, активно занимающихся путешествиями.

Отсутствие данного функционала породило ряд проблем, которые решаются в данной работе.

Решаемые проблемы:

1. возможность сохранять маршруты с подробной записью;
2. удобное добавление желаний, то есть выбор мест, желаемых для посещения.

В системе предполагается интеллектуальный анализ предпочтений пользователя (Data mining), в контексте данной задачи можно рассмотреть два алгоритма:

1. алгоритм кластеризации (Майкрософт);
2. алгоритм кластеризации последовательностей (Майкрософт);

чтобы понять, какого типа места желает посещать пользователь: природные объекты, памятники архитектуры, гастрономический туризм, культурные объекты и какие маршруты стоит ему показывать в рекомендациях.

Для разработки приложения была выбрана кросплатформенная технология Progressive Web Apps. Она устранит необходимость создавать на начальном этапе разработки версии приложений для разных операционных систем (например, iOS и Android).

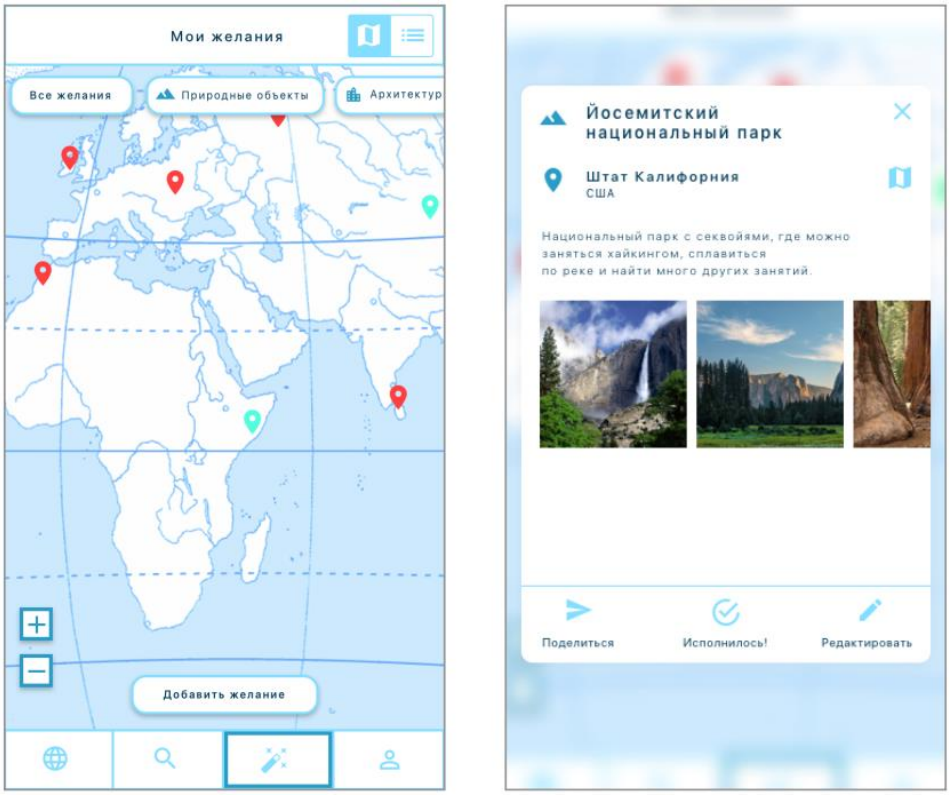


Рис.1 – Прототип экрана «Карта желаний»

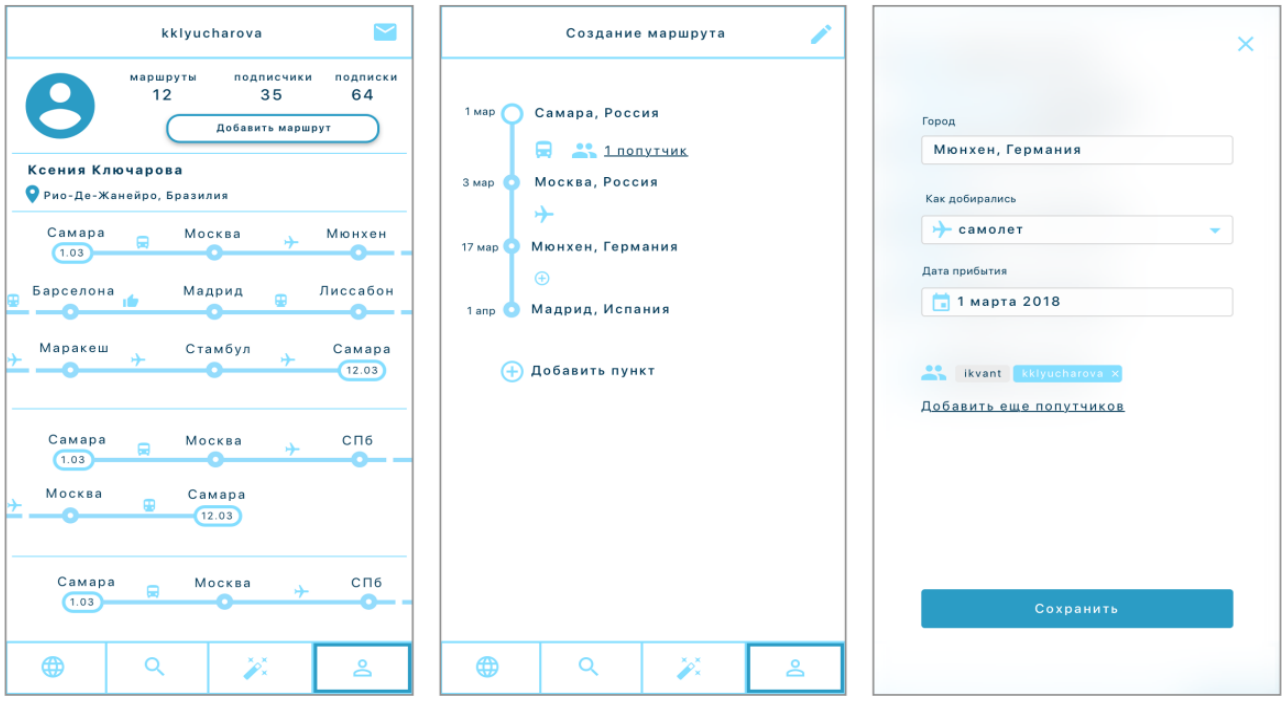


Рис.2 – Прототип экрана «Профиль, создание маршрута»

Литература

1. Сергеев Евгений Юрьевич Средства массовой коммуникации в условиях глобализации // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2009. №1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sredstva-massovoy-kommunikatsii-v-usloviyah-globalizatsii (дата обращения: 20.03.2018)

Т.Ю. Кортова, Г.А. Саитова

СОЗДАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ МИКРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКОЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Современный электроэнергетический комплекс России находится в достаточно затруднительном положении: требования потребителя растут, а используемое для производства электроэнергии оборудование не поспевает за требованиями. [1]

Подобная ситуация вызвана недоинвестированностью топливно-энергетического комплекса России, что приводит к износу оборудования, его устареванию и ранней выработке ресурса. [1]

Сравнение планов развития топливно-энергетического сегмента России «Энергетическая стратегия – 2010» (ЭС 2010) и «Энергетическая стратегия – 2020» (ЭС 2020) показало, что прогнозируемые значения на конец прогнозируемого периода оказались существенно ниже затребованных. А объемы инвестиций серьезно отстают от необходимых даже для поддержания уже существующего оборудования. [4]

Поскольку проектный ресурс оборудования практически выработан, а технологическая база сильно изношена, то остро встает вопрос о потенциале Российской энергетики и тому, к чему нас может привести подобная ситуация.

Рассматривая структуру обеспечения потребителя электроэнергией можно заметить, что подавляющую часть (более 90%) нагрузки несут на себе централизованные источники электроснабжения: котельные (мощностью более 20 Гкал/ч), стационарные ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС.

В то же время, децентрализованные источники электроснабжения представлены в структуре достаточно посредственно, не смотря на набирающую популярность подобных систем в других, более развитых странах.

Главной тенденцией децентрализованного теплоснабжения населения в последние тридцать лет является повышенный уровень потребления тепла, при сопоставимом увеличении объема потребления газа. [2]

Самым популярным представителем децентрализованных систем электроснабжения является микротурбина (малоразмерная энергоустановка), которая гораздо ближе к потребителю, чем газотурбинная установка на электростанции. Она представляет из себя относительно небольшую установку, размерами около 4-5 кубометров, и предназначается для вырабатывания электричества и тепла (рис. 1.) [2].

Микротурбины обладают рядом качественных преимуществ: они имеют малые габаритные размеры; низкий уровень шума и вибраций; возможность работы на различных видах топлива; низкий уровень вредных веществ в выхлопных газах; возможность работать в широком диапазоне нагрузок (начиная с минимально возможного 1%). [3]

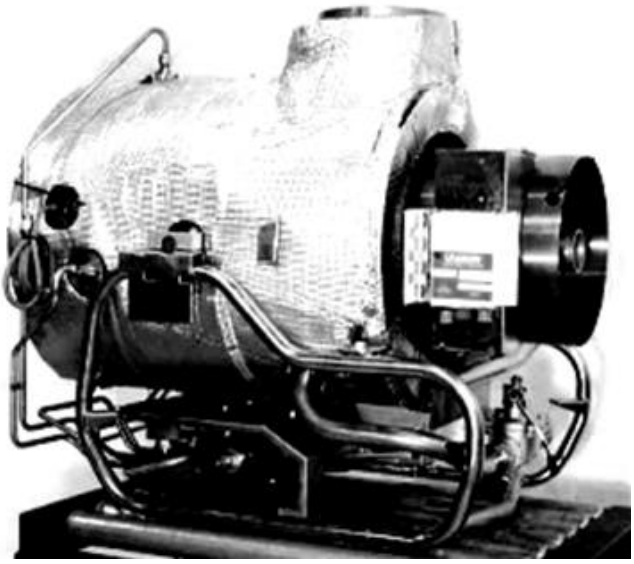


Рис. 1. Турбогенератор микротурбинной установки Capstone C65

Все эти качества позволяют устанавливать и использовать микротурбинные установки в качестве автономных источников электроэнергии, подстраивая под нужды потребителя, которому требуется независимость от централизованного источника энергоснабжения либо в качестве запасного источника питания.

Благодаря указанным выше преимуществам, микротурбинные установки могут быть использованы в различных областях, начиная от обеспечения больниц и дата-центров и заканчивая обеспечением электроэнергией и теплом людей, работающих в условиях Крайнего Севера. [1]

Микротурбинные установки просты в эксплуатации и требуют минимального обслуживания.

Особенно востребованными являются миктротурбинные установки семейства Capstone, производимые Соединенными Штатами Америки. Их показатели экономического соотношения стоимости самой установки к стоимости киловатта электроэнергии являются самыми лучшими.

Тем не менее, подобные установки имеют и недостатки: из-за особой, скачкообразной системы потребления электроэнергии потребителем и, как следствие, вынужденной специфики конструкции, микротурбинные установки, для обеспечения постоянных показателей при выработке электроэнергии, оснащены встроенным аккумулятором. При пиковых нагрузках он выполняет роль дополнительного источника питания для ситуаций, когда турбина еще не набрала необходимое количество оборотов, и является точкой сброса «лишней» электроэнергии, когда пик нагрузки прошел и турбина начинает снижать обороты (рис. 2.).

При подобной эксплуатации аккумулятор выходит из строя примерно раз в год, т.е. требует ежегодной замены, что влияет на экономическую эффективность всей установки и увеличивает ее стоимость.

Поскольку конструктив данных установок не может быть изменен, встает вопрос о решении данной проблемы иным путем. Например, используя интеллектуальные системы управления.

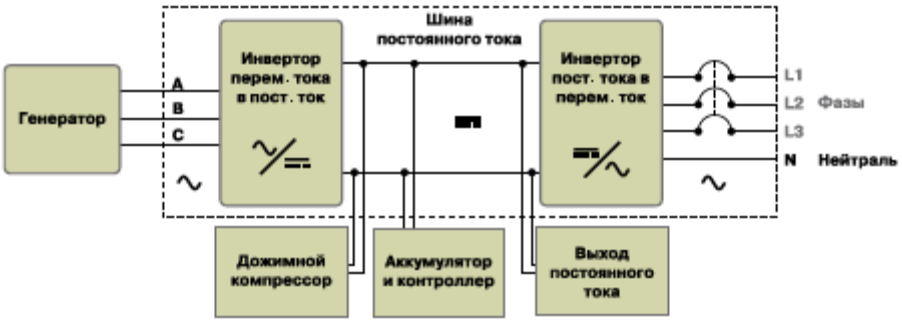


Рис. 2. Схема преобразования постоянного тока

Среди существующих ныне методов, моделей и алгоритмов интеллектуальных систем управления для решения поставленной выше проблемы особенно сильно выделяются системы на нечеткой логике и методы искусственных нейронных сетей. Идеальным же вариантом будет создание гибридной нейро-нечеткой системы, которая будет комбинировать методы искусственных нейронных сетей и нечеткую логику, что позволит сделать близкую к идеалу систему-аппроксиматор.

В качестве ведущего модуля была выбрана байесовская самообучающаяся нейросеть, а в качестве подчиняющегося вышеупомянутая нечеткая логика.

В предполагаемом алгоритме модуль нечеткой логики будет выполнять роль «счетовода», поставляя подсчитанные данные, что минимизирует шум для дальнейших расчетов, а модуль байеса будет оценивать полученные данные и принимать решение о следующих действиях, выдавать команды и прогнозировать исход своих действий, т.к. именно этот модуль дает более точные данные при оценке вероятности событий. События, произошедшие по прогнозу модулей, будут оцениваться ведущим модулем и подразделяться на имеющие «позитивный» и «негативный» исход, что позволит системе самообучаться и корректировать свое поведение при принятии решений. Т.е. если прогноз был верен и командные действия привели к успеху, то такие данные считаются «позитивными» и расцениваются как верная работа, команды, отданные ведущим модулем, считаются корректными. Если же прогноз оказался «негативным», то, при отсутствии прецедента, командные воздействия ведущего модуля признаются некорректными и приводят к оценке модулем своих действий.

Предполагается, что реализованный алгоритм нейро-нечеткой системы комбинирующей возможности байесовской системы и нечеткой логики позволит наилучшим образом решить проблему контроля за оборудованием в микротурбинных установках Capstone и принесет экономическую выгоду при его внедрении.

Литература

1. Иноземцев А.А. Газотурбинные двигатели: Учебник для студентов специальности «Авиационные двигатели и энергетические установки»/А.А.Иноземцев, М.А.Нихамкин, В.Л.Сандрацкий. –М.:-«Машиностроение»,2007, -1204 с.

2. Лыкова С.А. Высокоэффективные гибридные энергоустановки на основе топливных элементов // Теплоэнергетика, 2002, № 1. С. 50-55.

3. Тупов. В.Б. Охрана окружающей среды от шума в энергетике. /В.Б.Тупов. –М.: Издательство МЭИ, 1999.-192с.

4. Андрианов.В. Современное состояние, проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса России// Сайт http://viperson.ru/articles , дата запроса: 5.03.18

В.Ю. Конышева, Н.А. Максимов, А.В. Шаронов

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕННЫМ ЧИСЛОМ ТОЧЕК ДОСТУПА

(Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет))

В работе рассматривается один из возможных подходов к решению задачи контроля и диагностики линейных динамических систем. Процесс функционирования динамических систем неотделим от процессов старения элементов и выхода их из строя. Поэтому необходимо оперативно выявлять эти моменты сбоя. Анализ доступных публикаций по теме работы показал, что постановка задачи диагностики предполагает знание текущих значений вектора состояния динамических систем. Однако, измерение всех координат вектора состояния не всегда является возможным. Во-первых, такая ситуация может возникнуть из-за отсутствия “точек доступа”. Во-вторых, если результаты измерения некоторых координат вектора состояния содержат “недопустимые” ошибки, не позволяющие их использовать для решения задач контроля и диагностики объектов.

Предложенный подход предполагает наличие дефицита точек контроля, но требует выполнения условий наблюдаемости Р. Калмана, позволяющего восстанавливать все координаты вектора состояния. В этой связи поставленная задача объединяет три задачи: задачу оценки координат вектора состояния, задачу определения изменившихся параметров объекта и задачу определения моментов возникновения этих изменений (моментов “разладки”). Решение первой задачи традиционно связано с построением фильтра Р. Калмана. Для решения второй задачи предлагается использовать уравнения параметрической чувствительности, а для локализации моментов времени наступления таких “разладок” использовать разложение функций параметрической чувствительности в ряды Фурье по ортонормированному вейвлет-базису. Основная особенность такого разложения связывается со свойствами вейвлетов, позволяющих фиксировать не только факт изменения свойств систем (изменение значений параметров системы), но и локализовать моменты их возникновения.

В работе основное внимание уделяется решению задачи локализации моментов времени изменения значений параметров математических моделей.

Предложенный подход к решению задачи диагностики наблюдаемых линейных динамических систем был апробирован при математическом моделировании решения поставленной задачи диагностики простейших линейных динамических систем, сформированных из наборов стандартных соединений функциональных элементов (последовательные соединения функциональных элементов и соединения по принципу обратной связи).

Результаты математического моделирования подтвердили возможность использования предлагаемого подхода для решения задач контроля и диагностики наблюдаемых линейных динамических систем в условиях ограниченного числа точек доступа.

Литература

1. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук. – 1996. – Том 166, № 11. – С. 1145-1170.

2. Безмен, Г.В. Функциональное диагностирование линейных динамических систем с использованием нечеткого анализа / Г.В. Безмен, Н. В. Колесов // Информационно-управляющие системы. – 2009. – № 5. – С. 67-73.

3. Блаттер, К. Вейвлет-анализ. Основы теории [Текст] / К. Блаттер. – М.: Техносфера, 2004. – 273 с.

4. Бобышев, В.В. Диагностирование цифровых систем методами теории чувствительности / В.В. Бобышев, Чье Ен Ун, С.В. Шалобанов // Техническая диагностика. – 2001. – № 2. – С. 78-82.

5. Бушуева, М.Е. Диагностика сложных технических систем / М.Е. Бушуева, В.В. Беляков // Труды 1-го совещания по проекту НАТО SfP–973799 Semiconductors. – Нижний Новгород, 2001. – С.63-98.

6. Вадутов, О.С. Математические основы обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.С. Вадутов – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – 102 с. – Режим доступа: http://edulib.pgta.ru/els/551568_a6e4a_vadutov_o_s_matematicheskie_osnovy_obrabotki_signalov.pdf (19.03.2018)

7. Варнавский, А.Н. Макетирование манипулятора с биоэлектрическим управлением / А.Н. Варнавский // Автоматизация в промышленности. – 2016. – № 10. – С. 61-64.

8. Вейвлет-анализ изображений промышленных деталей [Электронный ресурс] / В.З. Рахманкулов и др. // Труды ИСА РАН. – 2007. – Том 29. – С. 289-301. – Режим доступа: http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2007-29/289-301.pdf (19.03.2018)

9. Воронин, В.В. Диагностирование непрерывных динамических систем с использованием параметрических функций чувствительности / В.В. Воронин, С.В. Шалобанов, С.С. Шалобанов // Научный вестник НГТУ. – 2016. – Том 63, № 2. – С. 24-34.

10. Воскобойников, Ю.Е. Фильтрации сигналов и изображений: Фурье и Вейвлет алгоритмы (с примерами в Mathcad) [Текст] / Ю.Е. Воскобойников, А.В. Гочаков, А.Б. Колкер. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. – 188 с.

11. Гурский, Д.А. Вычисления в Mathcad 12 [Текст] / Д.А. Гурский, Е.С. Турбин. – СПб.: Питер, 2006. – 544 с.

12. Дьяконов, В.П. Вейвлеты. От теории к практике [Текст] / В. П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2010. – 400 с.

13. Закиров, Р.Г. Прогнозирование технического состояния бортового радиоэлектронного оборудования [Электронный ресурс] / Р.Г. Закиров // Труды МАИ. – 2016. – № 85. – Режим доступа: http://mai.ru//upload/iblock/682/zakirov_rus.pdf (19.03.2018)

14. Захарова, Т. В. Вейвлет-анализ и его приложения [Текст] / Т. В. Захарова, О. В. Шестаков. – М.: Инфра-М, 2012. – 157 с.

15. Мироновский, Л.А. Функциональное диагностирование динамических систем [Текст] / Л.А. Мироновский. – СПб.: МГУ – ГРИФ, 1998. – 256 с.

16. Нестационарные системы автоматического управления. Анализ, синтез, оптимизация [Текст] / под ред.: К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 631 с.

17. Основы технической диагностики. В 2-х книгах. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза [Текст] / под ред.: П.П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.

18. Розенвассер, Е.Н. Чувствительность систем управления [Текст] / Е. Н. Розенвассер, Р.М. Юсупов. – М: Наука, 1981. – 464 с.

19. Шаронов, А.В. Методы и алгоритмы обработки результатов экспериментальных исследований [Текст] / А.В. Шаронов. – М.: Изд-во МАИ, 2004. – 243 с.

20. Яковлев, А.Н. Введение в вейвлет-преобразования [Текст] : учебное пособие / А.Н. Яковлев. – Новосибирск: НГТУ, 2003. – 104 с.; То же [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/328/29328/files/nstu68.pdf (19.03.2018)

В.Р. Крашенинников, А.Ю. Субботин

ДВАЖДЫ СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ВИДЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЦИЛИНДРЕ

(Ульяновский государственный технический университет)

Процессы, происходящие в технических, экономических, медицинских, социальных и других объектах часто имеют квазипериодический характер. Для эффективного решения задач, связанных с обработкой таких процессов, необходима их математическая постановка, включающая в себя математическое описание, то есть модель процесса. При этом процесс обычно представляются в виде системы случайных величин, то есть случайного процесса, в рассматриваемом случае – квазипериодического.

Имеется ряд подходов к описанию квазипериодичности: наложение на основную гармонику шума или более высоких частот, периодическая нестаци-

онарность (флуктуация моментов и других свойств) и так далее. Общим проявлением подобных представлений является высокая корреляция значений процесса на расстояниях, кратных периоду, то есть флуктуация корреляционной функции (КФ) процесса. В настоящей работе это свойство взято за основу, то есть в качестве основного свойства квазипериодического процесса.

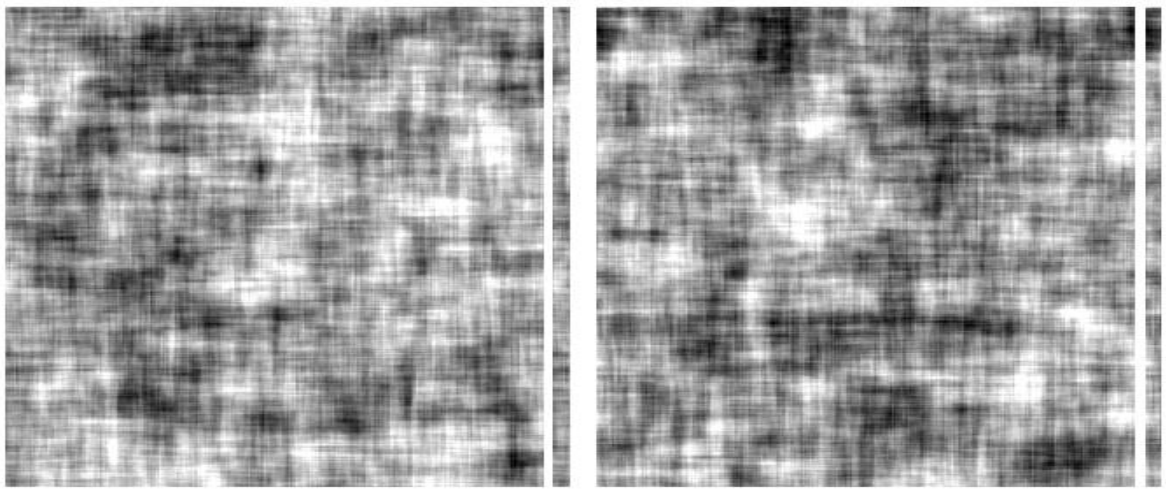
В качестве квазипериодов процесса можно взять строки некоторого прямоугольного изображения: требуемая коррелированность будет обеспечиваться коррелированностью изображения по вертикали. Рассмотрим, например, изображение на прямоугольнике размеров $K \times T$, заданное моделью Хабиби [1]:

$$x_{k,l} = \rho\, x_{k,l-1} + r\, x_{k-1,l} - \rho\, r\, x_{k-1,l-1} + \beta\, \xi_{k,l}, \qquad (1)$$

где k – номер строки; l – номер столбца; $\xi_{k,l}$ - совокупность независимых стандартных гауссовских случайных величин. Параметры r и ρ влияют на коррелированность изображения по вертикали и горизонтали соответственно; β влияет на дисперсию изображения. Порождаемый процесс имеет КФ

$$V(m,n) = M[x_{k,l}\; x_{k+m,l+n}] = \beta^2 r^{|m|} \rho^{|n|}\ . \qquad (2)$$

Корреляционные связи между элементами изображения, как это следует из (2), убывают вдоль строк и столбцов. Соседние строки изображения при $r \approx 1$ имеют высокую корреляцию между собой, поэтому при объединении строк в последовательность можно получить модель квазипериодического процесса. На рис. 1,а показан пример изображения, имитированного с помощью этой модели. Однако начало и конец каждой строки, находясь на значительном расстоянии друг от друга, практически независимы между собой, что хорошо заметно на приставленном к этому изображению нескольких его первых столбцов. Поэтому на стыках периодов полученного процесса будет слабая корреляция соседних значений, несвойственная относительно непрерывным процессам.



а) б)

Рис.1. Изображения, имитированное моделью (1): а) изображение на прямоугольнике; б) развертка изображения на цилиндре

Рассмотрим теперь спиралевидную сетку на цилиндре (рис. 2). Строки этой сетки представляют собой витки спирали (винтовой линии). Для описания изображения, заданного на этой сетке, применим аналог авторегрессионной модели Хабиби (1), в которой k – номер витка спирали и l – номер узла в витке, T – период, то есть количество точек в одном витке. Эта модель может быть представлена в эквивалентном виде как развёртка изображения вдоль спирали:

$$x_n = \rho\, x_{n-1} + r\, x_{n-T} - \rho\, r\, x_{n-T-1} + \beta\, \xi_n, \qquad (3)$$

где n – номер точки изображения при сквозной нумерации по этой спирали. Дисперсия этого изображения равна $\sigma^2 = \beta^2(1+r\rho^T)/[(1-\rho^2)(1-r^2)(1-r\rho^T)]$. Разрез изображения, полученного с помощью этой модели, показан на рис. 1,б. Характерной особенностью является непрерывность вдоль линии разреза, что заметно на приставленных к этому изображению его нескольких первых строк. Поэтому модели вида (3) могут быть использованы как модели квазипериодических процессов, например, в [2] они были применены для представления и обработки речевых сигналов, а в [3] для колебаний технического объекта.

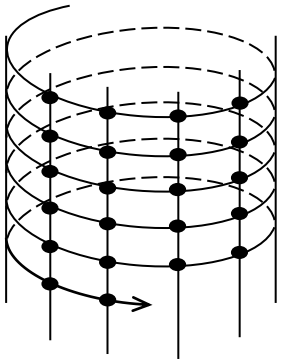


Рис. 2. Спиралевидная сетка отсчётов цилиндрического изображения

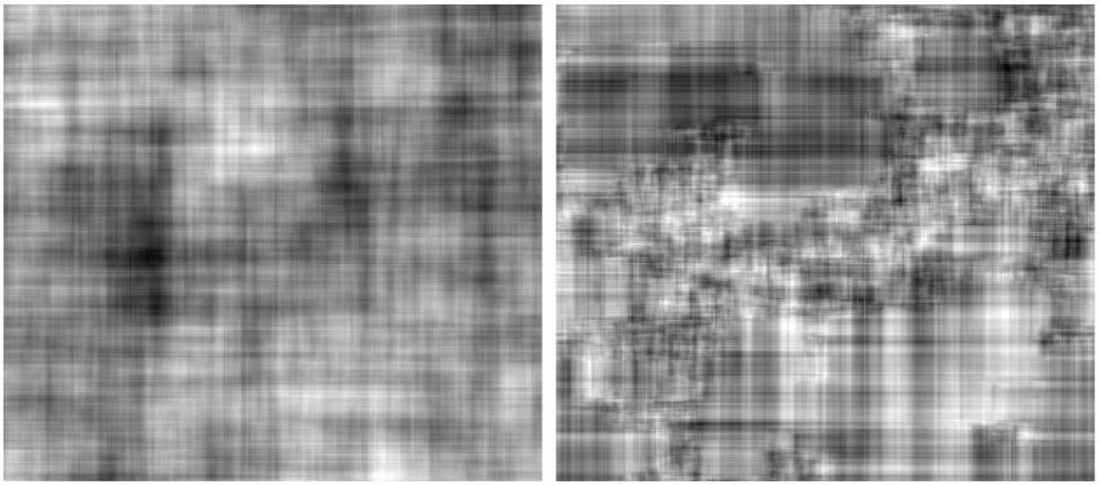
Однако изображения, порождаемые моделями (1) и (3) однородны, что ограничивает область их применения, так как многие изображения и процессы в сложных технических системах имеют существенную и случайную неоднородность, что требует математического описания. В работах [4-7] предложено представлять неоднородность изображений в виде «дважды стохастических» моделей. В этом представлении несколько обычных «управляющих» изображений задают *случайные* параметры «управляемого» итогового изображения. Неоднородность итогового изображения определяется локальными особенностями управляющих изображений. В работах [5-7] управляющие и управляемые изображения являлись авторегрессионными, заданными на прямоугольных сетках.

Для представления неоднородных цилиндрических изображений применим дважды стохастические модели, подобные рассмотренным в [5-7]. Для этого возьмём в качестве управляющих два изображения $R = \{r_n\}$ и $P = \{\rho_n\}$, заданные моделями (3) со своими значениями параметров. Управляемое итоговое изображение X также задаётся моделью (3) с переменными параметрами

$$\rho_n = \bar{\rho} + a\varphi_n, \quad r_n = \bar{r} + b\psi_n, \qquad (4)$$

где $\bar{r}$, $\bar{\rho}$ – средние значения параметров r, ρ; φ_n, ψ_n – независимые стандартные гауссовские случайные величины; a, b – постоянные коэффициенты.

На рис. 3 показан пример применения этой модели для имитации изображения на цилиндре. Управляющее изображение здесь одно ($P=R$). Оно показано на рис. 3,а. Итоговое изображение на рис. 3,б имеет ярко выраженную неоднородность, вызванную именно изменяемостью параметров корреляции. Тёмные участки изображения 3,а соответствуют малым значениям ρ_n и r_n, поэтому на этих местах изображение 3,б коррелировано меньше.



а) б)

Рис. 3. Имитация дважды стохастического изображения на цилиндре:
а) управляющее изображение, б) итоговое изображение.

На рис. 4 показаны графики двух отрезков квазипериодического сигнала, имитированного с помощью описанной дважды стохастической модели с периодом T=25. Квазипериоды на рисунке разделены вертикальными линиями.

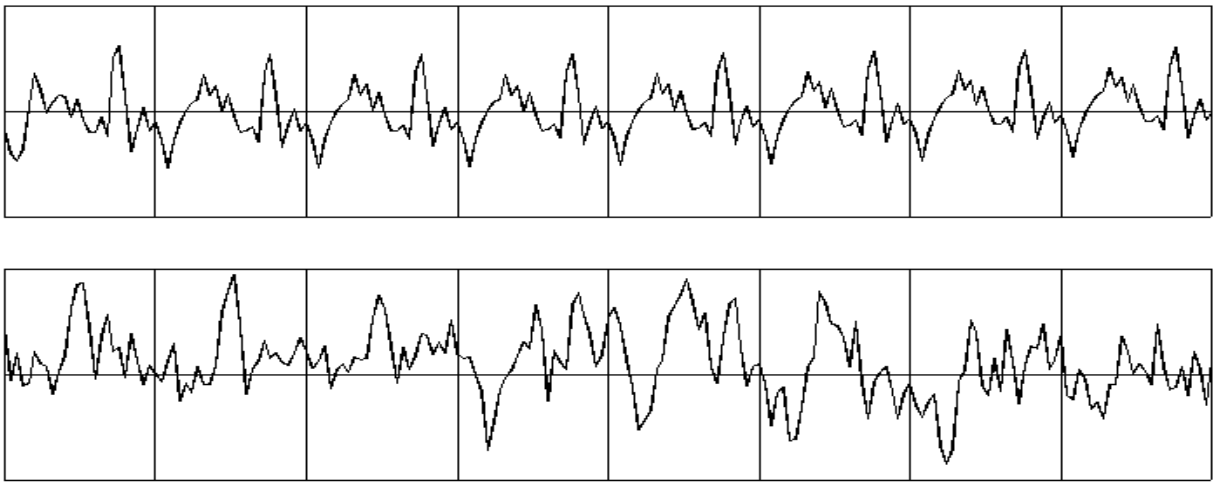


Рис. 4. Графики участков имитированного квазипериодического процесса.

Параметры ρ_n и r_n изменяются со временем, поэтому меняются и корреляционные свойства итогового процесса. Верхний график соответствует большим значениям этих параметров, поэтому процесс близок к чисто периодическому. При малых значениях параметров периодичность слабее (нижний график).

Таким образом, описанные дважды стохастические модели цилиндрических изображений могут служить основой для моделирования и имитации квазипериодических процессов с различными видами нестационарности путём подходящего набора параметров моделей.

Литература

1. Васильев, К.К. Статистический анализ последовательностей изображений / К.К. Васильев, В.Р. Крашенинников. – М.: Радиотехника, 2017. – 248 с.

2. Крашенинников, В.Р. Статистические методы обработки изображений / В.Р. Крашенинников. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2015. – 167 с.

3. Крашенинников, В.Р. Прогнозирование динамики объекта с использованием авторегрессионных моделей на цилиндре / В.Р. Крашенинников, Ю.Е. Кувайскова // Радиотехника. – 2016. – №9. – С. 36-39.

4. Woods, J.W. Image Estimation Using Doubly Stochastic Gaussian Random Field Models / J.W. Woods, S. Dravida, R. Mediavilla // Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1987. – Iss. 2. – Vol. 9. – P. – 245-253.

5. Васильев, К.К. Представление и обработка спутниковых многозональных изображений / К.К. Васильев, В.Е. Дементьев. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2017. – 251 с.

6. Krasheninnikov, V.R. Multidimensional Image Models and Processing / V.R. Krasheninnikov, K.K. Vasiliev // Intelligent Systems Reference Library 135. Springer International Publishing. – 2018. – P. 11-64.

7. Vasiliev, K.K. Filtration and Restoration of Satellite Images Using Doubly Stochastic Random Fields / K.K. Vasiliev, V.E. Dementiev, N.A. Andriyanov // CEUR Workshop Proceedings. – 2017. – Vol. 1814. – P. 10-20.

К.С. Кульга, Э.Р. Асбапов

МЕТОДИКА СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА КОМПОНОВОК МЕХАТРОННЫХ СТАНКОВ С ПОМОЩЬЮ CAD/CAE-СИСТЕМ

(ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет «УГАТУ»)

Актуальность проблемы. Компоновка мехатронного станка (далее, станок), как правило, состоит из одного стационарного (постоянно неподвижного) и нескольких подвижных элементов, разделённых соединениями (стыками). Создание (синтез) компоновки осуществляется на ранней стадии проектирования станка после определения его характеристик, выбора метода и

движений формообразования, предварительного определения кинематической структуры. Компоновка станка влияет на его основные показатели качества: статические и динамические упругие деформации, термические деформации, на распределение давлений и износ в подвижных соединениях.

Цель научного исследования. Разработка методики структурного синтеза компоновок станков на ранней стадии проектирования на основе применения программного обеспечения (ПО) *CAD* (*Computer Aided Design*)/*CAE*(*Computer Aided Engineering*)-систем и метода конечных элементов (МКЭ).

Теоретическая часть. Совместное использование ПО *CAD*/*CAE*-системы компании позволила в максимальной степени задействовать достоинства графической среды: мощную параметризацию, поверхностное и твердотельное геометрическое моделирование, кинематику сборок. Важным преимуществом применения ПО *CAD*/*CAE*-систем является получение результатов статического анализа компоновок станков на стадии эскизного проектирования (технического предложения) [1].

Рассмотрим методику создания конечно-элементной модели компоновки станка. Исходными данными для реализации методики структурного синтеза компоновок станков являются результаты анализа конструкции и базового технологического процесса изготовления детали-представителя, определения перечня формообразующих исполнительных движений и структурно-кинематические схемы компоновок станков. Одним из основных показателей оценки компоновки станка, который можно определить на ранней стадии проектирования, является статическая жесткость [2].

В таблице 1 приведены этапы реализации предлагаемой методики статического анализа на примере компоновки токарного станка с использованием ПО *CAD*/*CAE*-систем [1]:

1. Проектирование *3D*-геометрической модели компоновки станка в *CAD*-системе, адаптированной для МКЭ с учётом всех параметров, которые могут оказать существенное влияние на результаты статического анализа;

2. Создание сетки конечных элементов (КЭ) в *CAE*-системе – один из важнейших этапов статического анализа компоновки станка на основе МКЭ. Для повышения точности статического анализа компоновки станка осуществляется управление параметрами уплотнения сетки КЭ. Рекомендации по уплотнению сетки КЭ (рисунок 1):

– в зонах значительного градиента напряжений, деформаций, тепловых потоков (отверстие, выточка, трещина и т.п.);

– в зонах существенных изменений граничных условий, например, в области приложения изменяющейся нагрузки и границ области приложения нагрузок;

– в окрестностях границ участков контакта деталей в сборках;

– при наличии в сборках деталей с отличающейся жесткостью в местах возле границ контакта.

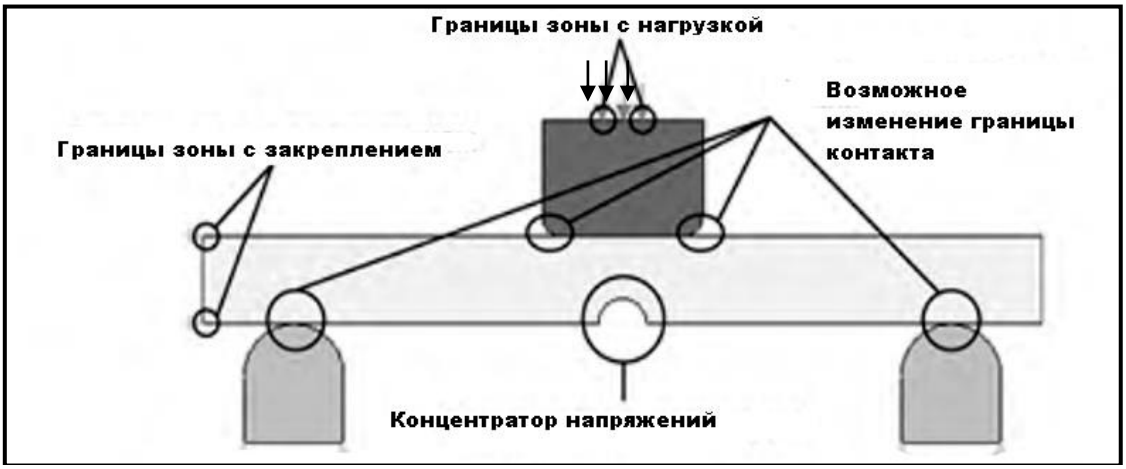


Рисунок 1 – Рекомендуемые зоны уплотнения сетки

Эти рекомендации относятся к исходной конечно-элементной модели. После первого статического анализа появляется актуальная информация, на базе которой можно изменять параметры сетки.

Рекомендуется строить график сходимости результатов статических анализов, позволяющий сделать рекомендации для различных методов дискретизации конечно-элементной модели станка [3].

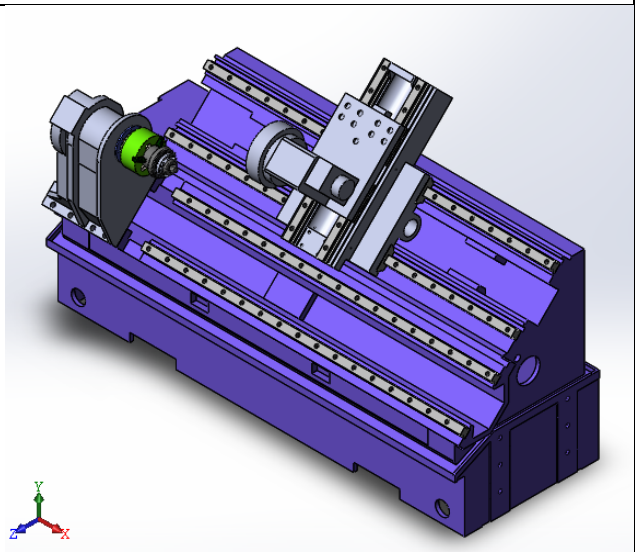
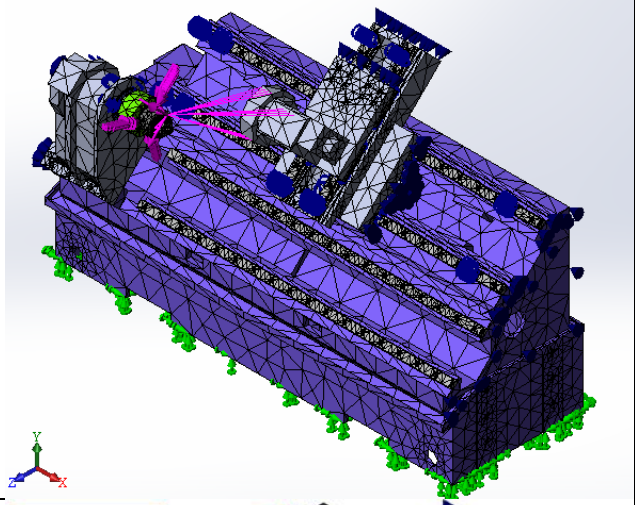
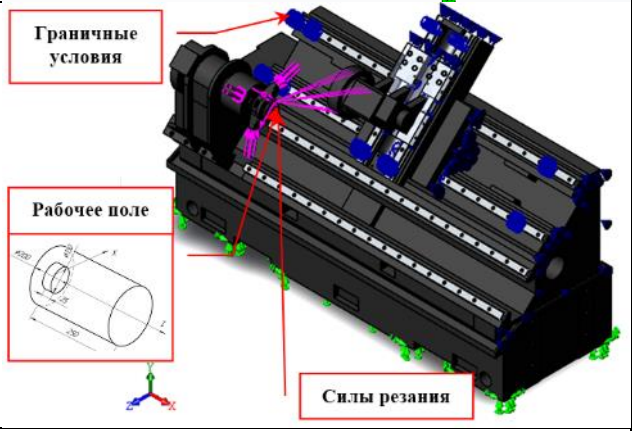
3. Моделирование граничных условий для конечно-элементной модели компоновки станка. В ходе реализации этого этапа учитывается как действие активных силовых факторов (составляющих сил резания), так и наложенных на систему связей (подвижные и неподвижные стыки);

4. Численное решение системы линейных уравнений;

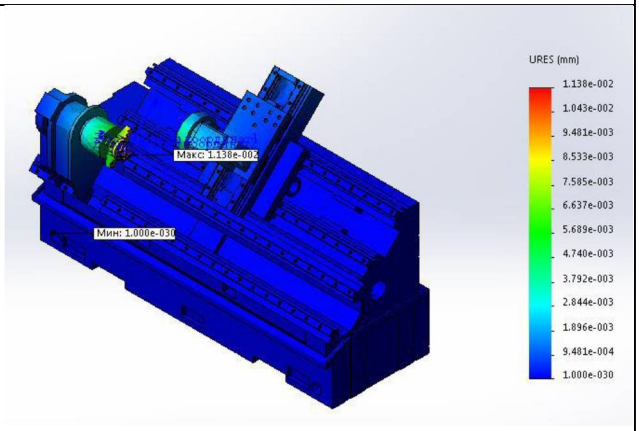
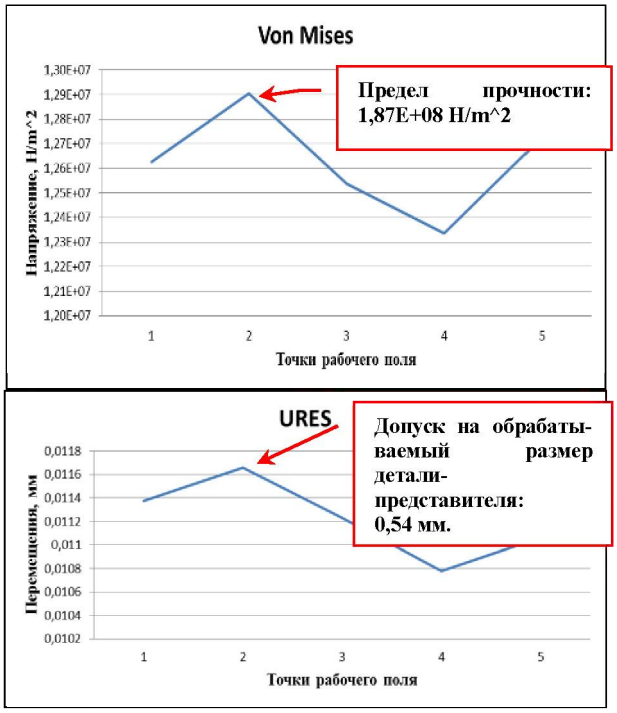
5. Статический анализ конечно-элементной модели компоновки станка и обработка результатов. Настройка параметров решающей программы для управления итерациями метода решения, улучшения точности или скорости получения результатов;

6. Определение направлений оптимизации компоновочных факторов станка с целью улучшения результатов статического анализа.

Таблица 1 – Результаты структурного синтеза компоновки токарного станка

№ этапа	Наименование этапа	Иллюстрация этапа
1.	Создание геометрической модели компоновки станка (*CAD*-система *SolidWorks*).	
2.	Создание сетки конечных элементов (*CAE*-система *SolidWorks Simulation*)	
3.	Моделирование граничных условий для конечно-элементной модели компоновки станка (*CAE*-система *SolidWorks Simulation*)	
4.	Численное решение системы линейных уравнений (*CAE*-система *SolidWorks Simulation*)	

Продолжение таблицы 1

5.	Обработка результатов статического анализа модели компоновки станка (*CAE*-система *SolidWorks Simulation*): - построение эпюр (*von Mises*, *URES* и ряда других); - построение балансов статических перемещений элементов компоновки станка; - анализ результатов статических исследований; - формирование отчётов;	
6.	Оптимизация конечно-элементной модели компоновки станка. Этот этап базируется на изучении результатов статического анализа модели компоновки станка (*CAE*-система *SolidWorks Simulation*)	

Заключение. Предложенная методика позволяет проводить структурный синтез компоновок станков на ответственных стадиях проектирования (эскизное проектирование, техническое предложение) с применением ПО CAD/CAE-систем.

Литература

1. *INSPIRING INNOVATION* [Электронный ресурс] // *Dassault Systemes*. – Режим доступа: *http://www.3ds.com* – Проверено 12.11.2017;

2. Врагов, Ю. Д. Анализ компоновок металлорежущих станков / Врагов Ю. Д. – М.: Машиностроение. – 1978. – 208 с.;

3. Информационные технологии в проектировании мехатронного оборудования: учеб. пособие / К. С. Кульга; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2014. – 201 с.

К.С. Кульга, А.А. Китаев

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ГПС НА ОСНОВЕ МЕТОДА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЛОЖЕННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

(ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет «УГАТУ»)

Актуальность проблемы. В настоящее время ракетно-космические, авиационные, авиадвигателестроительные и машиностроительные предприятия (далее, предприятия) характеризуется быстрой сменяемостью и значительной номенклатурой выпускаемых партий деталей и сборочных единиц (ДСЕ). В этих условиях дальнейшее развитие предприятий будет направлено на применение ГПС [1. Сергеев А.И. Методология автоматизации ранних этапов проектирования производственных систем в машиностроении: дис. … д-ра. техн. наук. ОГУ. Оренбург, 2017. 300 с.

2. Shang J., Sueyoshi T. A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system //European Journal of Operational Research. – 1995. – Т. 85. – №. 2. – С. 297-315.

3. Saitou K., Malpathak S., Qvam H. Robust design of flexible manufacturing systems using, colored Petri net and genetic algorithm //Journal of intelligent manufacturing. – 2002. – Т. 13. – №. 5. – С. 339-351.

4. Кульга К.С., Китаев А.А. Имитационное моделирование гибких производственных систем на стадии эскизного проектирования // СТИН. 2017. №6. С. 2-10.]. Комплексная автоматизация предприятий является одним из приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (интеллектуальные производственные технологии, роботизированные системы; новые материалы и технологии конструирования)[3]. В то же время внедрение универсальных и готовых дорогостоящих решений ГПС, без учёта специфики конкретного производства предприятий, может стать убыточным [1. Сергеев А.И. Методология автоматизации ранних этапов проектирования производственных систем в машиностроении: дис. … д-ра. техн. наук. ОГУ. Оренбург, 2017. 300 с.

2. Shang J., Sueyoshi T. A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system //European Journal of Operational Research. – 1995. – Т. 85. – №. 2. – С. 297-315.

3. Saitou K., Malpathak S., Qvam H. Robust design of flexible manufacturing systems using, colored Petri net and genetic algorithm //Journal of intelligent manufacturing. – 2002. – Т. 13. – №. 5. – С. 339-351.

3 Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642.

4. Кульга К.С., Китаев А.А. Имитационное моделирование гибких производственных систем на стадии эскизного проектирования // СТИН. 2017. №6. С. 2-10., 1. Сергеев А.И. Методология автоматизации ранних этапов проектирования производственных систем в машиностроении: дис. … д-ра. техн. наук. ОГУ. Оренбург, 2017. 300 с.

2. Shang J., Sueyoshi T. A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system //European Journal of Operational Research. – 1995. – Т. 85. – №. 2. – С. 297-315.

3. Saitou K., Malpathak S., Qvam H. Robust design of flexible manufacturing systems using, colored Petri net and genetic algorithm //Journal of intelligent manufacturing. – 2002. – Т. 13. – №. 5. – С. 339-351.

4. Кульга К.С., Китаев А.А. Имитационное моделирование гибких производственных систем на стадии эскизного проектирования // СТИН. 2017. №6. С. 2-10.]. Экономическая эффективность внедрения ГПС определяется совокупностью конструкторских, технологических, производственных, организационных, экономических и управленческих решений. Следовательно, результативность внедрения ГПС, может быть достигнута с учетом значений различных проектных параметров (критериев) ГПС, определение которых, является трудоёмкой задачей.

В связи с этим, на стадии эскизного проектирования (технического предложения) актуальной является задача структурного синтеза компоновок ГПС на основе компьютерного моделирования процессов функционирования производственной системы для изготовления различных партий ДСЕ, планирования загрузки дорогостоящего оборудования и управления ГПС.

Цель: разработка алгоритмического и программного обеспечения автоматизированного синтеза имитационных моделей ГПС на основе метода модифицированных вложенных сетей Петри.

Теоретическая часть. Метод имитационного моделирования ГПС на основе модифицированных вложенных сетей Петри (МВСП) был представлен в работе [4]. Данный метод отличается наглядностью описания моделей с высокой степенью детализации, нестационарными входными параметрами модели и возможностью изменения ее топологии путем присвоения фишкам операций, представленных в виде элементных сетей Петри.

Однако, несмотря на наглядность представления моделей, их синтез является нетривиальной задачей для инженера, не имеющего компетенций в теории имитационного моделирования с помощью сетей Петри. С учетом этого, актуальной задачей является разработка метода автоматизированного синтеза рассматриваемых моделей ГПС.

Основными исходными данными для построения моделей ГПС являются: технологический процесс (ТП) изготовления ДСЕ из заданной партии и соответствующий перечень основного технологического и вспомогательного оборудования.

Моделирование ГПС выполняется для заданной партии ДСЕ. Данные по ТП для каждой ДСЕ отражают состав и последовательность выполнения техно-

логических операций на соответствующем оборудовании (маршрутная карта), состав и последовательность выполнения технологических переходов (операционная карта), перечень приспособлений и инструментов для выполнения технологической операции. С точки зрения моделирования ГПС наиболее значимыми являются именно последовательность выполнения операций с привязкой к оборудованию, а также время выполнения технологической операции для моделирования с точностью до операции. Для моделирования с точностью до технологического перехода необходимы данные по составу и времени выполнения каждого технологического перехода. Кроме того, необходимы данные плана производства изготовления партий ДСЕ. Перечисленные исходные данные могут быть как стационарными, так и не стационарными (то есть изменяющимися во времени).

Оптимальное количество основного технологического оборудования (металлорежущие станки) может быть определено по результатам ряда итераций моделирования с разными параметрами. Однако состав оборудования выбирается в соответствии с заданной партией ДСЕ. Для оборудования задается непосредственно его модель, представленная как часть МВСП. Для этого целесообразно использовать библиотеку готовых моделей. Для определения дополнительных параметров ГПС необходимы данные по габаритам и стоимости оборудования. Выбор вспомогательного оборудования (промышленные роботы, спутники паллет, станции загрузки, накопители и др.) осуществляется в соответствии с выбранным основным технологическим оборудованием. Для вспомогательного оборудования также задаётся его модель, представленная как часть модифицированной вложенной сети Петри.

Метод автоматизированного синтеза имитационной модели ГПС. ГПС может быть описана как система, состоящая из набора основного технологического и вспомогательного оборудования (M), набора материальных и информационных связей между ними (F).

К материальным связям относятся потоки перемещения заготовок, ДСЕ, либо инструмента между оборудованием.

К информационным связям относятся потоки передачи информации: заказ на перемещение материалов от оборудования к оборудованию, передача управляющих программ на станки с ЧПУ.

Наглядное представление такой системы выглядит в виде ориентированного графа, вершины которого описывают оборудование, а дуги описывают информационные потоки:

$$FMS = \{M, F, H\},$$

где H - параметры для преобразования модели в модифицированную сеть Петри.

Оборудование M представляет собой типовой элемент, описываемый фрагментом МВСП (NPN), набором входов и выходов ($inP, outP$), а также перечнем ресурсов (R) предназначенных для обмена фишками МВСП между обо-

рудованием. Ресурсы могут интерпретироваться как обрабатываемые заготовки, ДСЕ и необходимая технологическая оснастка.

Связи F характеризуются направлением и оборудованием (M), которое определяет дополнительные условия перемещения ресурсов (R), между оборудованием за время (T).

Пример модели ГПС, состоящей из двух станков с ЧПУ, двух промышленных роботов (ПР1, ПР2), складов заготовок и деталей, а также промежуточного накопителя, представлен на рисунке 1.

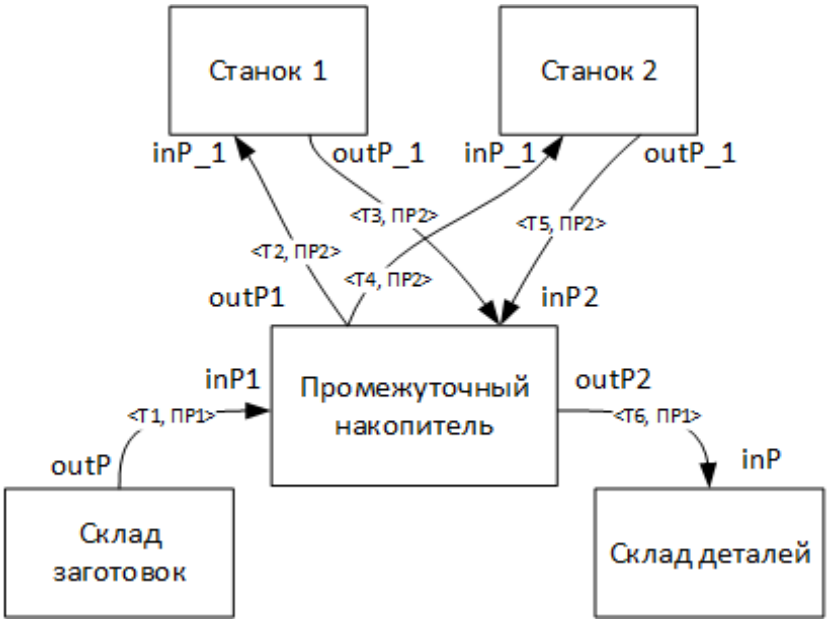


Рисунок 1 - Пример модели ГПС

Параметры преобразования H, описывают связи между представленным представлением модели ГПС и имитационной моделью ГПС представленной в виде МВСП (рис. **Ошибка! Неверная ссылка закладки.**). В представленную модель (рис. 1) можно добавить или заменить оборудование с установлением материальных и информационных связей. Использование типовых элементов оборудования (M) позволяет многократно использовать одинаковые фрагменты МВСП, связанные различными наборами связей (F), что упрощает как формирование модели ГПС, так и алгоритм автоматизированного синтеза имитационной модели ГПС в виде МВСП.

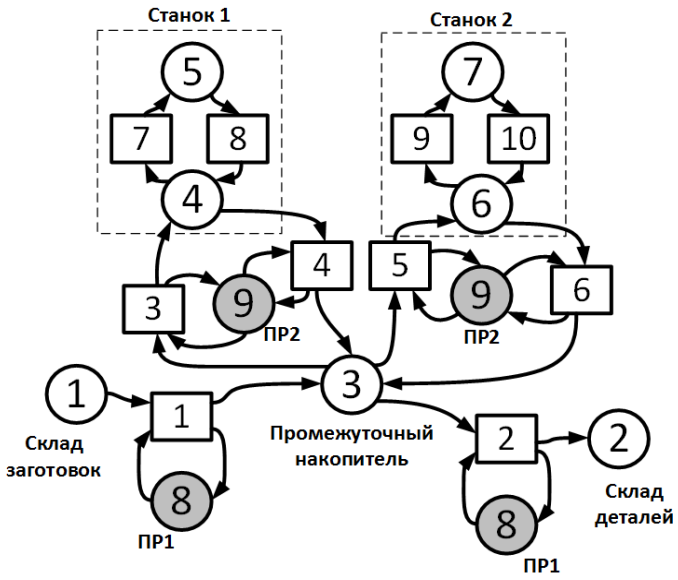


Рисунок 2 - Имитационная модель ГПС представленная в виде МВСП

Заключение. Представлен новый метод автоматизированного синтеза имитационных моделей ГПС на основе МВСП. Метод отличается наглядностью представления и разработки новых моделей ГПС с возможностью использования библиотеки готовых элементов и ранее полученных результатов. Метод обеспечивает возможность изменения моделей ГПС для обеспечения итерационного моделирования ГПС с целью поиска оптимальных параметров.

Литература

1. Сергеев А.И. Методология автоматизации ранних этапов проектирования производственных систем в машиностроении: дис. … д-ра. техн. наук. ОГУ. Оренбург, 2017. 300 с.

2. Shang J., Sueyoshi T. A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system //European Journal of Operational Research. – 1995. – Т. 85. – №. 2. – С. 297-315.

3. Saitou K., Malpathak S., Qvam H. Robust design of flexible manufacturing systems using, colored Petri net and genetic algorithm //Journal of intelligent manufacturing. – 2002. – Т. 13. – №. 5. – С. 339-351.

4. Кульга К.С., Китаев А.А. Имитационное моделирование гибких производственных систем на стадии эскизного проектирования // СТИН. 2017. №6. С. 2-10.

К.С. Кульга, А.В. Половинкин

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

(ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»)

Актуальность проблемы. Специальные станочные приспособления (ССП) авиационных двигателей и машиностроения предназначены для обеспечения высокой точности изготовления сложных и разнообразных конструкций деталей и сборочных единиц (ДСЕ) авиационных двигателей и машиностроения. Анализ существующих бизнес-процессов (БП) проектирования и изготовления ССП выявил преобладание рутинных функций при проектировании ССП, осуществляемых с помощью базовых возможностей локального программного обеспечения (ПО) *CAD(Computer-Aided Design)*-систем, что приводит к увеличению себестоимости изготовления ССП для ДСЕ изделий [1].

Таким образом, актуальной является задача создания и экспериментальной апробации на предприятиях ПО *CAFD(Computer-Aided Fixture Design)*-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Цель: разработка моделей и методов создания ПО *CAFD*-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Теоретическая часть. Разработка ПО *CAFD*-системы для проектирования ССП осуществлялась на основе методологии, подробно описанной в монографии [2].

Функциональная модель (ФМ) CAFD-системы. Объектно-ориентированная ФМ предназначена для формализованного описания результатов реинжиниринга существующих БП проектирования и изготовления ССП, функциональных и нефункциональных требований, предъявляемых к ПО *CAFD*-системы, прямой и обратной задач структурного синтеза конструкции ССП, а также структуры и этапов создания ПО *CAFD*-системы.

Постановка *прямой задачи*: на основе чертежа ДСЕ и технологических данных изделия синтезировать *3D*-геометрическую модель, сборочный чертеж и спецификацию ССП. Постановка *обратной задачи*: на основе чертежа ДСЕ и технологических данных изделия, а также *3D*-геометрической модели, сборочного чертежа и спецификации ССП, синтезировать *3D*-геометрические модели и конструторскую документацию (КД) для ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП.

Математическая модель CAFD-системы. Математическое обеспечение *CAFD*-системы отличается реализацией предложенных математических моделей и методов для автоматизации решения прямой и обратной задач структурного синтеза конструкций ССП.

Совокупность свойств конструкций ССП в минимальной форме можно представить в следующем виде:

$$S = \{U_i, \overline{G_i}, M_i\}_{i=1}^{n}, \quad (1)$$

где U_i, $\overline{G_i}$, M_i – соответственно, подмножество конструктивных элементов (КЭ) ССП, вектор пространственных характеристик ССП, подмножество размерных и расчётных характеристик ССП, n – число КЭ в ССП.

Математическая модель решения *обратной задачи* автоматизированного структурного синтеза конструкции ССП заключается в нахождении множества C технических характеристик ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП:

$$C = \{D, T, Ra, Td, M\} \quad (2)$$

где D – множество размерных характеристик ДСЕ ССП; T – множество допусков формы и расположения поверхностей ДСЕ ССП; Ra – множество шероховатостей поверхностей ДСЕ ССП; Td – множество технических требований ДСЕ ССП, M – множество материалов ДСЕ ССП.

К требованиям сборочного чертежа ССП относятся: 1) значения и допуски на размеры посадочных и прикрепительных размеров ССП; 2) допуски формы и расположения базовых поверхностей и прикрепительных размеров ССП; 3) технические требования.

Информационная модель CAFD-системы. При автоматизированном проектировании ССП ПО системы *CAFD Stalker MTA* реализует запросы, как к разработанной базе данных (БД) (рисунок 1), так и БД стандартных изделий и конструктивных элементов *CAD*-системы *КОМПАС-3D* с использованием методов технологии *ADO(ActiveX Data Objects)*.

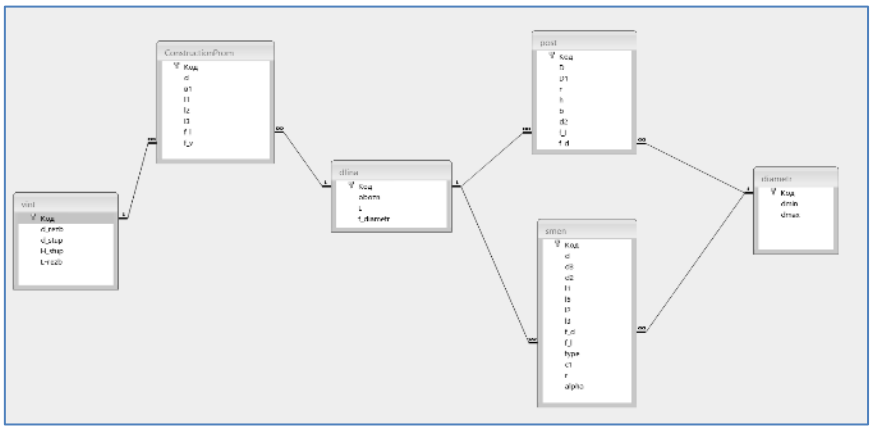


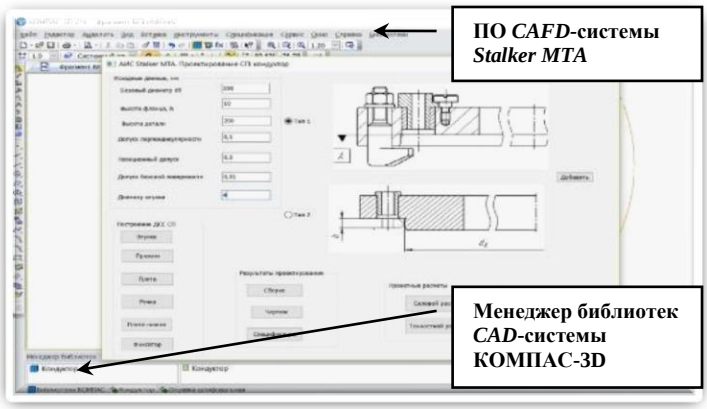
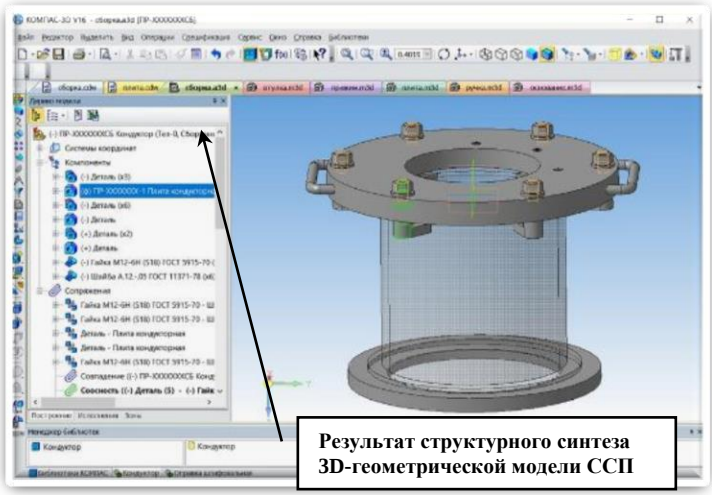
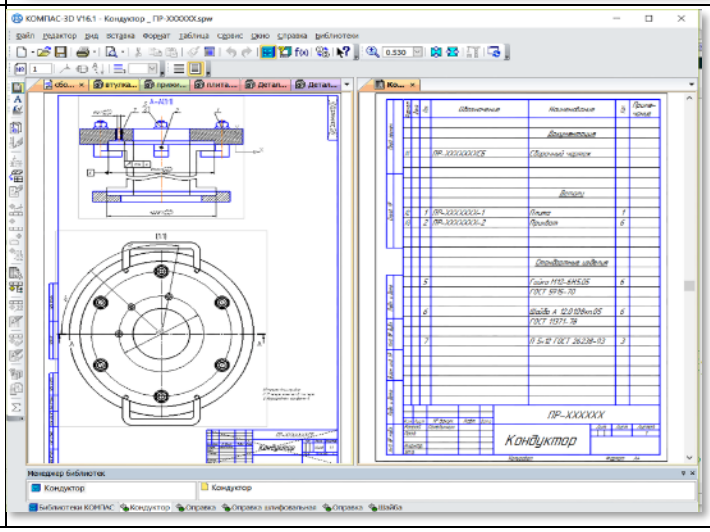
Рисунок 1 – Фрагмент схемы данных БД системы *CAFD Stalker MTA*

Предложенные модели и методы использовались при создании ПО *CAFD*-системы *Stalker MTA*.

Базовые информационные технологии CAFD-системы. На этом этапе методологии [1] разработано ПО системы *CAFD Stalker MTA*, включая использование возможностей менеджера библиотек и *API*(*Application Programming Interface*)-функций *CAD*-системы *КОМПАС-3D* [3].

Рассмотрим пример синтеза конструкции ССП «Кондуктор», предназначенного для механической обработки детали тина «Корпус» на вертикально-сверлильном станке с помощью ПО системы *CAFD Stalker MTA* (таблица 1).

Таблица 1 – Базовые информационные технологии ПО *CAFD Stalker MTA*

№ п.п.	Описание базовой информационной технологии	Реализация базовой информационной технологии
1.	***Препроцессор.*** Интеграция системы *CAFD Stalker MTA* и *CAD*-системы КОМПАС-3D на уровне управления и наборов данных.	
2.	***Процессор.*** Автоматизированный структурный синтез конструкции ССП на основе разработанного программно-математического обеспечения: 2.1. Размерных, точностных, силовых, и жесткостных расчётов ССП; 2.2. Автоматического построения параметрических *3D*-геометрических моделей ДСЕ ССП.	
3.	***Постпроцессор.*** Автоматическое формирование в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД): 3.1. Сборочного чертежа ССП и спецификации; 3.2. Чертежи деталей ССП (деталировки).	

ПО системы *CAFD Stalker MTA* взаимодействует на уровне управления и наборов данных с интегрированной автоматизированной информационной системой предприятия, в которой хранятся исходные и результирующие наборы данных технической подготовки и управления производством.

Практическая апробация ПО *CAFD Stalker MTA*. Эффективность применения ПО системы *CAFD Stalker MTA* оценивалась с помощью критерия затрат времени для решения прямой и обратной задач структурного синтеза конструкций различных видов ССП, включая проектирование, согласование и формирование комплекта конструкторской документации (КД) для ССП в соответствии с требованиями ЕСКД [4]. Результаты экспериментальных исследований ПО системы *CAFD Stalker MTA* приведены на рисунке 2.

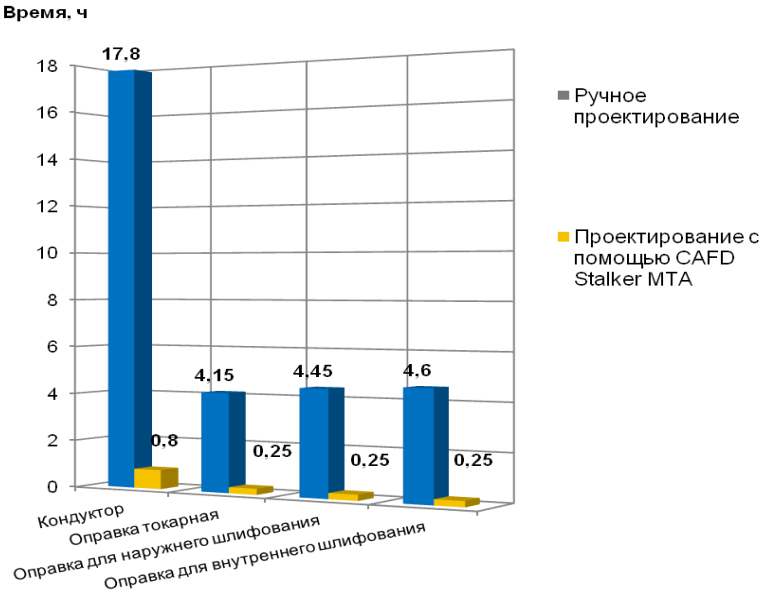


Рисунок 2 – Затраты времени на ручное проектирование ССП и с помощью ПО системы *CAFD Stalker MTA*

Заключение. На основе предложенных моделей и методов разработано ПО системы *CAFD Stalker MTA*, отличающиеся реализацией автоматизированного структурного синтеза конструкций ССП. Экспериментальные исследования и практическая апробация *CAFD*-системы *Stalker MTA* позволили получить следующие результаты: а) снижение времени на решение задач проектирования и формирования комплекта КД на величину до 96%; б) снижение времени на проведение проектных расчетов (размерных, силовых, точностных и жесткостных) на величину до 81% .

Литература

1. Половинкин, А.В. Совершенствование методов проектирования специальных станочных приспособлений / К.С. Кульга, А.В. Половинкин // СТИН. – 2017. – №2, с. 2-8;

2. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством / Кульга К. С., Кривошеев И. А. – М.:

Машиностроение. – 2011. – 377 с.;

3. Компания АСКОН [Электронный ресурс] // Комплексные решения для машиностроения. – Режим доступа: http://www.ascon.ru – Проверено 23.02.2018;

4. Типовых нормативов времени на разработку конструкторской документации. ШИФР 13.01.01 (утв. Минтрудом России 07.03.2014 N 003).

И.Л. Ловчий

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LABVIEW ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА ВДОЛЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО КОНТУРА МАГНИТООПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

(АО «Научно-исследовательский институт
оптико-электронного приборостроения», г. Сосновый Бор)

Внедрение цифровых информационных технологий в процесс производства, преобразования и распределения электроэнергии сопровождается все более широким применением оптических методов и средств ее регистрации. При этом общей тенденцией развития оптико-электронной аппаратуры измерения электрического тока является использование оптоволоконных датчиков (ОВД) на основе магнитооптического эффекта Фарадея.

В типичной схеме поляризационного ОВД чувствительный элемент – одномодовое стекловолокно - образует замкнутый контур вокруг проводника с электрическим током. Линейно поляризованное излучение, прошедшее через светопровод, вследствие эффекта Фарадея меняет азимут своей поляризации на угол, равный произведению константы Верде материала стекловолокна на число волоконных витков и на величину протекающего через проводник тока. К сожалению, искривления светопровода в пространстве приводят к сложной поляризационной анизотропии стекловолокна вследствие многообразия возникающих упругих напряжений как по величине и направлению, так и по месту их расположения вдоль волокна. В результате проявление эффекта Фарадея в обычном одномодовом стекловолокне становится расплывчатым и малоинформативным для использования в измерительных целях. Поэтому в ОВД используются специальные световоды типа *twist* [1] или *spun* [2], отличающиеся как технологиями изготовления, так и поляризационными параметрами.

Подавляющее большинство современных ОВД тока используют волокно типа *spun*, изготавливаемое из заготовки с сильным встроенным линейным двулучепреломлением (ДЛП), которую вращают в процессе термической вытяжки волокна. В таком волокне упорядоченное внутреннее линейное ДЛП нивелирует влияние внешних упруго-оптических эффектов, возникающих при изгибах волокна в контуре, на состояние поляризации (СП) света на выходе световода и стабилизирует реакцию датчика. При этом параметры датчика (чувствительность, линейность характеристики, стабильность отклика) зависят от величины встроенного ДЛП, величины продольной закрутки осей ДЛП, величины тока,

размеров и ориентации чувствительного волоконного контура в пространстве относительно вектора поляризации на входе световода. Моделируя влияние того или иного фактора на выходное СП света, варьируя различные алгоритмы обработки измерительных сигналов датчика с выхода анализатора – поляризационного делителя, можно заранее определить оптимальные характеристики используемого *spun* волокна для получения необходимых параметров датчика в конкретных условиях измерения тока [4].

Для исследования процесса поляризационного преобразования света при прохождении его вдоль световода использовался формализм сферы Пуанкаре [3] - представление СП в виде точки на единичной сфере с координатами долготы и широты, равными удвоенным значениям азимута φ и угла эллиптичности ε поляризации. Состояние поляризации после прохождения произвольной фазовой пластины определяется вращением на сфере начального положения поляризации на угол двулучепреломления, равный углу сдвига фаз ортогонально поляризованных компонент, вокруг проходящей через центр сферы быстрой оси двулучепреломления (оптической оси фазовой пластины). Численно координаты СП света (x', y', z') находятся из произведения матрицы поворота (на угол β вокруг оси ДЛП с направляющим вектором (X, Y, Z)) на радиус-вектор точки начального состояния (x, y, z):

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X^2 + (Y^2 + Z^2)\cos\beta & XY - XY\cos\beta - Z\sin\beta & XZ - XZ\cos\beta + Y\sin\beta \\ XY - XY\cos\beta + Z\sin\beta & Y^2 + (X^2 + Z^2)\cos\beta & YZ - YZ\cos\beta - X\sin\beta \\ XZ - XZ\cos\beta - Y\sin\beta & YZ - YZ\cos\beta + X\sin\beta & Z^2 + (X^2 + Y^2)\cos\beta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $x = \cos(2\varphi)\cos(2\varepsilon)$, $y = \sin(2\varphi)\cos(2\varepsilon)$, $z = \sin(2\varepsilon)$.

Поляризационные параметры света на выходе волокна определялись исходя из пошаговой трансформации исходного линейного СП при последовательном прохождении малых локальных участков всего световода. Для этого *spun* световод представлялся в виде чередующихся последовательностей предельно тонких сегментов – линейных (обусловленных встроенным и наведенными внешне упруго-оптическими эффектами) и циркулярных (обусловленных эффектом Фарадея) фазовых пластин. Углы сдвига фаз и положения оптических осей линейных пластин вдоль волокна определялись параметрами spun волокна (величина встроенного ДЛП и величина закрутки при вытяжке) и размерами и ориентацией чувствительного контура датчика относительно вектора начальной поляризации, локальная величина циркулярного двулучепреломления определялась распределением магнитного поля проводника с током вдоль контура.

В среде LabVIEW чувствительный контур датчика представлялся в виде виртуального прибора (VI «*SPUN*»), на вход которого подавались: начальное положение поляризации (φ_0, ε_0), параметры *spun* волокна (длина L_β биений двулучепреломления и шаг L_τ закрутки волокна), радиус R чувствительного световодного контура, начальное положение оси внутреннего ДЛП и ориентация плоскости чувствительного контура относительно вектора поляризации входного излучения, величина тока в проводнике и относительное распределение

наведенного током магнитного поля вдоль чувствительного контура ВОД. С выхода прибора поступала информация о траектории изменения СП вдоль всего контура (при необходимости - с графическим представлением результатов для визуального анализа), конечные положения СП и оси встроенного ДЛП. Комбинация двух приборов VI «*SPUN*» с некоторым преобразованием промежуточной информации позволяла моделировать реальный двухпроходовый ВОД с обратным зеркальным вводом излучения в волокно.

На рис. 1 на сфере Пуанкаре представлена эволюция СП распространяющегося вдоль волокна изначально линейно поляризованного света. Точки экватора сферы H и V соответствуют линейным состояниям поляризации с горизонтальным и вертикальным направлениями вектора поляризации, полюса сферы R и L – право- и левоциркулярному состояниям поляризации. При начальном положении оси ДЛП *spun* волокна ± 45° СП периодически отклоняется от экватора на угол ± χ:

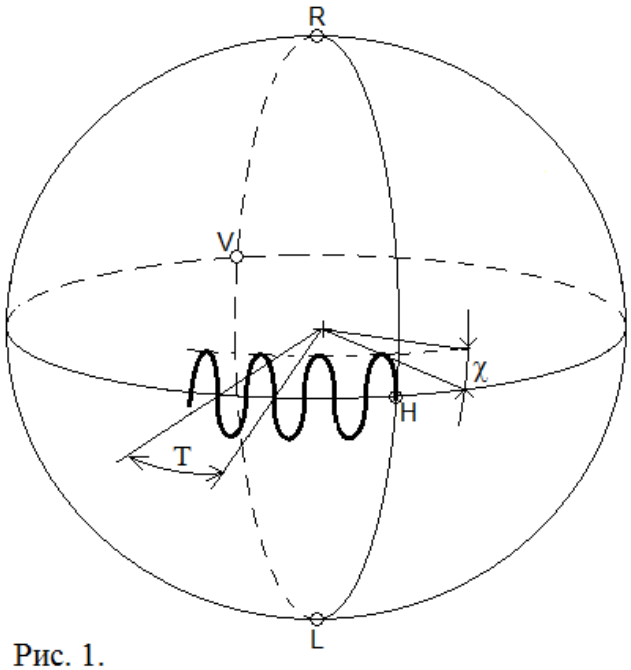


Рис. 1.

$$\chi = \arctan\left(L_\tau / 2L_\beta\right), \qquad (2)$$

с периодом колебаний T, достаточно точно удовлетворяющим эмпирическому выражению:

$$T = \pi\left(L_\tau / 2L_\beta\right) \sin\chi\sqrt{\cos\chi}. \qquad (3)$$

При ином начальном положении оси ДЛП колебательная кривая («змейка») искажается по форме и смещается от экватора к одному из полюсов. Искривление волокна в пространстве (например, при формировании измерительного контура) приводит к добавочным возмущениям траектории СП в виде наложения дополнительных колебаний относительно экватора всей «змейки» в целом.

В качестве примера, на рис.2 на развертке участка поверхности сферы Пуанкаре представлены траектории изменений координат СП света на десяти %-ном отрезке первого витка контура из 16 витков радиусом R = 10 мм из кварцевого *spun* волокна со следующими параметрами: L_β = 4,39 мм (на длине волны λ = 660 нм), L_τ = 3,33 мм, для начального положения оси встроенного двулучепреломления 0° (кривая 1) и 45° (кривая 2) и ориентации плоскости контура под углом 45° относительно вектора входной поляризации. Выделенные отрезки, примыкающие к концам кривых, отражают изменения координат СП при пропускании сквозь контур датчика пилообразного электрического тока амплитудой ± 50 кА.

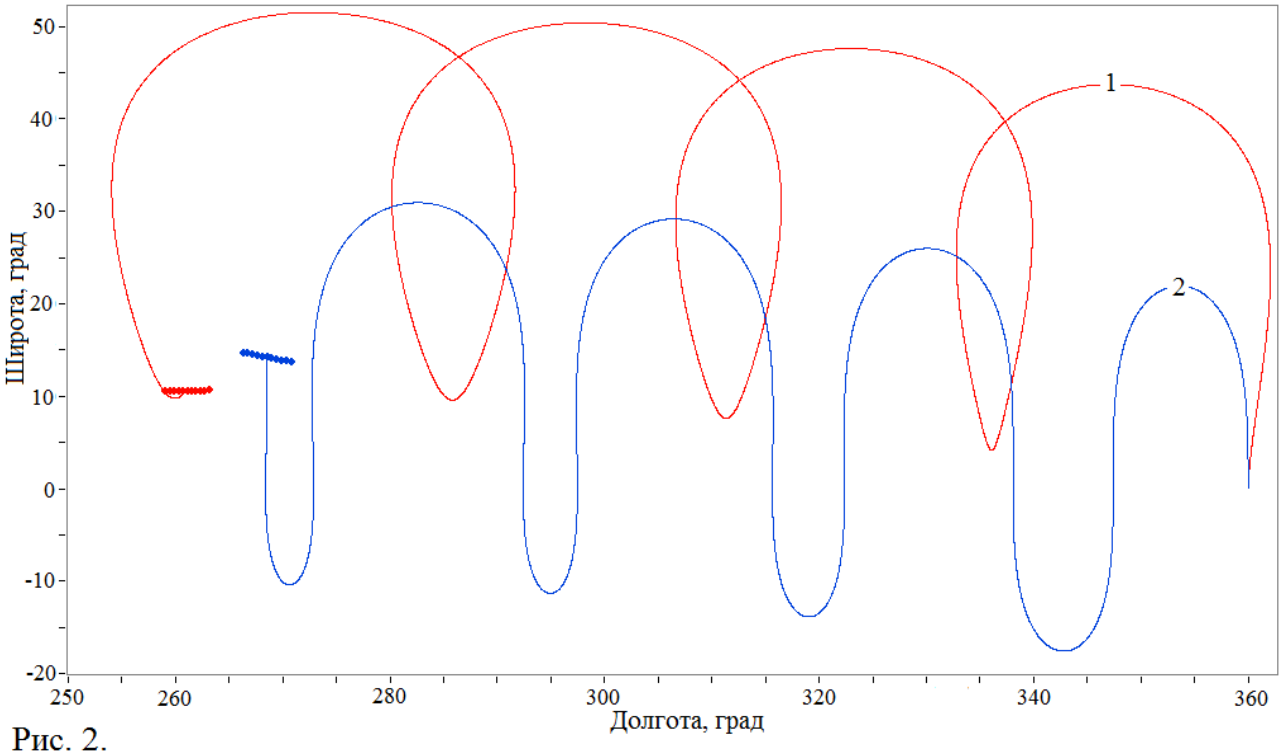


Рис. 2.

Анализ СП света на выходе двухпроходного ВОД с компенсатором взаимной оптической анизотропии позволил вывести некоторые закономерности чувствительности датчика, подтвержденные экспериментально на макетном образце датчика [4]. Так, при малых токах и небольших изгибах волокна чувствительность удовлетворяет выражению:

$$\eta = (\cos\chi)^2 \qquad (4)$$

При сильных изгибах (например, при намотке волокна в катушку с малым радиусом для увеличения числа витков в чувствительном контуре) отклик датчика становится неустойчивым, зависящим от ориентации контура, и общая чувствительность определяется выражением:

$$\eta \pm \Delta\eta = (\cos\chi)^2 \pm 2\delta\cos\chi\sin\chi, \qquad (5)$$

где коэффициент δ зависит от соотношения наведенного изгибом и встроенного ДЛП, а также от уровня закрутки осей последнего. Для плавленого кварца на длине волны 660 нм $\delta \approx 0{,}005(L_\beta)^2/(R^2L_\tau)$, для типичных величин L_β и L_τ (порядка нескольких мм, причем $L_\tau \le L_\beta$) заметные колебания чувствительности (на уровне ~ 1 % и более) проявляются при радиусах изгиба волокна менее 2 ÷ 3 см. Уменьшение L_β приводит к повышению устойчивости отклика датчика к искривлениям волокна в пространстве, увеличение соотношения L_β/L_τ – к повышению чувствительности датчика.

При больших токах чувствительность ВОД падает и для адекватного измерения тока необходимо использовать поправочную кривую.

Литература

1. Ulrich R., Simon A. Polarization optics of twisted single-mode fibers // Appl. Opt. 1979. V.18, №13, P.2241-2251.

2. Laming R.I., Payne D.N. Electric current sensor employing spun highly birefringent optical fibers // J. Lightw. Technol. 1989. V.7, №12, P.2084-2094.

3. Шерклифф У. Поляризованный свет. Пер. с англ. М.: Мир, 1965. 264 с.

4. Ловчий И.Л. Численное моделирование и исследование поляриметрического датчика тока со световодом типа *spun* // Оптический журнал. 2010. Т. 77, № 12, С. 25-33.

В.В. Любимов, Д.Д. Бобылёв

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РУНГЕ-КУТТЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ БОРТОВЫХ МИКРОУСКОРЕНИЙ МИКРОСПУТНИКА НА БОЛЬШИХ ИНТЕРВАЛАХ ИНТЕГРИРОВАНИЯ

(Самарский университет)

Постановка задачи

Рассматривается задача о математическом моделировании относительного движения микроспутника по круговой околоземной орбите. В качестве силовых факторов, действующих на спутник в его движении относительно центра масс, учитываются гравитационный и аэродинамический моменты [1-8]. При численном интегрировании системы уравнений движения микроспутника применяется семиэтапный метод Рунге-Кутты. Производится сравнение результатов численного интегрирования величин бортовых микроускорений при использовании семиэтапного и четырехэтапного явных методов Рунге-Кутты. В семиэтапном методе используется формула Дормана-Принса. Четырехэтапный метод является классическим, и в дальнейшем будем использовать общепринятое сокращенное название РК4.

Явный семиэтапный метод Рунге-Кутты

Семейство явных одношаговых методов Рунге-Кутты задается формулами [9]:

$$y_{n+1} = y_n + \sum_{i=1}^{s} b_i k_i,$$

где h – величина шага интегрирования. Здесь вычисление нового значения проходит в s этапов:

$$k_1 = hf(x_n,\ y_n),$$
$$k_2 = hf(x_n + c_2 h,\ y_n + a_{21}k_1),$$
$$\dots$$
$$k_s = hf(x_n + c_s h,\ y_n + a_{s1}k_1 + a_{s2}k_2 + \dots + a_{s,s-1}k_{s-1}).$$

Выбранный численный метод определяется числом s и коэффициентами b_i, a_{ij} и c_i. Данные коэффициенты упорядочивают в виде таблицы [9], называемой таблицей Бутчера. Учитывая коэффициенты из таблицы Бутчера, составим выражения для семиэтапного метода Рунге-Кутты (РК7):

$$k_1 = f(x_n,\ y_n);$$

$$k_2 = f(x_n + \frac{1}{5}h,\ y_n + \frac{1}{5}k_1 h);$$

$$k_3 = f(x_n + \frac{3}{10}h,\ y_n + h(\frac{3}{40}k_1 + \frac{9}{40}k_2));$$

$$k_4 = f(x_n + \frac{4}{5}h,\ y_n + h(\frac{44}{45}k_1 - \frac{56}{15}k_2 + \frac{32}{9}k_3));$$

$$k_5 = f(x_n + \frac{8}{9}h,\ y_n + h(\frac{19372}{6561}k_1 - \frac{25360}{2187}k_2 + \frac{64448}{6561}k_3 - \frac{212}{729}k_4));$$

$$k_6 = f(x_n + h,\ y_n + h(\frac{9017}{3168}k_1 - \frac{355}{33}k_2 + \frac{46732}{5247}k_3 + \frac{49}{176}k_4 - \frac{5103}{18656}k_5));$$

$$k_7 = f(x_n + h,\ y_n + h(\frac{35}{384}k_1 + \frac{500}{1113}k_3 + \frac{125}{192}k_4 - \frac{2187}{6784}k_5 + \frac{11}{84}k_6));$$

$$y_{n+1} = y_n + h(\frac{35}{384}k_1 + \frac{500}{1113}k_3 + \frac{125}{192}k_4 - \frac{2187}{6784}k_5 + \frac{11}{84}k_6).$$

Численные результаты

Рассмотрим зависимость погрешности результатов интегрирования микроускорений, которые находятся с посредством численных методов РК4 и РК7, от величины шага интегрирования. С этой целью составим таблицы 1 и 2, где $\varepsilon_{a_x},\%, \varepsilon_{a_y},\%$, $\varepsilon_{a_z},\%$ – расхождение результатов, получаемых методами РК4 и РК7 в процентах. В таблицах 1 и 2 содержатся величины расхождения результатов расчетов микроускорений, определяемых посредством вычисления их расхождений при использовании методов РК4 и РК7.

Из таблицы 1 следует, что чем больше шаг интегрирования, тем больше величина расхождения решений между РК4 и РК7. При шаге 0,1 погрешность не превышает 0,5 %. При шаге большем 0,5 погрешность превышает 5%.

Из таблицы 2 следует, что чем больше интервал интегрирования, тем больше величина расхождения решений между РК4 и РК7. При 20 периодах вращений по орбите (один период принимался равны 90 минутам) погрешность сводится к величине менее 1%. При шаге большем 40 погрешность превышает 5%. На рис.1 показан пример расхождения результатов вычисления микроускорений при использовании РК4 и РК7.

Таблица 1. Расхождение результатов при использовании РК4 и РК7 при использовании разных шагов интегрирования

h	ε_{a_x},%	ε_{a_y},%	ε_{a_z},%
00,1	0.34%	0.36%	0.41%
00,2	1.12%	1.35%	1.63%
00,3	1.96%	2.32%	2.48%
00,4	3.63%	3.78%	4.15%
00,5	5.1%	5.95%	6.35%
00,6	6.67%	6.13%	6.87%
00,7	7.14%	7.37%	9.75%

Таблица 2. Расхождение результатов при использовании РК4 и РК7 на разных интервалах интегрирования

Кол-во периодов	ε_{a_x},%	ε_{a_y},%	ε_{a_z},%
20	0.5%	0.31%	0.66%
40	5.8%	8.3%	6.6%
100	11.2%	2.7%	8.9%
110	17.4%	18.1%	15.6%
130	23%	26.8%	28.3%
140	30.9%	27.7%	26.1%

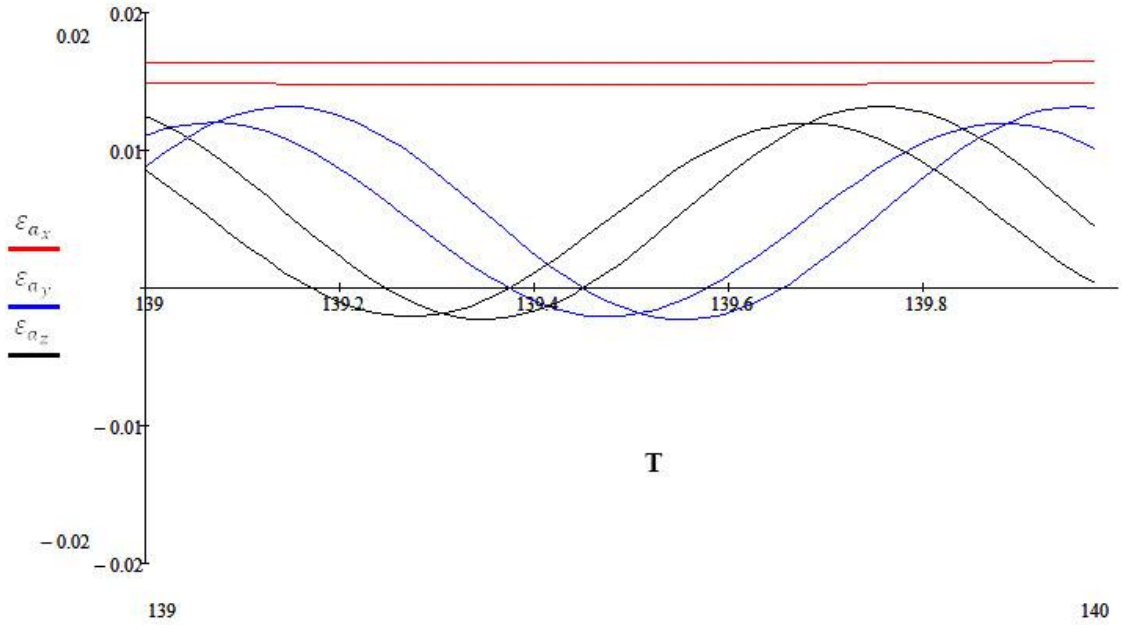


Рис 1. Расхождение результатов вычисления микроускорений при использовании РК4 и РК7

Заключение

Таким образом, классический четырех этапный явный одношаговый метод Рунге-Кутты позволяют эффективно решать задачи по численному моделированию относительного движения микроспутника по орбите в течение первых суток полёта. Действительно, результаты численного моделирования показывают, что при 20 периодах обращения спутника (30 часов) по орбите расхождение результатов при использовании семиэтапного метода Рунге-Кутты и классического метода РК4 не превышают 1%. Однако, при моделировании движения микроспутника на более значительных интервалах времени полёта требуется использовать методы более точные, чем РК4.

Литература

1. Белецкий В.В., Хентов А.А. Вращательное движение намагниченного спутника. М.: Наука, 1985. 288 с.

2. Коваленко А.П. Магнитные системы управления космическими летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1975. - 248 с.

3. Lyubimov V.V., Malyshev V.I., Semkin N.D. Attitude control of small spacecraft with allowance made for failures in the system for decreasing angular momentums of flywheels// Gyroscopy and Navigation, 2013. Volume 4, Issue 4, Pages 216-222.

4. Любимов В.В. Об особенностях в возмущенном вращательном движении спутника с сильным магнитом на борту // Изв. вузов. Авиационная техника. 2009. №2. С.29-31.

5. Любимов В.В. Внешняя устойчивость резонансов при движении асимметричного твердого тела с сильным магнитом в геомагнитном поле// Известия РАН. Механика твердого тела. 2010. № 1. С.13-27.

6. Лебедев А.С., Любимов В.В., Сёмкин Н.Д. Моделирование управляемого движения микроспутника с магнитными и гравитационными исполнительными органами / Полёт. 2012. №7. С.39-44.

7. Калаев М.П., Любимов В.В., Сёмкин Н.Д. Полунатурное и имитационное моделирование процесса отделения микроспутника// Гироскопия и навигация. № 2 (85). С.52-60.

8. Семкин Н.Д., Любимов В.В., Малышев В.И. Моделирование законов функционирования магнитных исполнительных органов при ориентации микроспутника по местной вертикали// Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2012. Том.15, № 1. С.103-108.

9. Хайрер Э., Нёрсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. М.: Мир, 1990. – 512 с.

В.В. Любимов, Д.Д. Петров

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАЕКТОРИИ ФУТБОЛЬНОГО МЯЧА ПРИ УДАРЕ «СУХОЙ ЛИСТ»

(Самарский университет)

Постановка задачи

Рассматривается задача о полёте футбольного мяча по криволинейной траектории, называемой “сухой лист”. Следует отметить, что данный термин пришёл к нам из природы и чаще всего применяется для описания криволинейных траектории полёта мяча при пробитии угловых и штрафных ударов. Целью работы является расчёт кривизны и кручения траектории мяча с целью выяснения наиболее характерных особенностей геометрии пространственного движения футбольного мяча.

Математическая модель

Рассмотрим математическую модель полёта мяча при пробитии углового удара. Пусть мяч массой m, движется от удара футболиста с ненулевой начальной углового скоростью ω и начальной скоростью движения центра тяжести V_0 в сторону ворот (рис. 1). При этом будем учитывать аэродинамическую силу сопротивления воздуха (с модулем равным F_c), аэродинамическую силу Магнуса (с модулем равным $F_м$) и силу тяжести мяча. Если мячу придано вращение вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω, то сила Магнуса будет направлена в сторону плоскости ворот OYZ. Дифференциальные уравнения движения мяча имеют вид (g – ускорение свободного падения, mg – сила тяжести):

$$\begin{aligned} m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} &= -F_{\text{M}} - F_c \cdot \cos\alpha \cdot \sin\beta, \\ m \cdot \frac{d^2y}{dt^2} &= -F_{yc} - F_c \cdot \cos\alpha \cdot cos\,\beta\,, \\ m \cdot \frac{d^2z}{dt^2} &= -mg - F_c \cdot sin\alpha, \end{aligned} \qquad (1)$$

При аналитическом интегрировании этих дифференциальных уравнений используем начальные условия:

$$\begin{aligned} &x(0) = 0, \\ &y(0) = 0, \\ &z(0) = 0, \\ &V_x(0) = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot \sin\beta, \\ &V_y(0) = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot cos\beta \\ &V_z(0) = V_0 \cdot \sin\alpha. \end{aligned} \qquad (2)$$

Здесь α – угол между вектором начальной скорости V_0 и горизонтальной плоскостью газона XY, β – угол между проекцией вектора V_0 на горизонтальную плоскость газона и плоскостью, содержащей ворота OYZ. При аналитическом интегрировании дифференциальных уравнений (1) с учетом начальных условий (2) получаем закон пространственного движения мяча [1]:

$$x = V_0 \cdot t \cdot \cos\alpha \cdot \sin\beta - \frac{F_c \cdot t^2}{2m} \cdot \cos\alpha \cdot \sin\beta - \frac{F_M \cdot t^2}{2m},$$
$$y = V_0 \cdot t \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta - \frac{F_c \cdot t^2}{2m} \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta, \quad (3)$$
$$z = V_0 \cdot t \cdot \sin\alpha - \frac{g \cdot t^2}{2} - \frac{F_c \cdot t^2}{2m} \cdot \sin\alpha.$$

При аналитическом интегрировании уравнений (1) аэродинамическая сила сопротивления и сила Магнуса предполагались неизменными. В реальности данные аэродинамические силы являются переменными величинами. В частности, они обе пропорциональны скорости полёта V.

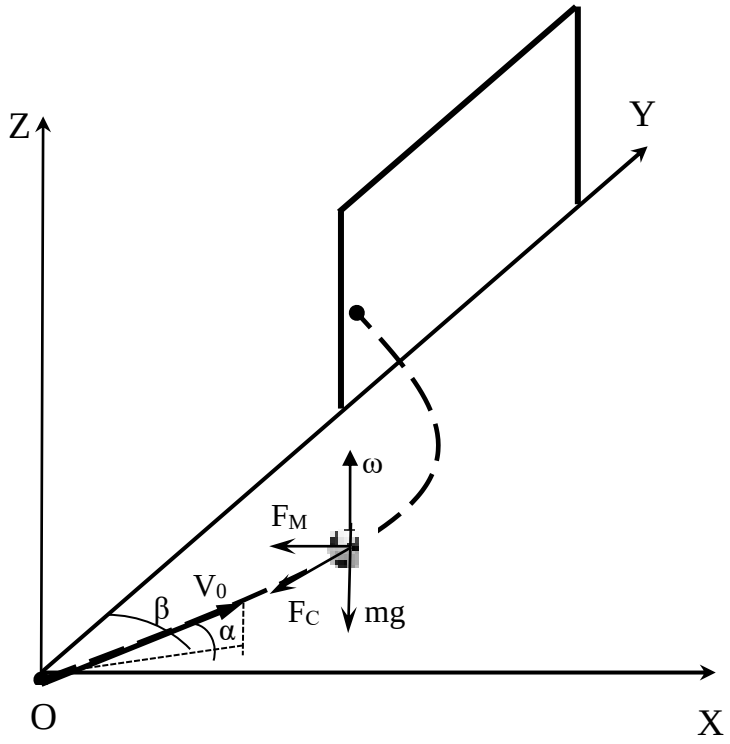


Рис.1. Траектория полёта мяча при пробитии углового удара.

Расчёт кривизны и кручения траектории мяча

Произведём расчёт кривизны траектории полёта мяча. При этом применяем известное выражение [1]:

$$k = \frac{\left|\frac{dr}{dt} \times \frac{d^2r}{dt^2}\right|}{\left|\frac{dr}{dt}\right|^3}. \quad (4)$$

Посредством нахождения первых и вторых производных координат (3), определения их векторного произведения, получения модуля от данного векторного произведения в числителе и возведения в третью степень производной в знаменателе получаем следующую формулу для расчёта кривизны траектории мяча:

$$k = \frac{\left|\sqrt{(\dot{y}\ddot{z} - \dot{z}\ddot{y})^2 + (\dot{z}\ddot{x} - \ddot{z}\dot{x})^2 + (\dot{x}\ddot{y} - \dot{y}\ddot{x})^2}\right|}{\left|\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}\right|^3}. \quad (5)$$

При расчёте кручения траектории полёта мяча используем формулу [1]:

$$\sigma = \frac{\frac{dr}{dt}\frac{d^2r}{dt^2}\frac{d^3r}{dt^3}}{\left|\frac{dr}{dt}\times\frac{d^2r}{dt^2}\right|^2}. \quad (6)$$

Посредством нахождения производных, вычисления смешанного произведения векторов в числителе и подсчёта квадрата векторного произведения в знаменателе получаем формулу для кручения:

$$\sigma = \frac{\dot{x}(\dddot{y}\ddot{z} - \dddot{z}\ddot{y}) - \dot{y}(\dddot{x}\ddot{z} - \dddot{z}\ddot{x}) + \dot{z}(\dddot{x}\ddot{y} - \dddot{y}\ddot{x})}{\left|\sqrt{(\dot{y}\ddot{z} - \dot{z}\ddot{y})^2 + (\dot{z}\ddot{x} - \ddot{z}\dot{x})^2 + (\dot{x}\ddot{y} - \dot{y}\ddot{x})^2}\right|^2}. \quad (7)$$

Численное моделирование кривизны и кручения

При численном моделировании пространственного движения мяча применялись закон движения (3). При этом использовались следующие параметры мяча и начальные условия интегрирования: m= 0,45 кг, $\alpha=20^0$, $\beta=25^0$, g=9.8 м/с², F_M=4,5 Н, F_C=1,5 Н, V(0)=30 м/с. На рис.2 показано изменение кривизны траектории. Рис.2 построен с использованием формулы (5). Из рис.2 следует, что значение кривизны достигаем максимума в начале полёта. В дальнейшем, происходит уменьшение кривизны до минимума с последующим монотонным возрастанием. На рис.3 показано изменение кручения траектории. Рис.3 построен с использованием формулы (7). На графике видно, что значение кручения монотонно возрастает в течение всего времени полёта мяча.

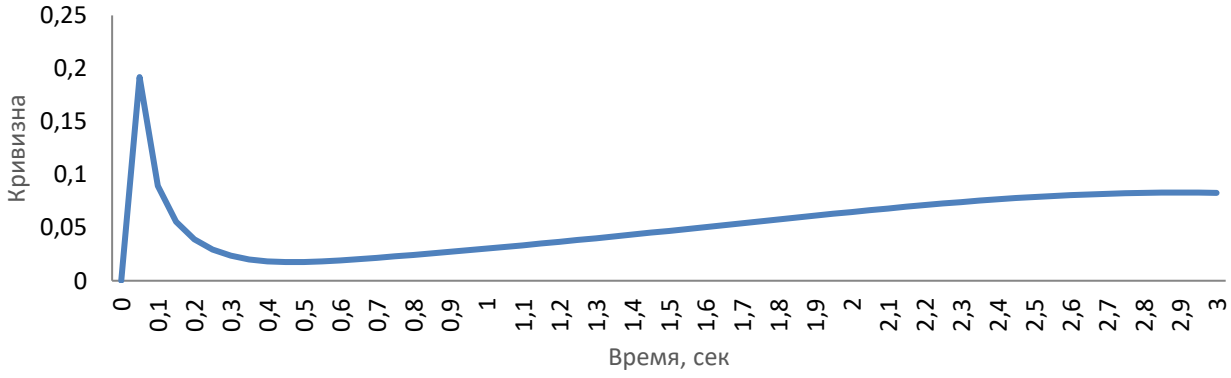


Рис.2. Изменение кривизны траектории полёта мяча от времени

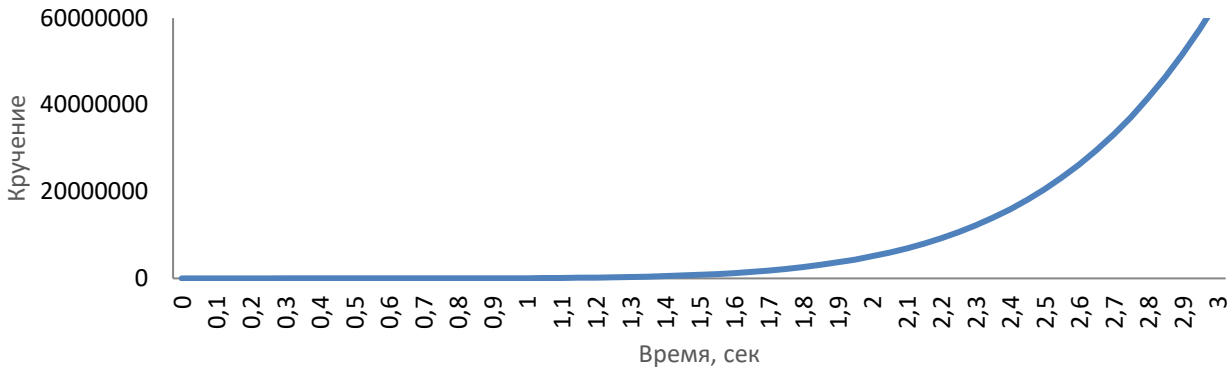


Рис.3. Изменение кручения траектории полёта мяча от времени

Заключение

В работе произведён численный анализ характеристик траектории футбольного мяча при ударе «Сухой лист» и получены зависимости кривизны траектории от времени и кручения мяча от времени. Из результатов работы следует, что максимальное кручения траектория мяча достигает в конце полёта, а максимальная кривизна траектории имеет место в самом начале своего пути полёта мяча. Следует отметить, что при численном моделировании не учитывалось изменение аэродинамических сил лобового сопротивления и силы Магнуса. Действительно, учёт переменности аэродинамических сил приводит невозможности аналитического интегрирования системы (1). В этом случае для получения описанных геометрических характеристик требуется производить численное интегрирование системы (1). Данные результаты выходят за рамки представленной работы, но могут быть рассмотрены в последующих публикациях.

Литература

1. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах: Учеб. пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова, С. П. Данко. — 7-е изд., испр. М.: ООО «Издательство АСТ», 2014. 816 с.

А.И. Матвеев

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕТОДА ОТЖИГА)

(СНИУ Самарский университет)

Оптимизация функционирования любой системы, в том числе и социальной, является актуальной проблемой в различных областях жизнедеятельности. К настоящему времени накоплен огромный опыт решения оптимизационных задач, как для конкретных приложений, так и в обобщенном виде. Существую-

щие методы оптимизации можно разделить на детерминированные, эвристические и комбинированные.

Детерминированные методы дают точную оценку исследуемому процессу и однозначно определить функциональные связи между «входами» и «выходами». Если такая связь является вероятностной, то мы имеем дело с детерминистическими вероятностными методами. Противоположными детерминистическим методам являются эвристические, в частности методы самоорганизации, использующие генераторы случайных комбинаций (гипотез) и интегральные самоотборы лучших из них по эвристическим критериям. Подход самоорганизации является общим, интегральным и не требует глубокого исследования каждого элемента системы в отдельности [3].

Заметим, что детерминистическое направление эффективно при решении действительно небольших, специфических задач, и непригодно для решения трудноформализуемых и сложных многоуровневых задач. К таким задачам относится, например, те в которых нельзя все исходные данные задать в числовом виде или вообще их получить (задачи психологии, социологии, экономики, решение задач экстремального управления, экономического прогнозирования, задачи оценки надежности и т.д.). Таким образом, существует класс задач (экономических и технических) для которых детерминистические методы решения не приемлемы или не обеспечивают необходимой точности результатов.

Альтернативный детерминистическому метод состоит в использовании эвристических методов: самоорганизующихся и генетических алгоритмов. Генетические алгоритмы в каком-то смысле являются аналогом самоорганизующихся. В настоящее время они исследуются более интенсивно и находят свое приложение в обработке изображений, системах управления принятия решений. Различие генетических и самоорганизующихся алгоритмов состоит в определении исходных данных и интерполяции процедуры самоорганизации. Известны примеры самоорганизующихся алгоритмов в системах управления.

Одним из методов, доказавших свою эффективность при решении оптимизационных задач является метод отжига [2].

Этот метод основан на идее, заимствованной из статической механики. Он отражает поведение материального тела при отвердевании с применением процедуры отжига (управляемого охлаждения) при температуре, последовательно понижаемой до нуля. Метод имитации отжига представляет собой алгоритмический аналог физического процесса управляемого охлаждения [1].

Рассмотрим данный метод применительно к задаче составления расписания процесса обучения на кафедре вуза. Переходя к математической модели, определим, что в данной задаче может играть роль энергии, и состояние какого объекта такая энергия может характеризовать. Один из возможных вариантов – это рассмотрение в качестве энергии целевой функции, основанной на штрафах, добавляемых к текущему расписанию за каждый неудобный в нём момент, а в качестве низкоэнергетического состояния – корректное (хотя и неизвестное) расписание.

Классический алгоритм имитации отжига можно описать следующим образом:

1. Запустить процесс из начальной точки ω при заданной температуре $T = T_{\max}$

2. Пока $T > 0$, повторить *L* раз следующие действия:

- Выбрать новое решение ω' из окрестности ω;
- Рассчитать изменение целевой функции $\Delta = E(\omega') - E(\omega)$;
- Если $\Delta \le 0$, принять $\omega = \omega'$; в противном случае (при $\Delta > 0$) принять, что $\omega = \omega'$ с вероятностью $e^{\frac{-\Delta}{T}}$ путем генерации случайного числа *R* из интервала (0, 1)с последующим сравнением его со значением $e^{\frac{-\Delta}{T}}$; если $e^{\frac{-\Delta}{T}} > R$, принять $\omega = \omega'$, в противном случае проигнорировать его.

3. Уменьшить температуру ($T \leftarrow rT$) с использованием коэффициента уменьшения *r*, выбираемого из интервала (0, 1), и вернуться к п. 2.

4. После снижения температуры до нулевого уровня провести поиск минимума любым детерминированным методом. Данный минимум будет являться глобальным.

Огромное влияние на эффективность метода имитации отжига оказывает выбор таких параметров, как начальная температура $T_{\max}$, коэффициент уменьшения температуры *r* и количество циклов *L*, выполняемых на каждом температурном уровне. Максимальная температура подбирается по результатам многочисленных предварительных имитационных экспериментов. На их основе строится распределение вероятности стохастических изменений текущего решения при конкретных значениях температуры (зависимость $A = f(T)$). В последующем, задаваясь процентным значением допустимости изменений в качестве порогового уровня, из сформированного распределения можно найти искомую начальную температуру. Глобальной проблемой остается определение порогового уровня, оптимального для каждой реализации процесса имитации отжига. Для отдельных практических задач этот уровень может иметь различные значения, однако общий диапазон остается неизменным. Как правило, начальная температура подбирается так, чтобы обеспечить реализацию порядка 50% последующих случайных изменений решения. Поэтому знание предварительного распределения вероятностей таких изменений позволяет получить приблизительную оценку начальной температуры.

Учитывая NP-полноту задачи, для её решения можно попытаться применить имитацию действий диспетчера при составлении расписания. В этом случае алгоритм оперирует непосредственно расписанием и списком занятий, которые необходимо включить в расписание (учебным планом). Процесс составления расписания начинается с пустого расписания, когда все занятия находятся в списке неучтённых занятий. Далее алгоритм переходит от одного незаконченного расписания к другому, стремясь наилучшим образом расставить все занятия, включённые в список. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет сформировано полное расписание или выполнится фиксированное количество

итераций. Рассмотрим схему этого алгоритма более подробно. Данный алгоритм состоит из трёх основных действий:

1). Выбирается ещё не включённое в расписание занятие. Выбор делается на основе анализа узких мест. В данном случае узкими местами являются наиболее дефицитные ресурсы: студенты, преподаватели и аудитории. В первую очередь составляются расписания для наиболее дефицитных ресурсов. Это могут быть занятия, использующие дефицитный аудиторный фонд, занятия, проводимые преподавателями, которые ставят жёсткие условия по времени и месту их проведения и т. д.

2). Для выбранного занятия определяются все возможные варианты его размещения в расписании, удовлетворяющие всем жёстким ограничениям. Далее каждая позиция оценивается с помощью специальной эвристической целевой функции, и занятие помещается в лучшую из

возможных позиций.

3). Если в случае п. 2 в расписании возникла конфликтная ситуация, то конфликтующие занятия удаляются из расписания и помещаются обратно в список неучтённых занятий.

При реализации алгоритма, основанного на принципах имитационного моделирования, особое внимание уделяется разработке эвристических правил выбора очередного занятия из списка, определения наилучшей для него позиции в расписании и оценке получаемого расписания.

К положительным чертам такого подхода можно отнести возможность детального учёта специфики решаемой задачи в случае составления расписания для конкретного вуза. Однако при этом сильно ограничивается возможность применения разработанной системы в других учебных заведениях. Кроме того, по-видимому, понадобиться вносить существенные изменения в алгоритм при незначительных внутренних изменениях в вузе.

Так как алгоритм основан на действиях, совершаемых диспетчером при составлении расписания, то существует возможность организации деятельного диалога между пользователем и системой при поиске оптимального расписания. Однако подобный подход справедлив только для относительно небольших задач, так как в противном случае значительная зависимость алгоритма от пользователя может сделать такой диалог малоэффективным.

Задачу составления расписания можно рассматривать как задачу раскраски графа. Напомним, что задачей раскраски графа называют поиск хроматического числа графа или, другими словами, поиск минимального числа цветов, необходимых для раскраски вершин некоторого графа с использованием для каждой пары соседних вершин различных цветов. Сама задача поиска хроматического числа представляет собой NP-полную задачу, для решения которой в большинстве случаев используются различные жадные алгоритмы .

Для постановки задачи составления расписания как задачи раскраски графа строится граф, в котором каждая вершина представляет собой запланированное учебным планом занятие. В том случае, если между какими-то двумя вершинами возможны конфликты, например, оба занятия проводятся в одной

аудитории или с одним преподавателем, то они соединяются ребром. Это эквивалентно запрету одновременного проведения этих занятий. Тогда задача составления расписания представляется как минимизация числа цветов, необходимых для раскраски графа. Каждый цвет соответствует одному периоду расписания.

Таким образов, в результате применения метода отжига осуществлена оптимизация задачи составления расписания учебных занятий кафедры вуза.

Литература

1. Глушань В.М. Метод имитации отжига // Известия ТРТУ, №2 (31), 2003. – С. 158-150

2. Лопатин А.С. Метод отжига [Электронный ресурс] Режим доступа : http://www.math.spbu.ru/user/gran/sb1/lopatin.pdf (Дата обращения 22.03.2018)

3. Сусов Р.В. Модели и методы оптимизации бизнес-процессов для повышения эффективности функционирования организации: автореф. дис…. канд. экон наук. – Москва, 2014. – 25 с.

В.М. Матвеев, И.В. Годовицын, Д.А. Ефимов

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КРЕМНИЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ

(Научно-производственный комплекс "Технологический центр", г. Зеленоград)

Конечно-элементный метод реализует итерационный подход к решению системы нелинейных уравнений, описывающих модель исследуемого объекта [1,2]. Широкое распространение конечно-элементный метод получил только в последние десятилетия, когда вычислительная мощность компьютеров стала достаточно высокой. Конечно-элементный метод позволяет получить зависимости характеристик чувствительного элемента от конструктивных параметров без существенных материальных и временных затрат [3,4]. Также, несомненным достоинством конечно-элементного моделирования является возможность использования экспериментальных результатов с целью повышения точности расчета.

В основе конечно-элементного анализа лежит разбиение модели объекта на элементы, размер которых значительно меньше самого объекта. Каждый элемент имеет связь с соседними элементами, испытывает воздействие с их стороны и воздействие нагрузки. Для каждого элемента можно составить уравнение равновесия относительно какой-либо физической величины (сила, ускорение, температура, давление и т.д.). Это уравнение будет иметь N неизвестных, где N - количество элементов, на которое разбит объект. Большинство коэффициентов в этом уравнении равны нулю, так как каждый элемент связан не со всеми оставшимися элементами, а только с ближайшими соседями. Вся мо-

дель будет описываться системой из N уравнений с N неизвестными. Данную систему уравнений можно представить в следующем виде:

$$\{K\}\bullet\{X\}=\{B\}, \quad (1)$$

где {K} – матрица коэффициентов связи, так называемая "матрица жесткости", {X} – вектор неизвестных, {B} – вектор граничных условий.

Решение системы уравнений (1) достигается путем умножения вектора граничных условий на матрицу, обратную матрице К:

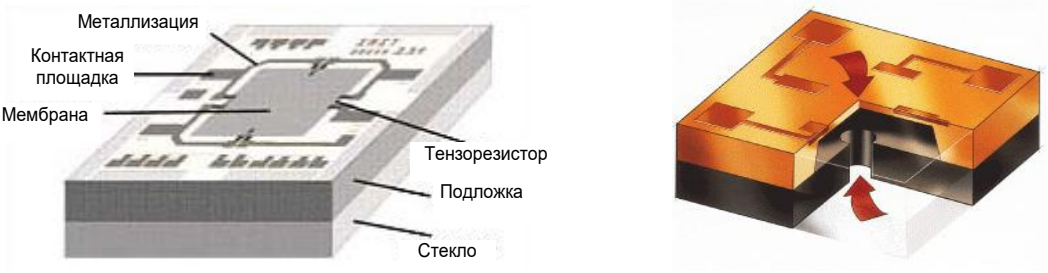
$$\{X\}=\{B\}\bullet\{K\}^{-1}. \quad (2)$$

Недостатком данного метода является большой объем вычислений. По этой причине широкое применение метода конечных элементов началось только с развитием вычислительной техники.

Использование конечно-элементного моделирования в разработке кремниевых преобразователя давления дает существенную экономию временных и материальных ресурсов. Наиболее важной проблемой, которую приходится решать при выполнении моделирования – нахождение баланса между точностью получаемых результатов и временными затратами. Последние напрямую связаны с компьютерными ресурсами, находящимися в распоряжении разработчика. В большинстве случаев эти ресурсы ограничены настольным компьютером офисной конфигурации. Точность расчета прямо пропорциональна количеству элементов модели, поэтому для получения достоверных результатов необходимо увеличение количества элементов до максимально возможного. Однако, увеличение количества элементов приводит к увеличению времени расчета, причем эта зависимость имеет нелинейный, близкий к экспоненциальному характер. Для получения удовлетворительной точности результатов за приемлемое время необходима оптимизация процесса конечно-элементного моделирования, то есть создание модели, имеющей наименьшее количество элементов и обеспечивающую удовлетворительную точность расчета.

Структура кремниевого преобразователя давления имеет ряд существенных особенностей, обусловленных как характеристиками используемых материалов, так и технологическими подходами, применяемыми при изготовлении [5,6]. С точки зрения конструкции, структура кремниевого преобразователя давления имеет те же элементы, что и предшествовавшие не кремниевые (металлические) преобразователи давления (рисунок 1) – мембрана, рамка, тензорезисторы, токоведущие дорожки и др.

Наиболее эффективным подходом, используемым для уменьшения размера модели кремниевого преобразователя давления, является использование симметрии преобразователя. Как правило, структура преобразователя симметрична как минимум, по одной плоскости, а в большинстве случаев, по двум. Использование симметрии позволяет проводить расчет модели не полного преобразователя, а половины или четверти. Тем самым размер модели существенно уменьшается. Влияние отброшенной части модели описывается граничными условиями симметрии. В результате, уменьшается время расчета, что снижает требования к вычислительной мощности вычислительного оборудования.



а б

а – общий вид;
б – разрез

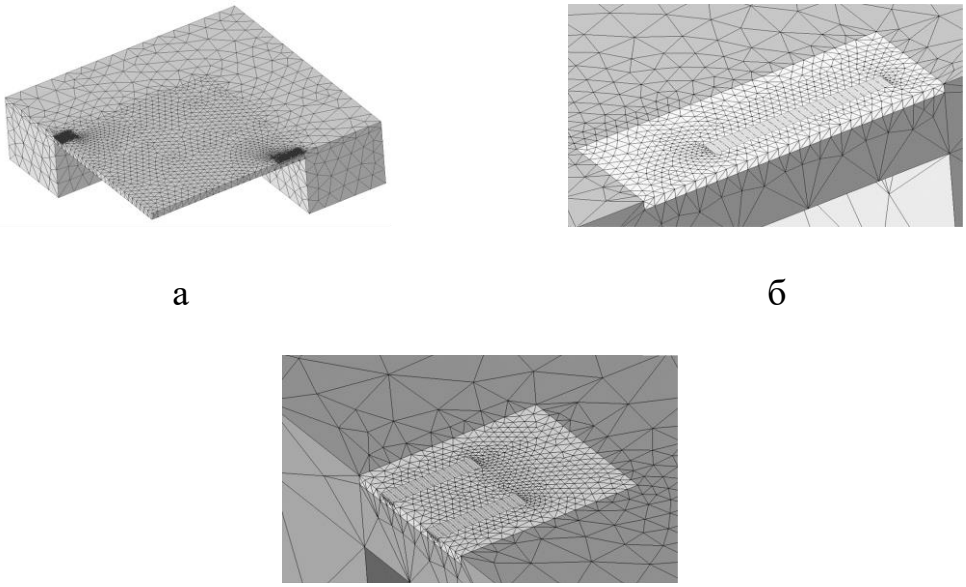
Рисунок 1 – Структура чувствительного элемента кремниевого преобразователя давления

Другим не менее эффективным подходом, с помощью которого можно уменьшить размер модели преобразователя давления, служит использование элементов различного размера для описания разных компонентов структуры. Разработчика обычно интересуют физические процессы, происходящие в наиболее важных компонентах структуры – для кремниевого преобразователя давления это тензорезисторы. Чтобы получить детальную информацию, необходимо наиболее подробно описать данную область, то есть увеличить количество элементов для этого компонента, уменьшив их размер. Другие компоненты структуры, которые не представляют интереса, могут быть описаны меньшим количеством элементов.

Описанные выше подходы использованы при оптимизации модели кремниевого тензорезистивного преобразователя давления рисунок 2. Модель имеет компоненты с разными характерными размерами – от 1 мкм (тензорезисторы) до 400 мкм (подложка). При использовании для всей модели элемента с размером 1 мкм ее размер будет очень велик и расчет на обычном компьютере окажется невозможен. Поэтому используются оба подхода к уменьшению размера модели – разбиение на части по плоскостям симметрии и применение элементов разного размера для разных компонентов структуры.

Расчет основных характеристик кремниевого преобразователя давления может быть проведен с помощью программы конечно-элементного моделирования ANSYS, которая дает возможность расчета тензорезистивных эффектов с учетом анизотропии тензорезистивных и упругих свойств материала [7]. С помощью программы может быть рассчитана зависимость сопротивления тензорезисторов от давления и температуры и построена выходная характеристика с учетом того, что тензорезисторы объединены в полную мостовую схему, которая может быть использована для расчета метрологических характеристик преобразователя с использованием методик и соотношений, описанных в [8].

Разработанная модель имеет около 30 тыс. элементов. По оценке, расчет одной точки выходной характеристики для на компьютере офисной конфигурации будет занимать 2-3 минуты. Это время является приемлемым, так как позволяет выполнять значительный объем расчетов за относительно небольшой временной промежуток.



а б

в

а – общий вид;
б – радиальный тензорезистор;
в – тангенциальный тензорезистор

Рисунок 2 – Модель преобразователя давления после построения сетки

Работы выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0245, уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57717X0245).

Литература

1. Обзор современных систем автоматизированного проектирования: рыцари физики эфира – научная библиотека по физике и новым технологиям [электронный ресурс] ULD: http://www.bourabai.ru/graphics/dir.htm (дата обращения: 01.12.2017).

2. Introduction to Finite Element Methods: Department of Aerospace Engineering Sciences University of Colorado at Boulder [электронный ресурс] ULD: http://www.colorado.edu/engineering/cas/courses.d/IFEM.d/ (дата обращения: 01.12.2017).

3. Годовицын И.В., Расчет деформации электростатических ВЧ-переключателей аналитическим и конечно-элементным методами // Нано- и микросистемная техника. 2006. № 11. С.41-46.

4. Годовицын И.В., Амеличев В.В., Ильков А.В., Костромин А.Ю., Моделирование микродвигателя на основе КНИ-структуры // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2012. № 1(93). С.43-47.

5. Данилова Н.Л., Панков В.В., Суханов В.С., Михайлов Ю.А. Интегральный преобразователь давления //Патент РФ №2362132. 2009.

6. Игнатьева Е. В., Михайлов Ю. А. О показателе чувствительности конструкции кремниевых тензопреобразователей давления, Датчики и системы. 2008. №10, С. 35 –38.

7. Официальный сайт компании ANSYS [электронный ресурс] ULD: www.ansys.com (дата обращения: 01.12.2017).

8. Ваганов В.И. Интегральные тензопреобразователи, М., Энергоатомиздат, 1983., 136 с.

О.И. Малыхина

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТОДА МНОГОКРАТНОГО ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ

(Самарский университет)

Несмотря на существование большого числа пакетов программ для математических вычислений, которые могут применяться для проведения различных расчетов при решении широкого класса инженерных задач, популярность математического пакета MathCad остается на стабильно высоком уровне. Это объясняется как ее широким распространением, так и удобством, а также интуитивно понятными принципами работы в данной программе. Время, которое необходимо затратить на ее освоение оказывается минимальный, что определяет весьма широкий круг инженерных работников, знакомых с данной программой. Указанные обстоятельства определяют тот факт, что программы, написанные в MathCad играют роль языка общения, способного передавать не только математические формулы, которые необходимы для проведения тех или иных расчетов, но и алгоритмы, содержащие логику практической реализации автоматизированного решения сложных инженерных задач. Это весьма важно, так как зачастую позволяет в значительной степени сэкономить время на разработку алгоритмов и расчетных программ, что является неотъемлемой частью работы современного инженера-расчетчика. При этом программы, написанные в MathCad, чётко демонстрируют логическую структуру алгоритма и, при необходимости, могут быть с легкостью переработаны в программы, написанные средствами любого другого математического пакета или языка программирования.

С учетом указанных особенностей программы MathCad построена книга [1], в которой приведены алгоритмы и программы, которые могут быть использованы при проведении расчетов для решения конкретных практических задач. Одной из задач, рассмотренных в указанной книге, является задача расчета форм и частот колебаний балок с переменными по длине массовыми и жесткостными характеристиками. Авторы приводят оригинальный способ решения данной задачи с использованием многократного решения задачи Коши, однако

отмечают, что попытка полностью автоматизировать процесс вычислений не привела к успеху. Данный факт затрудняет возможность практического использования предложенного метода.

В настоящей работе приводится вариант модификации рассматриваемой программы расчета, использование которого позволит устранить указанный недостаток и минимизировать усилия пользователя при проведении расчетов.

Итак, в рассматриваемой программе проводится решение системы дифференциальных уравнений (СДУ) вида:

$$\dot{f}(x) = D(x, f_i(x), \Omega),$$

где $f(x)$ – вектор, содержащий четыре элемента $f_i(x)(i = 1 \dots 4)$, каждый из которых является функцией переменной x;

D – вектор правых частей, содержащий элементы вектора $f(x)$, а также некоторый параметр Ω, значение которого заранее не известно и подбирается в процессе решения СДУ.

Значение параметра Ω подбирается среди значений, лежащих в заранее определенном интервале от начального значения Ωr до конечного значения Ωk. Число таких интервалов, на которых производится подбор параметра Ω, может быть различным и зависит от количества частот колебания конструкции, которые необходимо определить. Текущее значение Ω в общем случае зависит от значений Ωr и Ωk, а также от выбранного числа точек интервала (общего числа шагов), в которых производятся вычисления. При проведении же вычислений на данном конкретном шаге параметр Ω является функцией номера шага j, т.е.

$$\Omega = \Omega(j).$$

Предварительно создадим функцию правых частей СДУ вида

$$D1 = D1(x, f_i(x), \mathrm{j}),$$

где вместо неизвестного параметра Ω запишем выражение, определяющее значение данного параметра через номер шага j.

После этого, создадим программу-функцию [2], содержащую цикл, внутри которого при изменении номера шага j происходит: вычисление вектора правых частей $D1$; присвоение полученного значения вектору D; решение СДУ с правой частью D (рис. 1). На основе данных, полученных в процессе решения СДУ, с помощью программы-функции, приведенной в работе [1], проводится вычисление собственной частоты ω_{nt} и других характеристик конструкции, соответствующих текущему тону колебаний с номером nt.

Начальное значение параметра Ω для проведения вычислений на следующем интервале (для вычисления характеристик следующего тона колебаний) определяется через частоту предыдущего тона по формуле

$$\Omega r = \omega_{nt-1}^2.$$

Для обеспечения автоматической подстановки нового начального значения параметра Ω организуем внешний цикл, который будет основан на обращении к текстовому файлу, содержащему необходимую информацию. Для этого создадим текстовый файл *FileChastot.txt*, в который будем записывать все значения квадрата частоты, полученные в процессе работы программы.

$$\Delta\Omega = \left|\begin{array}{l} j \leftarrow 2 \\ \Delta\Omega_1 \leftarrow 0 \\ \Delta\Omega_2 \leftarrow 0 \\ \text{while } \Delta\Omega_{j-1}\cdot\Delta\Omega_j \geq 0 \\ \quad \left|\begin{array}{l} j \leftarrow j+1 \\ D(x,f) \leftarrow D1(x,f,j) \\ Z1_j \leftarrow \text{Bulstoer}(f10,0,1,mt,D) \\ Z2_j \leftarrow \text{Bulstoer}(f20,0,1,mt,D) \\ \Delta\Omega_j \leftarrow (Z1_j)_{mt+1,4}\cdot(Z2_j)_{mt+1,5} - (Z1_j)_{mt+1,5}\cdot(Z2_j)_{mt+1,4} \end{array}\right. \\ \Delta\Omega \leftarrow \text{submatrix}(\Delta\Omega,3,\text{last}(\Delta\Omega),1,1) \end{array}\right.$$

Рисунок 1 – Вид программы-функции для вычисления пробного значения параметра Ω

Переменной *Chast* присвоим значения данных, содержащихся в указанном файле. Первоначально файл будет содержать единственное значение, равное нулю. Так как значение переменной *Chast* в этом случае будет числовое, с ней невозможно будет совершать матричные операции, что может лишить нашу программу необходимой общности при проведении действий с указанной переменной. По этой причине необходимо создать вспомогательную программу-функцию (рис. 2), которая позволит преобразовать нулевое числовое значение в матрицу, содержащую единственный элемент.

$$Chast1 = \text{FileChastot.txt} \qquad Chast = \left|\begin{array}{l} Chast_1 \leftarrow 0 \quad \text{if } \text{IsArray}(Chast) = 0 \\ Chast \leftarrow Chast1 \quad \text{otherwise} \\ Chast \end{array}\right.$$

Номер рассматриваемого тона $nt = \text{last}(Chast)$

Начальное значение параметра Ω $\Omega r = Chast_{nt}$

Рисунок 2 – вид программы-функции для модификации переменной *Chast*

Теперь мы с легкостью сможем определить номер рассматриваемого тона колебаний, как номер последнего элемента вектора *Chast*, а также начальное значение параметра Ω, как значение указанного последнего элемента (рис. 2).

После проведения всех вычислений с помощью программ-функций, приведенных в работе [1], а также описанных выше в настоящей работе, вычисленное на текущем этапе значение квадрата частоты дописывается в файл *FileChastot.txt* с помощью функции *APPENDPRN*.

Для проведения следующего цикла расчетов, соответствующего другому тону колебаний, пользователю лишь остается нажать кнопку «Пересчитать документ» или комбинацию клавиш «*Ctrl+F9*». Все расчеты будут проведены автоматически. Однако, в случае, если возникнет необходимость корректировки шага интегрирования или других параметров, пользователь с легкостью сможет это сделать на текущем этапе, не прерывая весь процесс вычисления и не начиная его с начала.

Литература

1. Кирилин А.Н., Ахметов Р.Н., Соллогуб А.В. Проектирование, динамика и устойчивость движения ракет-носителей: Методы, модели, алгоритмы, программы в среде MathCad. М.: Машиностроение, 2013. 296 с.

2. Основы работы и программирования в системе MathCad: учебное пособие / сост. Е.А. Кочегурова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012 – 25 с.

Г.Х. Мирхайдарова

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УЧАСТКОВ ДОРОГИ СУБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ИСИКАВЫ

(УГАТУ)

В результате применения старых инструментов контроля качества к задаче системного анализа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) были выявлены факторы, позволяющие снизить число ДТП [1] и построена поверхность отклика для идеального случая распределения этих параметров.

Построим диаграмму Исикавы, чтобы было наглядно видно ,какие факторы влияют на дорожное покрытие.

Итак, разберем на диаграмме факторов для улицы Академика Королева:

Далее с помощью метода априорного ранжирования на примере использования метода экспертных оценок осуществим быстрый поиск решений, среди которых выберем наилучшее.

Оценка аварийности на дорогах происходит пятью экспертами (с1, с2, с3, с4, с5). На каждом участке разное количество факторов.

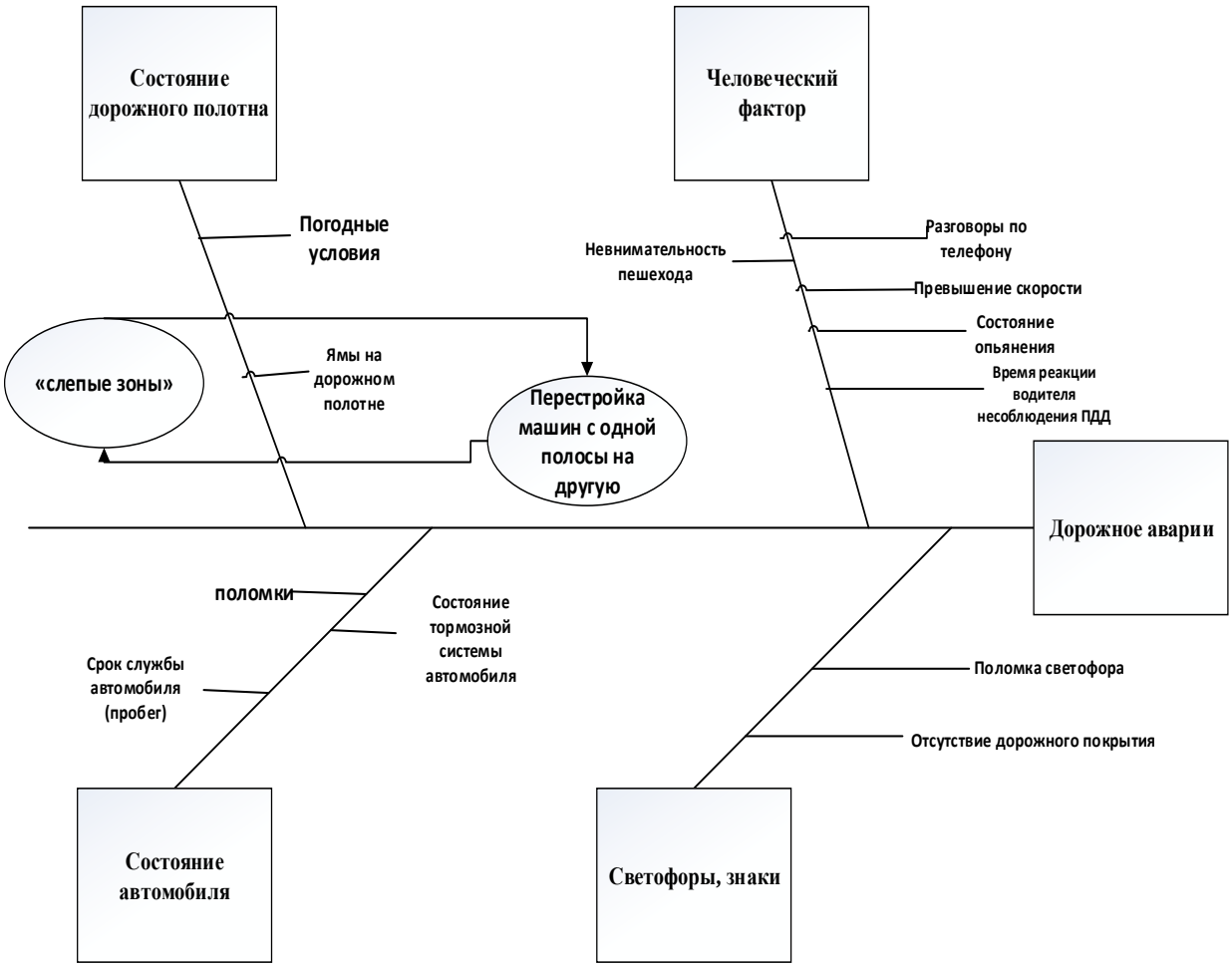


Рисунок 1- Факторы , влияющие на дорожные аварии



Рисунок 2- Диаграмма для улицы Академика Королева

Построим матрицу рангов для улицы Академика Королева.

Таблица 1

	x1	x2	x3	x4	x5	x6
C1	5	1	4	2	3	6
C2	4	2	3	1	6	5
C3	5	3	2	6	4	1
C4	1	3	2	6	4	5
C5	2	3	4	5	1	6
Сумма рангов	17	12	15	20	18	23
ср арифм знач сум-мы рангов	5,666667	4	5	6,666667	6	7,666667
абс знач откл сум-мы рангов от их ср арифм	11,33333	8	10	13,33333	12	15,33333

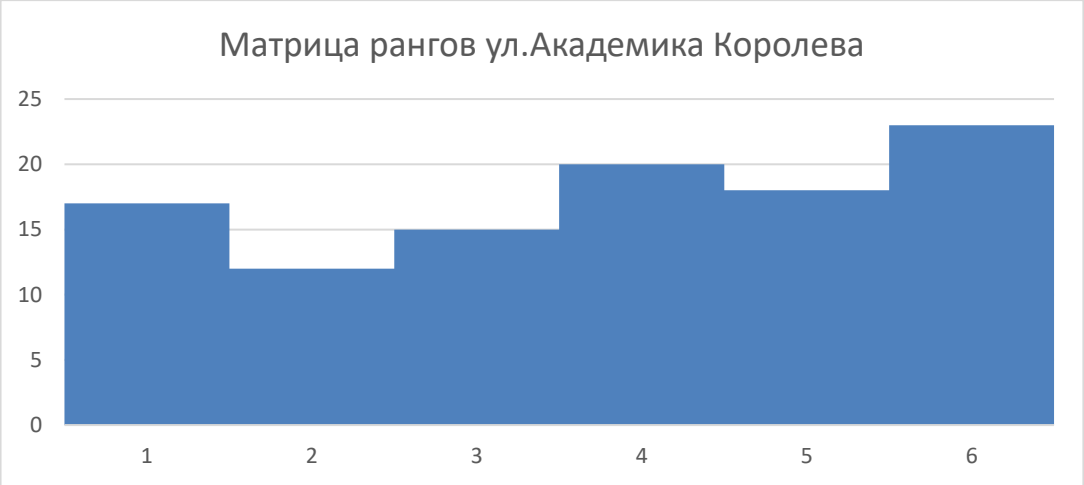


Рисунок 3 - Матрица рангов ул. Академика Королева

Рассчитаем коэффициент конкордации:

$H=\Sigma_i^{10}{}_{=1}{}^{*}(\frac{\sum_{i=1}^{10} aij}{n}-\sum_{i=1}^{10} aij)^2=1223{,}04$

$W=\frac{12H}{n^3(k^3-k)}$; где n=5; k=6

W=0.56

$x^2_p=n(k-1)W=3*5*0.444888=6.67332$

Был осуществлен быстрый поиск решений с помощью метода априорного ранжирования; рассмотрели методику статистической обработки информации, позволяющая выявить отклонения в различных факторах, которые оценивают эксперты. Для достоверного результата предлагается группирование по группам риска.

Литература

1. Мирхайдарова Г.Х. Постановка задачи принятия решений об организации дорожного движения на основе данных о дорожно-транспортных происшествиях: материалы Международной научно-практической конференции(часть 2). Стерлитамак.2017. С.175-177.
2. Статистика ДТП за 2015 год по г. Уфе: [Электронный ресурс] URL: http://stat.gibdd.ru/ (дата обращения: 1.01.2017 г.)

Д.В. Маслаков, А.А. Шиповских

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ СЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ ZHANG, CHEN, ZHENG

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева)

ВВЕДЕНИЕ

Метод разностного решения уравнений Максвелла (FDTD метод [1]) широко используется для моделирования распространения излучения в вычислительной электродинамике, оптике и фотонике. Классическая явная схема Yee [1] наряду с многочисленными достоинствами характеризуется условной устойчивостью, что затрудняет ее применение в случая, когда характеристические неоднородности исследуемого объекта моделирования уступают по размерам длине падающей волны. В силу этого, сравнение различных реализаций неявной схемы FDTD-метода [2] на языке MatLab, аналогично работе [4] для явной, представляется актуальным.

РАЗНОСТНАЯ СХЕМА ZHANG, CHEN, ZHENG

Уравнения Zheng, Chen, Zhang в виде разностного аналога.

Первая подитерация:

$$\boldsymbol{E_x}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k}^{n+\frac{1}{2}} = \boldsymbol{E_x}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k}^{n} + \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\varepsilon}\Delta \boldsymbol{y}}\left(\boldsymbol{H_z}\Big|_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k}^{n+\frac{1}{2}} - \boldsymbol{H_z}\Big|_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k}^{n+\frac{1}{2}}\right) - \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\varepsilon}\Delta \boldsymbol{z}}\left(\boldsymbol{H_y}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k+\frac{1}{2}}^{n} - \boldsymbol{H_y}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k-\frac{1}{2}}^{n}\right); \quad 1)$$

$$\boldsymbol{H_y}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k+\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} = \boldsymbol{H_y}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k+\frac{1}{2}}^{n} - \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\mu}\Delta \boldsymbol{z}}\left(\boldsymbol{E_x}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k+1}^{n} - \boldsymbol{E_z}\Big|_{i+1,j,k+1}^{n}\right); \quad 2)$$

$$\boldsymbol{H_z}\Big|_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k}^{n+\frac{1}{2}} = \boldsymbol{H_z}\Big|_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k}^{n} + \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\mu}\Delta \boldsymbol{y}}\left(\boldsymbol{E_x}\Big|_{i+\frac{1}{2},j+1,k}^{n+\frac{1}{2}} - \boldsymbol{E_x}\Big|_{i+\frac{1}{2},j,k}^{n+\frac{1}{2}}\right). \quad 3)$$

Вторая подитерация:

$$\boldsymbol{E_x}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k}^{n+1} = \boldsymbol{E_x}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k}^{n+\frac{1}{2}} + \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\varepsilon}\Delta \boldsymbol{y}}\left(\boldsymbol{H_z}\big|_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k}^{n+\frac{1}{2}} - \boldsymbol{H_z}\big|_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k}^{n+\frac{1}{2}}\right) - \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\varepsilon}\Delta \boldsymbol{z}}\left(\boldsymbol{H_y}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k+\frac{1}{2}}^{n+1} - \boldsymbol{H_y}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k-\frac{1}{2}}^{n+1}\right); \quad 4)$$

$$\boldsymbol{H_y}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k+\frac{1}{2}}^{n+1} = \boldsymbol{H_y}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k+\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} - \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\mu}\Delta \boldsymbol{z}}\left(\boldsymbol{E_x}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k+1}^{n+1} - \boldsymbol{E_z}\big|_{i+1,j,k}^{n+1}\right); \quad 5)$$

$$\boldsymbol{H_z}\big|_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k}^{n+1} = \boldsymbol{H_z}\big|_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k}^{n+\frac{1}{2}} + \frac{\Delta \boldsymbol{t}}{2\boldsymbol{\mu}\Delta \boldsymbol{y}}\left(\boldsymbol{E_x}\big|_{i+\frac{1}{2},j+1,k}^{n+\frac{1}{2}} - \boldsymbol{E_x}\big|_{i+\frac{1}{2},j,k}^{n+\frac{1}{2}}\right). \quad 6)$$

В качестве граничных условий примем случай заключения области вычислительного эксперимента в идеальную проводящую оболочку. В начальный момент времени поле отсутствовало, т.е. E_x, H_z и H_y при $t = 0$.

Излучение в области вычислительного эксперимента вводится посредством задания падающей волны из середины, в данном случае функция, заданная в области (z_0): $\boldsymbol{E(y_0, z_0, t) = \sin(\omega t)}$.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

Уравнения (2), (3), (5) и (6) решаются явно, в то время как уравнения (1) и (4) нельзя так решить. Подставив уравнение (3) в (1) и (5) в (4), получим такие уравнения, из которых можно составить СЛАУ вида $Ax = b$, где получится трёхдиагональная матрица A, для решения кототорой используется метод прогонки, являющийся адаптацией метода Гаусса к этому случаю, и метод однопараметрической итерации, итерационный метод решения СЛАУ.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА МЕТОДОМ ПРОГОНКИ

Для реализации алгоритма использовался стандартный метод пакета MatLab.

gammaXX – переменные, полученные в результате преобразований уравнений (1) – (6).

```
for t=1:Nt
   Exx=Ex; %сохранение результатов с предыдущего шага по времени
%начало первой подитерации
%составление правой части СЛАУ, полученной при подставлении урав-
нения (3) в (1)
   f=gammaZE*(Hy(1:Ny-2,2:Nz-1)-Hy(1:Ny-2,1:Nz-2))-
gammaYE*(Hz(2:Ny-1,1:Nz-2)-Hz(1:Ny-2,1:Nz-2))-Exx(2:Ny-1,2:Nz-1);
   f(:,1)=f(:,1)-gammaYE*gammaYU*Ex(2:Ny-1,1);
   for k=2:Nz-1 %вычисления СЛАУ методом прогонки
    Ex(2:Ny-1,k)=mldivide(C,f(:,k-1)); %решение уравнения
   end
   Hy=Hy-gammaZU*(Exx(2:Ny-1,2:Nz)-Exx(2:Ny-1,1:Nz-1)); %решение
уравнения (2)
   Hz=Hz+gammaYU*(Ex(2:Ny,2:Nz-1)-Ex(1:Ny-1,2:Nz-1)); %решение
уравнения (3)
% Аналогичные вычисления для второй подитерации
end
```

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ИТЕРАЦИЙ

Для реализации алгоритма использовался однопараметрический метод итераций [3].

c_tay – параметр, при котором величина погрешности приближений убывает с номером приближений наиболее быстро;

c_mainDiag – главная диагональ матрицы;

c_highDiag – верхняя диагональ матрицы;

c_lowDiag – нижняя диагональ матрицы;

gammaXX – переменные, полученные в результате преобразований уравнений (1) – (6).

```
for t=1:Nt
   Exx=Ex; %сохранение результатов с предыдущего шага по времени
%начало первой подитерации
%составление правой части СЛАУ, полученной при подставлении урав-
нения (3) в (1)
   f=gammaZE*(Hy(1:Ny-2,2:Nz-1)-Hy(1:Ny-2,1:Nz-2))-
gammaYE*(Hz(2:Ny-1,1:Nz-2)-Hz(1:Ny-2,1:Nz-2))-Exx(2:Ny-1,2:Nz-1);
   f(:,1)=f(:,1)-gammaYE*gammaYU*Ex(2:Ny-1,1);
   for k=2:Nz-1 %вычисления однопараметрическим методом итераций
    g = c_tay*f(:,k-1);
    ExInMeth = c_mainDiag.*P;% промежуточный вектор, необходимый
для вычислений однопараметрическим методом итераций
    ExInMeth(1:Ny-3) = ExInMeth(1:Ny-3) + c_highDiag.*P(2:Ny-2);
    ExInMeth(2:Ny-2) = ExInMeth(2:Ny-2) + c_lowDiag.*P(1:Ny-3);
    ExInMeth = ExInMeth + g;
    for j=1:6
       ExTemp = ExInMeth;
       ExInMeth = c_mainDiag.*ExTemp;
       ExInMeth(1:Ny-3) = ExInMeth(1:Ny-3) +
c_highDiag.*ExTemp(2:Ny-2);
       ExInMeth(2:Ny-2) = ExInMeth(2:Ny-2) +
c_lowDiag.*ExTemp(1:Ny-3);
       ExInMeth = ExInMeth + g;
    end
    Ex(2:Ny-1,k) = ExInMeth;
   end
   Hy=Hy-gammaZU*(Exx(2:Ny-1,2:Nz)-Exx(2:Ny-1,1:Nz-1)); %решение
уравнения (2)
   Hz=Hz+gammaYU*(Ex(2:Ny,2:Nz-1)-Ex(1:Ny-1,2:Nz-1)); %решение
уравнения (3)
   %Аналогичные вычисления для второй подитерации
end
```

ЭКСПЕРИМЕНТ

Для эксперимента будем использовать компьютер со следующими характеристиками:

- процессор: Intel Core i7-3537U 2,5 GHz,
- оперативная память: 8 ГБ 1600 МГц DDR3;
- видеокарта: GeForce NVidia 750M 4Gb
- операционная система: Windows 8.1

- язык программирования Matlab версии 9.2.0.

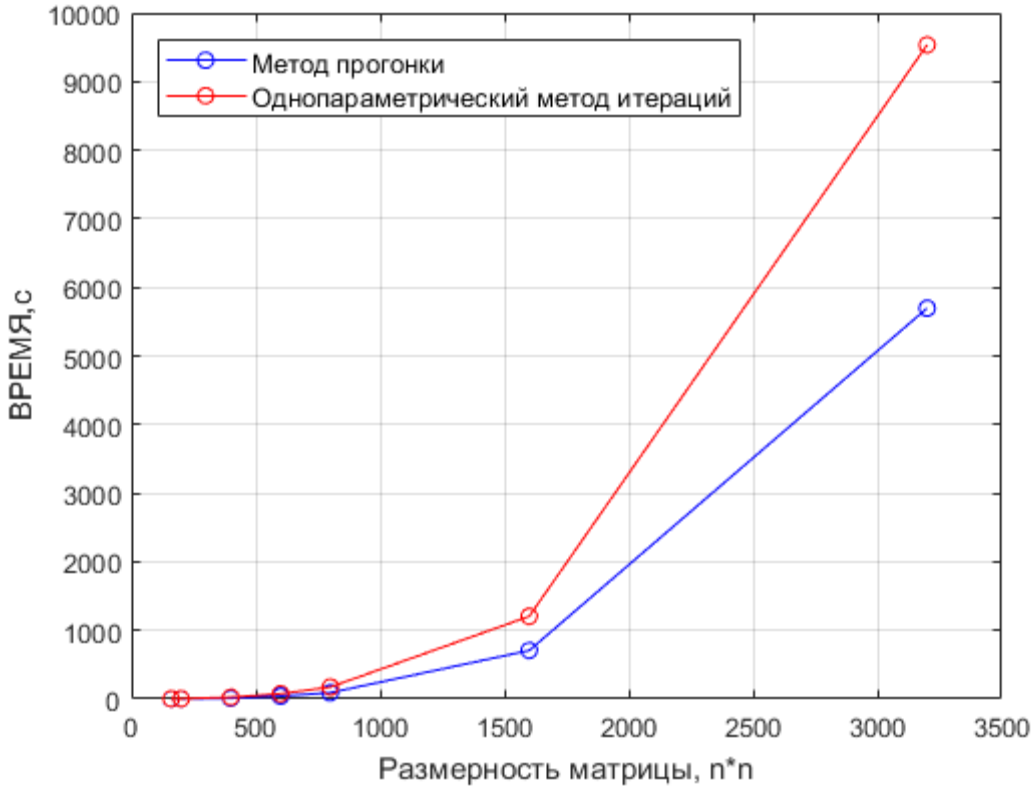


Рис. 1. Время выполнения алгоритмов, реализованных методом прогонки и методом однопараметрической итерации

На рисунке видно, что значения величин на графике увеличиваются с ростом размера матрицы. Время выполнения алгоритма, реализованного однопараметрическим методом итераций, занимает больше времени, чем алгоритм на основе метода прогонки для тех же размерностей матрицы.

Заключение

В данной работе были синтезированы алгоритмы, реализующие вычисления по схеме Zhang, Chen, Zheng методом прогонки и однопараметрическим методом итераций для двумерного случая.

Алгоритм, реализующий вычисления методом прогонки, оказался быстрее и легче в реализации, это означает, что для решения неявного метода лучше использовать метод прогонки.

Литература

1 Taflove A. Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method: 3nd. ed. / A. Taflove, S. Hagness – Boston: Arthech House Publishers, 2005. – 852 p.

2 Z. Chen, F. Zheng: “Toward the development of a three-dimensional unconditionally stable finite -difference time-domain method”, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 48 pp, 1050-1058, 2000.

3 Косарев В. И.: 12 лекций по вычислительной математике. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М: Физматкнига, 2013. – 240 с.

4 Alef Z. The Finite-Difference Time-Domain Method for Electromagnetics with MATLAB Simulations: SciTech Publishing, Inc., 2009. – XXVIII, 426 p.

Ш. Насырова, А. Артыков, М. Холиков

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В АНАЛИЗЕ И РАСЧЕТЕ СУШКИ МАТЕРИАЛА В МИКРОВОЛНОВОМ АППАРАТЕ

(Узбекистан, Навоийский государственный педагогический институт, Ташкентский химико-технологический институт
Ташкентский государственный технический университет)

При многоступенчатом анализе аппарат сушки представлен как основная система, где для изучения объекта сушки определенны его входные, выходные параметры.

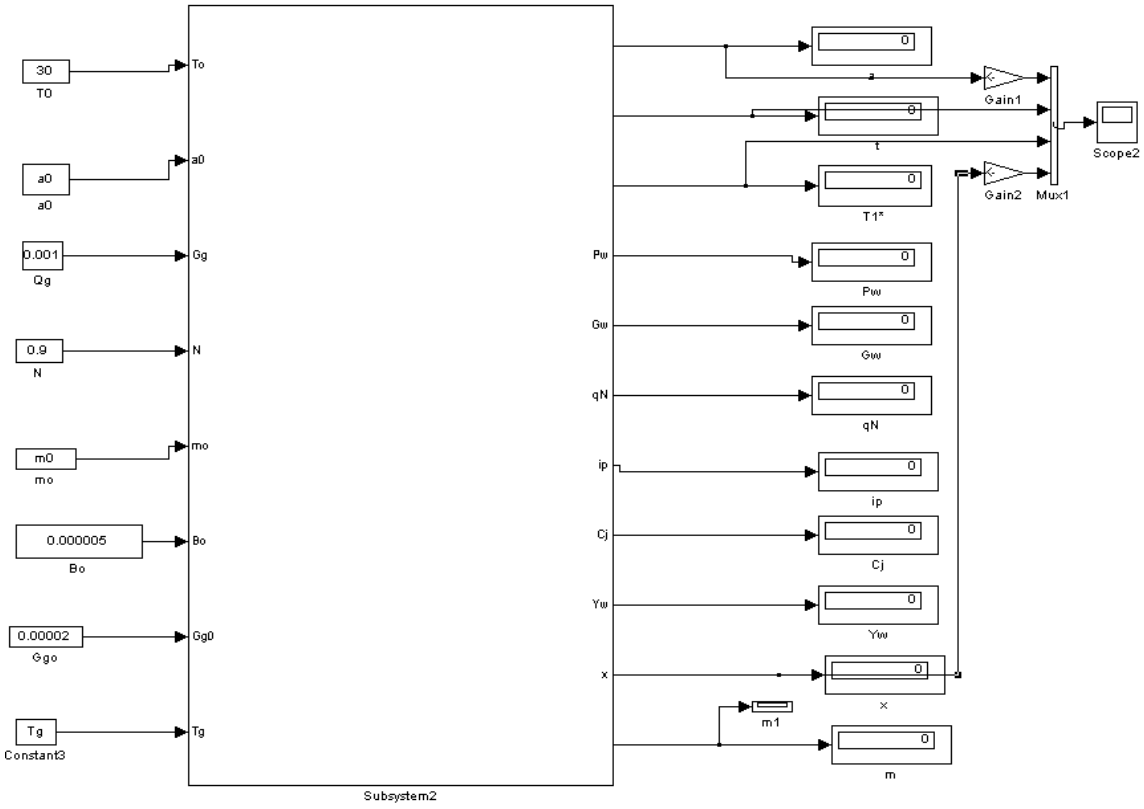


Рис. 1. Компьютерное отображение автоматизированного расчета процесса сушки в аппарате

Основная выбранная система расчленяется на отдельные системы-элементы. Это система подвода материала, система - рабочая зона, система - элемент отвода материала. В свою очередь рабочая зона расчленена на системы, ими являются элемент подвода энергии, газовая фаза и фаза высушиваемого материала. Определены входные и выходные параметры для каждой подсистемы

Компьютерная модель и вид автоматизированного расчета процесса в рабочей зоне аппарата сушки материала представлен в рис. 1.

Углубляясь в систему можно мыслить о составляющих блоках компьютерной модели расположенных в иерархических ступенях.

3. Расчет процесса сушки. В компьютер вводится исходные данные процесса сушки материала (объем рабочей камеры, расход газа, ее влажность; расход, температура и концентрация влаги поступающего материала; мощность подаваемой энергии), и компьютер за считанные секунды автоматически вычисляет закономерности изменения технологических параметров и все промежуточные и выходные показатели процесса и системы. В частности, таких параметров, как температура, концентрация высушиваемого материала, теплоемкость, энтальпия, распределение температуры, парциальное давление паров воды, расход водяного пара в газовой фазе, расходы выходящего высушиваемого материала и газа и др. Компьютерная модель и программы автоматизированного расчета имеется в библиотеке кафедры ИАБ ТХТИ.

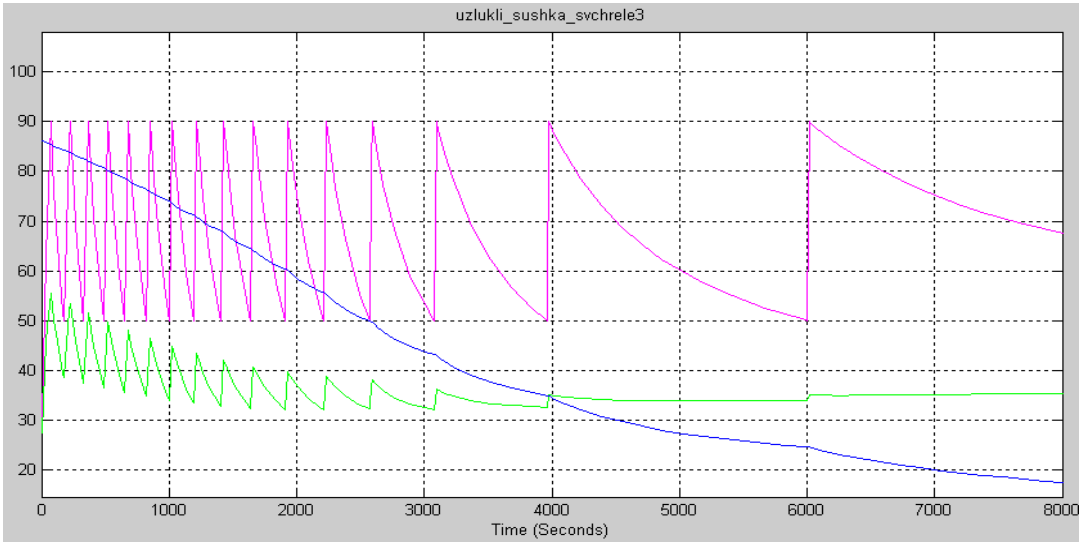


Рис.2. Изменение по времени температур материала, при оптимальном дискретном теплоподводе верхняя кривая – действительная температура, нижняя равновесная

На рис. 2. показан результат поиска оптимального дискретного - режима процесса сушки материала. Как видно из верхней колебательной линии, температура материала управляется в определенном диапазоне (здесь 50 – 90^0C), при помощи включения и отключения нагревателя. Влажность материала последовательно уменьшается по времени. В данном расчете для определения движущей силы процесса за основу принята разность между действительной и равновесной (нижняя колебательная кривая) температурой материала. Порядок расширенного анализа, построения компьютерной модели процессов и выбора решений будет показан в учебнике [1]

Литература

1. Артыков А., Компьютерные методы анализа и синтеза химико-технологических систем учебник. Ташкент «Ворис нашриёт» - 2010. 160с.

Ш. Насырова, А. Артыков

КВАЗИ АППАРАТНЫЙ ПРИНЦИП ПРИ МНОГОСТУПЕНЧАТОМ СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ

(Узбекистан, Навоийский государственный педагогический институт, Ташкентский химико-технологический институт)

Целью темы является показать большую роль учета динамической структуры потоков в системах и дать информацию о введенном нами способе определения квазиаппаратов по динамической структуре потоков.

Развивая проведенные многими учеными по динамической структуре потоков нами рекомендуется новшество. Оно заключается в расчленении общего аппарата как бы на мысленные аппараты (квазиаппараты) в зависимости от динамической структуры потоков. рассматриваются вопросы анализа и синтеза процессов и систем перемешивания [1].

Эффективность предложенного нами подхода можно увидеть в анализе и расчете системы измельчения материалов. Чтобы моделировать процесс непрерывного измельчения в потоках, можно представить аппарат в виде многоячеечной модели, то есть по движению материала измельчитель можно разделить на отдельные участки – квазиаппараты (рис.3). За основу берется определенный участок – квазиаппарат.

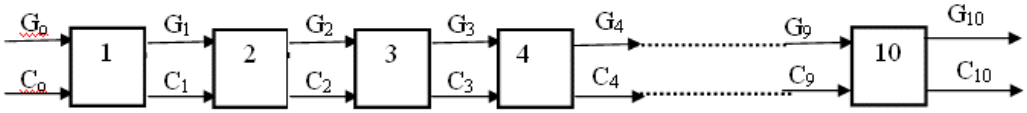


Рис. 1. Структурная схема многоквазиаппаратного аппарата измельчения

Для непрерывной работы такой системы из материального баланса можно записать уравнение динамики процесса для q- того квазиаппарата:

$$\frac{dC_q}{d\tau} = \frac{1}{m_q}(G_{q-1} \cdot C_{q-1} - G_q \cdot C_q - k \cdot V(1-C \qquad (1)$$

Здесь m – масса сырья; G_0 – начальный расход сырья; C_0 – начальная концентрация сырья; k –коэффициент измельчения; V- объем рабочей камеры; q – целое число, определяющий количество число ячеек.

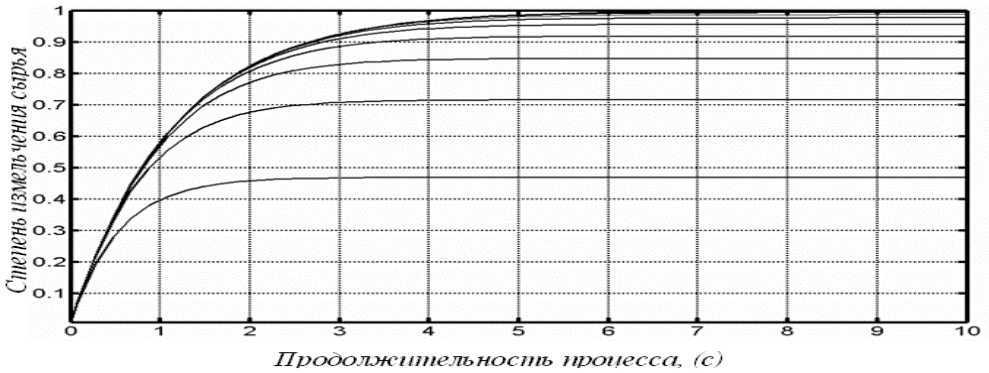


Рис. 2. Изменение степени измельчения по времени в непрерывном режиме

В данном примере принято 10 квазиаппаратная мельница, для расчета воспользовались 10-ячеечной моделью и используя программного пакета MATLAB составили математическую модель непрерывного измельчения состоящей из десяти зон идеального перемешивания (рис.1). Результаты расчета на компьютерной модели приставлены на рис. 2. Из рисунка виден характер пускового периода мельницы, что, по времени пускового периода масса измельченных веществ увеличивается до постоянной стабильной величине по каждой ячейке [2]. По заданной величине измельчения можно установить времени пускового периода и оптимального количества ячеек измельчения.

Таким образом, проведение МСА и математическое моделирование процесса измельчения даёт возможность определить характеристики измельчителя и определить оптимальные показатели процесса, по которому можно определить оптимального аппарата.

В промышленной технологии структура потоков материалов имеет большое значение. Иногда говорят структура потоков, иногда гидродинамическая структура потоков. Потому что в учебниках используется выражение - гидродинамическая структура потоков. Но мы знаем, что химико-технологические продукты иногда представляют собой жидкость, иногда сыпучий материал, иногда штучный материал, иногда даже тепловые потоки, имеют свою структуру потоков. В целом здесь речь идет о потоках. В химической технологии аппараты по структуре потоков материала отличаются, и процессы в аппаратах будут протекать по-разному. Если рассматривается, какой либо аппарат допустим приведенный в книге «Процессы и аппараты химической технологии», также в других книгах то можно увидеть, что потоки имеет различное местоположение. В аппарате протекают различные потоки. Конечно, все элементы потока расписать невозможно, потому что их может быть несколько тысяч, даже миллионы токов составляют общий поток. Поэтому используются более обобщенные варианты [3].

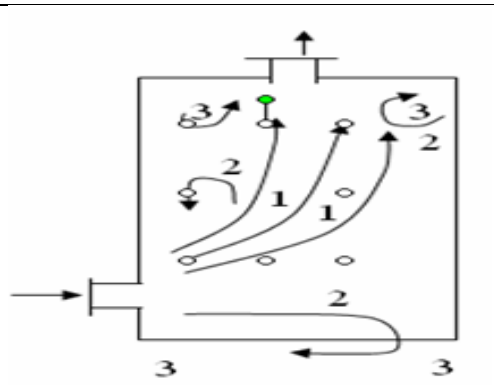


Рис. 3. К анализу схемы потока материла в выбранном технологическом аппарате: 1,2-траектории движения; 3-медленные или застойные потоки

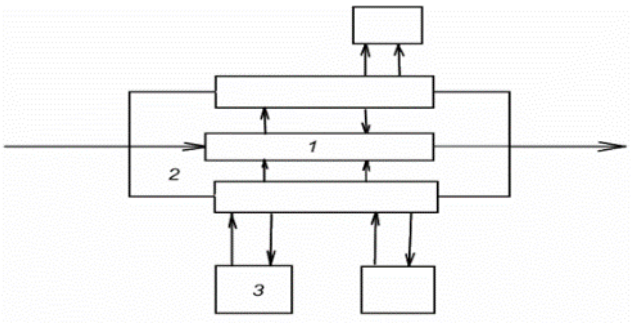


Рис. 4. Квазиаппараты по структуре потоков материла в выбранном технологическом аппарате: 1,2- движения вытеснением; 3- застойные

В качестве обобщенного варианта по структуре потоков можно рассмотреть идеализированные потоки такие как:

- в первом случае это когда поток очень хорошо и полностью перемешиваются – такой поток называют идеальным перемешиванием;

- во втором случае, когда поток имеет поршневое движение, этот случай считается идеальным вытеснением.

В жизни идеальных вариантов почти что нет, есть промежуточные структуры потоков.

До сегодняшнего дня в литературе было обращено внимание к определению структуры потоков по вышеприведенным рассуждениям. Многоступенчатый системный анализ показывает, что система, имеющая определенно сложные потоки может разделяться на подсистемы или же один аппарат делится на несколько мысленных аппаратов, где имеется простая структура потока материала. Мысленный аппарат называем квазиаппаратом. Этот квазиаппарат и далее можно разделить на несколько аппаратов (несколько иерархических уровней аппаратов в одном аппарате). Каждый аппарат представляет собой систему, каждый выбранный аппарат по структуре потоков можно разделить на ряд квазиаппаратов. Иногда эти аппараты могут быть соединены последовательно, иногда параллельно, но в большинство случаев используются комбинированные (смешанные) модели потоков.

Пример, приведенный в классической литературе рис. 3 можно рассмотреть в виде нескольких аппаратов [4].

В середине будет аппарат со структурой идеальное вытеснение с быстрым движением потока, по бокам может быть также аппарат со структурой идеальное вытеснение с замедленным движением потока. Интенсивное течение, протекает в середине (в главной зоне 1), а по бокам 2 зоны, где относительно пассивное течение, и 3-я застойные зоны. Каждая зона имеет свои входы и выходы. Каждая зона представляется отдельным аппаратом (квазиаппаратом). Таким образом, один основной аппарат может быть разделен на 1, 2, 3, 4, 5, 6 и т.д. квазиаппаратам. Такое многоступенчатое определение позволяет, далее

учтитывать и исследовать и другие процессы (например, теплообменные, массообменные, химические… процессы), протекающие в выбранном квазиаппарате. Например, тепло через стенку передается к тем квазиапаратам, которые ближе к стенке. Потом тепло переходит в центр. Если в аппарате - массообменный процесс, то он также рассматривается квазиаппаратно. Каждый элемент - квазиаппарат называемый системой, будет иметь свой процесс со своими входными и выходными параметрами, и каждый элемент будет связан с другим элементом за счет своих входных и выходных параметров. Когда говорят о гидродинамической структуре потоков, обычно имеют в виду только лишь поток материала, а, в большинстве случаев, в потоке идет еще и другой процесс. Таким образом, по нашей рекомендации основной аппарат по структуре потоков расчленяется на квазиаппараты. В каждом квазиаппарате имеется свой процесс, далее этот квазиаппарат можно разделить опять на подсистемы. Количество иерархических ступеней определяется по мере способности и возможности исследователя.

Для изучения процессов протекающих в различных аппаратах, с различными структурными потоками материала может быть не только жидкость, воздух, но и сыпучий, иногда изделия или кусковые материалы, которые могут двигаться в конвейере. Например, при обжиге фарфоровых изделий, в конвейере двигаются изделия, а за счет структуры потоков в аппарате могут происходить различные случаи. Было определено, что количество брака в изделии 12% происходило из-за плохой структуры потоков сырья и газовой фазы. Преобразованием структуры потока сырья (садки изделия), количество брака была уменьшена.

Заключение

1. Указано, что среди механических процессов в химической технологии важнейшее место занимает динамическая структура потоков материалов, энергии, или в целом информации.

2. Введено новое понятие декомпозиции аппарата по динамической структуре потоков на квазиаппараты.

3. На примере анализа системы перемешивания введено понятие определения квазиаппаратов при компьютерном моделировании систем и процессов по динамической структуре потоков.

4. Приведен пример многоступенчатого анализа, моделирования и расчета процессов и систем измельчения материалов. Указано на увеличение эффекта измельчения с увеличением числа квазиаппаратов и возможности определения оптимального числа квазиаппаратов.

Литература

1. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.

2. Asqar Artikov, Multi-step method of computer model formalization with fuzzy sets application. WCIS-2004, world conference on intelligent systems for industrial automation, Tashkent-2004, TSTU.

3. Артиков А., Остапенков А. М., Курбанов Дж. М., Саломов Х.Т. Электрофические методы воздействия на пищевые продукты. Ташкент, "Фан", 1992

4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. 14 стер. Изд. М.: Альянс. 2008, 751 с., ил. Библ. С. 715-718. Рус. ISBN 978-5-903034-33-8

М.Г. Нуриев, Р.М. Гизатуллин, А.О. Архипов, Р.Р. Закиров

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

Высоковольтные линии электропередачи (ВЛЭП) являются распространенным типом мощных индустриальных помех [1, 2, 3], и часто электронные средства (объектов энергетики, бортовые автомобильные, бортовые малых летательных аппаратов и др.) попадаю под ее электромагнитные поля [4, 5].

Целью данной работы является моделирование электромагнитных полей ВЛЭП для анализа применения локального контурного экранирования для их снижения.

Наиболее распространенным видом ВЛЭП являются воздушные линии, выполненные голыми проводами, подвешенными на изоляторах и смонтированными на опорах. В условиях квазистатической природы электромагнитных полей к частоте электрической сети, магнитное поле вокруг ВЛЭП генерируется только текущим током в линии. В целом радиус проводников ВЛЭП очень маленький по сравнению с его длиной и, следовательно, она может быть рассмотрена как нить тока. С использованием законов Био-Савара и Кулона, магнитные и электрические поля вокруг линии конечной длины вычисляются выражениями [6, 7]:

$$E_\rho = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}\cdot(\cos\theta_1 + \cos\theta_2),\ E_Z = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}\cdot(\sin\theta_1 + \sin\theta_2),\ H_\Phi = \frac{I}{4\pi R}\cdot(\cos\theta_1 + \cos\theta_2),$$

где Q – плотность заряда в линии; I – линейный ток. Все геометрические параметры представлены на рис. 1.

Одним из направлений для снижения влияния магнитного поля ВЛЭП на электронные средства может стать применение локального контурного экранирования в необходимых областях. Снизить магнитное поле ВЛЭП возможно при помощи противодействующего магнитного поля, создаваемого токами, которые текут в экранирующих проводах параллельных линиям передачи ВЛЭП. Экранирующие провода соединены в концах, чтобы образовать замкнутую петлю [6], как показано на рис. 2:

$$\vec{B}_R = \vec{B} + \vec{B}_R,$$

где $\vec{B}_B$ - магнитная индукция возникающая из-за петли; $\vec{B}$, $\vec{B}_R$ - соответственно, магнитная индукция без петли (без снижения) и с петлей (после снижения).

Исходя из описания данного подхода можно предложить несколько методов для реализации рекомендации снижения магнитного поля от ВЛЭП: пассивное контурное экранирование; активное контурное экранирование.

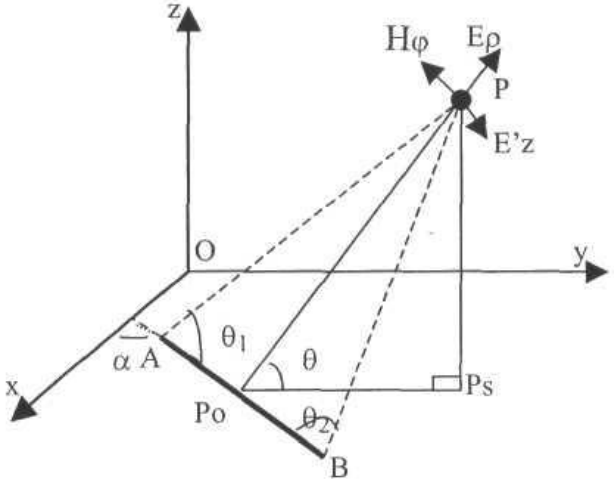


Рис. 1. Описание задачи анализа электромагнитного поля ВЛЭП

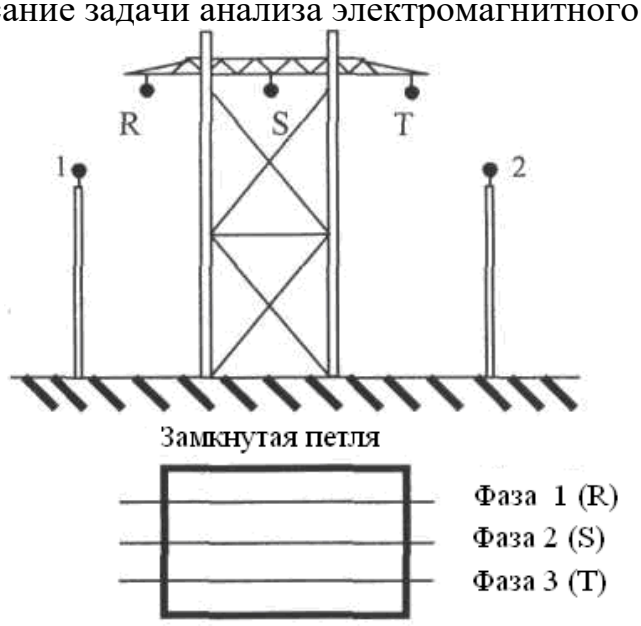


Рис. 2. Снижения магнитного поля ВЛЭП применением локального контурного экранирования (разрез вдоль линий; вид сверху)

В результате пассивного экранирования магнитные поля ВЛЭП, которые проходят через экранирующую петлю вызовут ток, который будет стремиться противодействовать полю и уменьшить его. Чтобы увеличивать сокращения магнитного поля, достигнутого наведенными токами, необходимо изменить амплитуду и фазовый угол наведенных токов. Это может быть сделано уравниванием индуктивного сопротивления в экранированных проводах. Одним из возможных методов является соединение последовательных емкостей в схемы экранированных проводов.

Дальнейшим развитием этого метода является соединение внешнего источника тока последовательно с экранирующей петлей. Чтобы достичь макси-

мального сокращения магнитного поля ВЛЭП фазовые токи в линиях передачи измеряются и вырабатывается управляющий сигнал для внешнего источника тока. Внешний источник тока вырабатывает обратный по направлению ток для максимальной компенсации магнитного поля основного тока ВЛЭП. При этом размеры, конфигурация и расположение экранирующей петли относительно ЛЭП выбирается экспериментальным образом. Таким образом, применение данных методов позволяет существенно снизить излучаемые магнитные поля от ВЛЭП (рис. 3) [9].

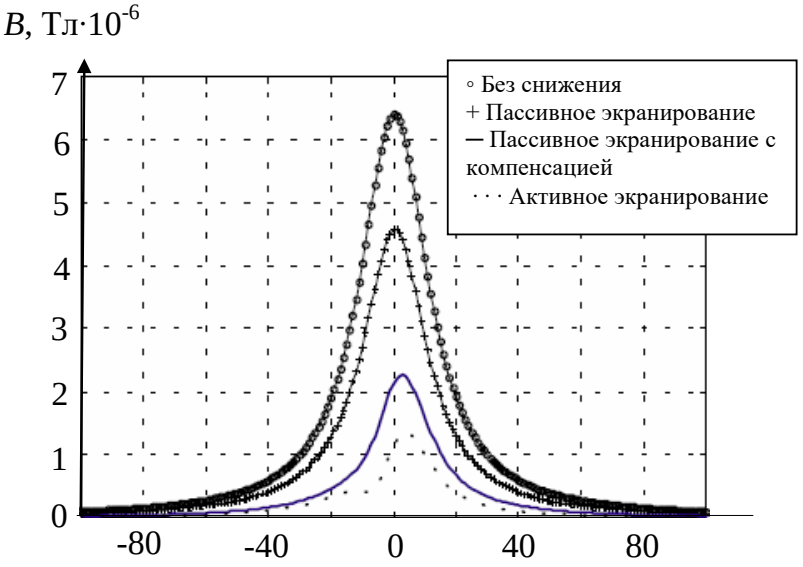


Рис. 3. Снижение магнитного поля ВЛЭП применением контурного экранирования

Таким образом, в работе рассмотрена задача моделирования электромагнитных полей ВЛЭП с целью выработки эффективного решения по их снижению применением локального контурного экранирования. Пассивное и активное контурное экранирование используют простые замкнутые петли и это решение уменьшает эффект изменения магнитного поля на низких частотах. Уменьшение магнитного поля может быть улучшено оптимизацией геометрических параметров и расположения петли (высота, длина и др.). Данный подход также можно предложить для применения снижения электромагнитных полей контактной сети и других источников [10, 11]. Для снижения электромагнитных помех в самих электронных средствах при воздействии внешних электромагнитных источниках можно предложить существующие и новые методы [12, 13, 14, 15, 16, 17].

Литература

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / Под ред. В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.

2. Гизатуллин З.М. Анализ воздействия высоковольтных линий электропередачи на функционирование цифровых элементов печатных плат // Технологии электромагнитной совместимости. – 2006. – №3. – С. 3-9.

3. Нуриев М.Г., Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Физическое моделирование электромагнитных помех в беспилотном летательном аппарате при воздействии высоковольтной линии электропередачи // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2017. – №2. – С. 119-124.

4. Гут Р.В., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы ранговой фильтрации в системах видеонаблюдения//Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 17. С. 71-73.

5. Обухов А.В., Ляшева С.А., Шлеймович М.П. Методы автоматического распознавания автомобильных номеров// Вестник Чувашского университета. 2016. №3. С.201-208.

6. Hayashi N., Isaka K., Kume H. Power frequency magnetic field in 187/66Kv electric power substation // Proceeding of international conference on EMC. - Japan, 1989- P. 505 –510.

7. Гизатуллин З.М., Нуриев М.Г., Шкиндеров М.С., Назметдинов Ф.Р. Простая методика исследования электромагнитного излучения от электронных средств // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – №9. – С. 7.

8. Olsen R.G., Chartier V.L. The performance of the reduced magnetic field power lines theory and measurements on an operating line // IEEE Transaction on Power Delivery. – 1993. - No3. - P. 1134 – 1137.

9. Nekhoul B., Ykhlef N. Shielding Characterization of the Electromagnetic Environment of an Electric Power Network // Proceeding of international conference on EMC. – Istanbul, 2003. – P. 345 – 348.

10. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

11. Гизатуллин З.М. Исследование эффективности экранирования корпуса персонального компьютера при преднамеренных электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2008. – №1. – С. 28-31.

12. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.

13. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №2 – С. 199-205.

14. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания // Журнал радиоэлектроники. – 2015. – №6. – С. 2.

15. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Снижение электромагнитных помех и защита информации в вычислительной технике с помощью экранирующих стекол // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2017. – №3. – С. 36-45.

16. Газизов А.Т., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Разложение сверхкороткого импульса в структурах с лицевой связью // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2017. – №3. – С. 70-75.

17. Белоусов А.О., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Экспериментальное подтверждение модельной фильтрации в многопроводной микрополосковой линии // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. – №3. – С. 51-54.

М.Г. Нуриев, Р.М. Гизатуллин, А.О. Архипов, Р.Р. Закиров

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

Электронные средства (ЭС) эксплуатируются в условиях воздействия на них электромагнитных излучений. Источниками этих излучений являются естественные источники и часто функциональные устройства в виде портативных приемопередатчиков, применяемые эксплуатационным персоналом и службами безопасности, стационарные радио и телевизионные передатчики, а также радиопередатчики подвижных объектов [1, 2, 3].

Целью данной работы является моделирование электромагнитных помех в линиях связи электронных средств при воздействии радиопередающих устройств.

В настоящее время для учета воздействия радиопередающих устройств на ЭС разработан ГОСТ Р 51317-4.3 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний». Соответствие разрабатываемых ЭС данному ГОСТу предполагает, что ЭС будут нормально функционировать, т.е. удовлетворять требованиям электромагнитной совместимости в условиях воздействия радиопередающих устройств [4].

Основные характеристики электромагнитного поля определяются его источником, окружающей средой и расстоянием от источника до точки наблюдения. В соответствии с этим окружающее источник пространство, где существует электромагнитное поле, делится на ближнюю и дальнюю зоны излучения [1, 2]. В общем случае граница между ближней и дальней зонами определяется расстоянием $r >> \lambda / 2\pi$, где λ - максимальная длина волны излучаемого электромагнитного поля. По условиям испытаний по ГОСТ Р 51317.4.3-99 данное соотношение удовлетворяется, т.е. испытуемое ЭС находится в области дальней зоны, где как электрическая, так и магнитная составляющие поля затухают пропорционально *1/r*.

При распространении электромагнитная волна воздействует на контур в печатной плате (в частности, двухсторонней или многослойной (МПП)) и при-

водит к возникновению электромагнитных помех. В данной работе, для задачи анализа воздействия радиопередающих устройств, используется система электромагнитного моделирования Microwave Studio. В ее основе лежит метод аппроксимации для идеальных граничных условий, удачно дополняющий хорошо зарекомендовавший себя метод конечных интегралов, работающий во временной области. В данном методе применяется достаточно общий подход, в которой сначала описывается уравнения Максвелла на пространственной сетке, с учетом закона сохранения энергии, а затем по ним формирует систему специфических дифференциальных уравнений, таких как волновое уравнение.

Для рассматриваемой задачи анализа реализованы исходные данные в системе Microwave Studio. Эти модели имитируют условия исследования ЭС на воздействие радиочастотному электромагнитному полю, например воздействие на контура в МПП внутри металлического корпуса ЭС (параметры корпуса: материал алюминий; толщина корпуса 1 мм; размеры корпуса 300x400x200 мм; имеются конструктивные отверстия диаметром 5 мм) (рис. 1).

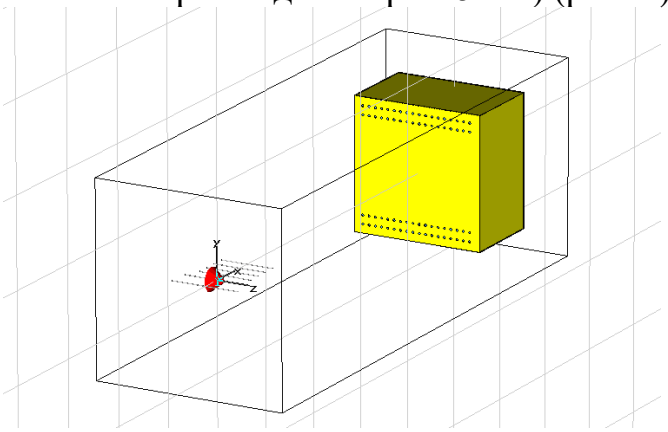
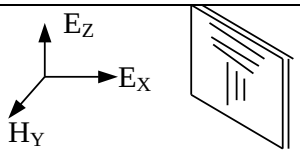
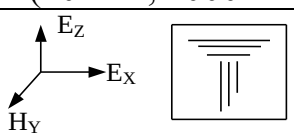


Рис. 1. Воздействие радиочастотного электромагнитного поля на контура в МПП внутри корпуса ЭС

Исходные данные для контура в МПП: длина печатного проводника l = 100 мм; материал основания FR-4 (ε=4,9); толщина основания h = 0,86 мм; ширина печатного проводника w = 0,25 мм; толщина печатного проводника t = 0,035 мм; сопротивления нагрузки R_1=R_2=50 Ом (табл. 1).

Таблица 1. Электромагнитные помехи на нагрузочных элементах R_1 и R_2, мВ (10 В/м, 1000 МГц)

№ контура	Элемент МПП		
1	R_1	4,4	5
	R_2	4,4	1,5
2	R_1	2,4	5
	R_2	2,4	3,4
3	R_1	9,1	4,3
	R_2	9,1	0,7

В целом, полученные результаты моделирования показали, что максимальные помехи в контурах МПП достигаю 100 мВ при максимальной напряженности воздействующего поля 30 В/м. Эти результаты характерны для печатных плат в отсутствии экранирующих корпусов (пластмассовые корпуса) и для контуров в условиях первой резонансной точки.

Таким образом, по проделанной работе можно сделать следующие выводы: существующие корпуса ЭС, например, с мелко круглыми конструктивными отверстиями, хорошо экранируют воздействие радиопередающих устройств в условиях исследований в диапазонах частот 80–1000 МГц и 1400–1800 МГц; рекомендуемые ГОСТ Р 51317.4.3 напряженности воздействующего радиочастотного электромагнитного поля, при указанных частотах, создают достаточно мягкие условия испытаний. Данный подход также можно предложить для применения исследования электромагнитных полей других источников [3, 5]. Для снижения электромагнитных помех в самих электронных средствах при воздействии внешних электромагнитных источниках можно предложить существующие и новые методы [6, 7, 8, 9, 10].

Литература

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / Под ред. В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.

2. Уилльямс Т. ЭМС для разработчиков продукции / Пер. с англ. Под ред. В.С. Кармашева, Л.Н. Кечиева. – М.: Технологии, 2003. – 540 с.

3. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

4. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытания: ГОСТ Р 51317.4.3-99. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 42 с.

5. Гизатуллин З.М. Исследование эффективности экранирования корпуса персонального компьютера при преднамеренных электромагнитных воздействиях // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2008. – №1. – С. 28-31.

6. Гизатуллин З.М. Повышение эффективности экранирования корпуса электронных средств // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 37-43.

7. Гизатуллин З.М. Снижение электромагнитных помех в межсоединениях многослойных печатных плат // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №2 – С. 199-205.

8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Снижение электромагнитных помех и защита информации в вычислительной технике с помощью экранирующих стекол // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2017. – №3. – С. 36-45.

9. Газизов А.Т., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Разложение сверхкороткого импульса в структурах с лицевой связью // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2017. – №3. – с. 70-75.

10. Белоусов А.О., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Экспериментальное подтверждение модельной фильтрации в многопроводной микрополосковой линии // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. – №3. – с. 51-54.

Н.В. Решетникова, И.Г. Криволапчук

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ MULTISIM

(Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения)

Процесс разработки сколько-нибудь сложного электронного устройства обязательно включает в себя этап макетирования, позволяющий проверить общую работоспособность устройства, выявить и устранить схемные ошибки, оптимизировать исходную схему. Некоторым недостатком чистого макетирования является то, что при разработке относительно сложного, но штучного изделия макет вносит существенный вклад в общую стоимость разработки. В первую очередь это относится к схемам с использованием дорогостоящих одноразовых элементов, то есть элементов, чья функциональность не может быть в полной мере восстановлена до исходной при демонтаже и последующем повторном использовании.

Существенно улучшить ситуацию помогло появление симулятора электронных схем общего назначения SPICE, разработанного в Electronics Research Laboratory Калифорнийского университета в Беркли. Стоит отметить, что абсолютное большинство современных средств проектирования электронных схем базируется на версии SPICE3f5 данного симулятора. Широкому распространению SPICE способствовала не только его функциональность, но и доступность и открытость исходного кода, что дало толчок появлению таких расширенных вариантов симулятора, как XSPICE[1] (Технологический институт Джорджии), поддерживающего работу со смешанными аналого-цифровыми моделями. Именно этот вариант используется в системе NI Multisim™[2] в качестве ядра моделирования.

Запоминающие устройства различных типов и технологий являются неотъемлемой частью вычислительных устройств. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ), как следует из названия, в первую очередь предназначены для долговременного хранения программного кода. В перезаписываемых ПЗУ могут сохраняться, например, промежуточные результаты работы или конфигурационная информация микропроцессорной системы. Однако эксплуатационные свойства ПЗУ позволяют значительно расширить область их примене-

ния, используя в качестве основы для построения различных цифровых и цифро-аналоговых устройств.

Одним из частых применений микросхем ПЗУ является замена ими сложных или громоздких комбинационных схем, что позволяет в ряде случаев существенно улучшить показатели проектируемого устройства. Среди других применений ПЗУ можно назвать построение на их основе генераторов сложных последовательностей цифровых импульсов, генераторов аналоговых сигналов произвольной формы, функциональных преобразователей. Еще одним интересным применением ПЗУ является создание на их базе микропрограммных автоматов, позволяющих реализовывать достаточно сложные и гибкие алгоритмы управления.

При попытке моделирования описанных выше и подобных им устройств в среде Multisim пользователь сталкивается с определенными трудностями, связанными с отсутствием доступных штатных инструментов для записи информации в моделируемые запоминающие устройства. Ниже рассматриваются несколько методов использования базовых и расширенных возможностей системы моделирования, позволяющих решить поставленную задачу.

Метод редактирования на лету основан на свойствах элемента схемы, имеющего в своей основе базовую модель запоминающего устройства d_ram или d_rom. Для таких элементов симулятор автоматически создает окно просмотра и редактирования содержимого, доступное при переводе симулятора в состояние паузы.

Будучи предельно простым, этот метод обладает существенным недостатком, серьезно ограничивающим его применение – отсутствует возможность сохранения данных. Любое изменение схемы или прерывание моделирования приводит к необходимости повторного программирования ПЗУ. Рекомендовать к использованию этот метод можно только в случае работы с небольшими, не более нескольких десятков байт, объемами памяти.

Добавление микроконтроллера к моделируемой схеме без его подключения позволяет воспользоваться всеми возможностями, которые система предоставляет при моделировании устройств на базе микроконтроллеров[3]. В этом случае во вспомогательном диалоге создания проекта (MCU Wizard) необходимо выбрать опции использования внешнего файла прошивки и пустого проекта. Далее в созданном проекте через MCU code manager указывается, что прошивка будет загружаться во внешнее ПЗУ. Подготовленный в формате Intel HEX файл прошивки помещается в каталог проекта. При запуске моделирования данные из файла будут автоматически загружены в выбранное ПЗУ.

Пример использования данного подхода приведен на рис.1. Микросхема ПЗУ использована в качестве основы генератора сигналов. Так же, как и в предыдущем методе, в режиме паузы доступно окно просмотра и редактирования. Производимые изменения не сохраняются при перезапуске процесса моделирования, поэтому все вносимые изменения должны быть перенесены в файл прошивки с последующей его заменой в каталоге проекта.

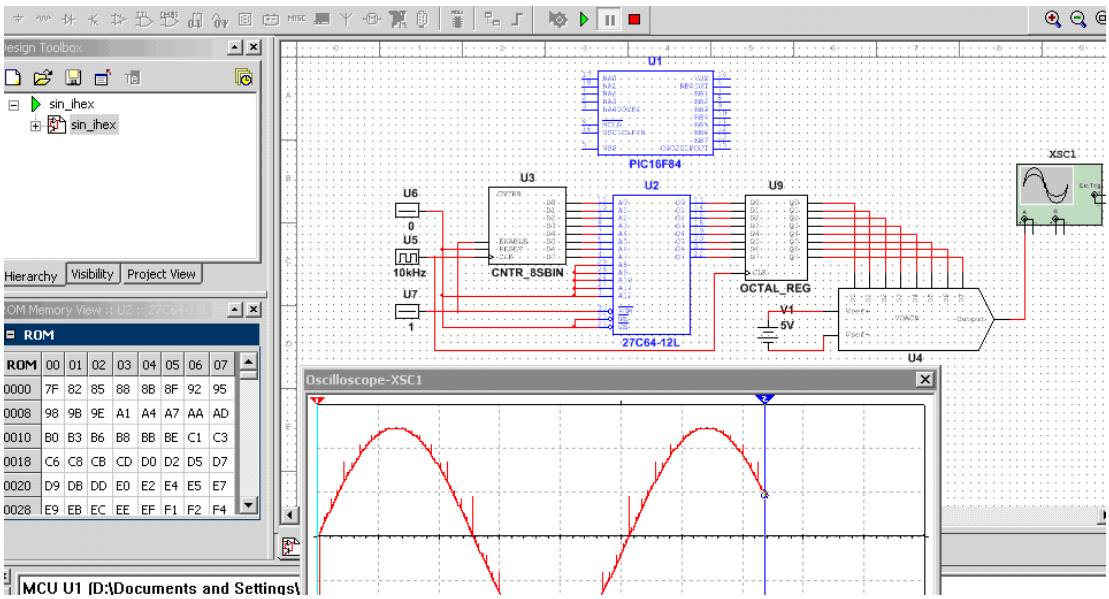


Рис. 1. Генератор сигналов на базе ПЗУ.

Недостатком метода является потребление определенных временных ресурсов присутствующим микроконтроллером и невозможность одновременного использования нескольких микросхем ПЗУ в одном проекте. При моделировании схемы с несколькими запоминающими устройствами, а, следовательно, и с несколькими микроконтроллерами, указанные недостатки могут оказать заметное воздействие на скорость моделирования.

Представленные методы моделирования используют исключительно базовые возможности системы. Методы, описываемые ниже, опираются на расширения симулятора и предполагают наличие у пользователя навыков создания моделей для Multisim и умения создавать программы на языке С.

Пользовательская модель, как и все встроенные в симулятор модели, представляет собой комбинацию визуального элемента – изображения элемента на схеме, и функционального наполнения, описывающего поведение модели. Визуальный элемент (ВЭ), кроме собственно изображения и описания выводов, может содержать в себе элементы анимации, позволяющей визуализировать режимы работы или состояние модели. Для создания и редактирования ВЭ используется инструмент SymEditor, входящий базовый набор программных средств Multisim.

Содержание функциональной части модели зависит от типа моделируемого элемента и возможностей, вкладываемых в модель разработчиком. Минимальное содержание представляет собой шаблон для включения элемента в структуру SPICE-модели. Описание работы элемента может быть выполнено с использованием языка SPICE, скриптовых расширений Multisim на основе FORTH-подобного языка или через ссылку на внешнюю dll-библиотеку, содержащую программную реализацию модели элемента.

Наиболее простым из расширенных методов является использование универсального цифрового элемента. Универсальный цифровой элемент – d_chip[4] – является элементом, специфичным именно для версии XSPICE, ис-

пользуемой в Multisim. Он представляет собой средство моделирования произвольной комбинационной логики, поведение которой описывается таблицей истинности. Особенностью данного элемента является передача описания поведения схемы через строку параметров, что позволяет одновременно использовать в схеме несколько однотипных моделей на базе d_chip с различным поведением.

Основными командами, используемыми при моделировании ПЗУ через d_chip, являются /input, /output и /table. Две первые команды служат для описания связей входных и выходных сигналов внутри d_chip с внешними выводами модели, команда /table задает таблицу истинности элемента. Представленный ниже код описывает модель ПЗУ 16x8 бит с прошивкой, реализующей реверсивный распределитель импульсов управления для бесконтактного двигателя постоянного тока.

```
.MODEL myROM  d_chip ( behaviour= "
+;6 step encoder
+;        C  B  A  Dir
+/inputs  A2 A1 A0 A3
+;        H1 L2 H3 L4 H5 L6
+/outputs D0 D1 D2 D3 D4 D5
+/table 13
+;
+; C B A  Dir  1 2 3 4 5 6
+; forward
+  H L H   L   H L L H L L
...
+  H L L   L   L L L H H L
+; backward
+  L H H   H   L L L H H L
...
+  L L H   H   L H L L H L
+; disable
+  X X X   X   L L L L L L
+" )
```

Преимуществом подобной реализации модели ПЗУ является сравнительная простота создания и модификации прошивки. Несмотря на отсутствие возможности непосредственного просмотра и редактирования содержимого памяти в процессе моделирования, прошивка может быть легко модифицирована встроенным редактором моделей или внешним текстовым редактором. Также к положительным свойствам можно отнести хорошую читаемость модели и возможность её автоматической генерации с использованием скриптовых языков. Недостатки данного типа моделей в основном сводятся к битово-ориентированной записи прошивки и увеличенному времени обработки больших последовательностей при случайном доступе.

Разработка внешнего подключаемого программного модуля[5] является наиболее универсальным по своим возможностям подходом, но при этом до-

статочно сложным по реализации и в значительной мере избыточным. Преимуществом метода является получение пользователем полного контроля работы модели запоминающего устройства, возможности свободного создания, модификации и загрузки прошивки в любом удобном формате. В случае грамотно разработанного программного кода модель будет потреблять минимальное процессорное время для обработки матрицы памяти произвольного объема и организации. Серьезными недостатками являются сложность отладки и возможность вызвать крах системы моделирования при программных сбоях. Рекомендовать к использованию данный метод можно только для очень опытных пользователей, хорошо представляющих себе функционирование системы моделирования и взаимосвязь её компонентов.

В качестве заключения следует отметить, что Multisim предоставляет весьма широкий набор инструментов и средств, позволяющий пользователю, пусть и не всегда очевидным образом, адаптировать возможности системы под решение конкретных задач.

Литература

1. XSPICE Software User's Manual. Computer Science and Information Technology Laboratory, Georgia Tech Research Institute, 1992.

2. NI Multisim™ User Manual, 374483D-01, National Instruments Corporation.

3. Multisim™ MCU Module User Guide, 374486A-01, National Instruments Corporation.

4. Multisim™ SPICE Reference Manual, 374845A, National Instruments Corporation.

5. Cox F.L., Kuhn W.B., Murray J.P., Tynor S.D. Code-level modeling in XSPICE Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 1992 (ISCAS '92), Volume 2 , pp. 871-874, 10-13 May 1992.

Д.А. Рыбаков

МОДЕЛЬ СВЯЗАННОСТИ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ БАЙЕСА

(Epam systems)

Допустим, требуется разместить инвестиции в нескольких предприятиях, которые могут обанкротиться с вероятностью 5%. Если имеется 2 предприятия, тогда вероятность того, что они оба обанкротятся, и мы потеряем все вложения $P = 0.05 \cdot 0.05 = 0.0025$. Так учит стандартная теория вероятности. Но что будет, если предприятия связаны, и банкротство одного ведет к банкротству другого? Крайним случаем является ситуация, когда предприятия полностью зависимы. Для полностью зависимых предприятий вероятность двойного банкротства и потери всех вложений остается равной $P = 0.05$. Получается, что наивная методика оценки риска имеет большой разброс P от 0.05 до 0.0025, и реальное

значение зависит от того, насколько правильно мы умеем оценивать связанность двух событий. Попробуем разобрать эту проблему, решив простую математическую задачу с двумя монетами.

Пусть имеются 2 монеты M_1 и M_2, которые выдают 0 или 1 при бросании и возможна одна из 4х комбинаций на один бросок. По условию задачи пусть первая монета независима, то есть $P_1(0) = P_1(1) = 0.5$. А вторая может быть зависима, но мы не знаем, насколько сильно. То есть P_2 как-то зависит от P_1.

Чтобы оценить связанность, нужен фактический материал и модель, параметры которой будем оценивать. Давайте используем самые простые допущения, чтобы прочувствовать тему. Если монеты несвязны, то все четыре комбинации будут равновероятны. Тут возникает поправка из стандартной теории вероятности — такого результата можно добиться при бесконечном количестве бросаний. Но так как на практике количество бросаний конечно, то мы можем попасть в отклонение от среднего. Например, можно получить нечаянно серию трёх или пяти орлов при подбрасывании монеты, хотя в среднем при бесконечном бросании будет точно 50% орлов и точно 50% решек. Отклонение можно интерпретировать как проявление связанности, а можно интерпретировать как обычное отклонение статистики от среднего. Чем меньше выборка, тем возможно большее отклонение, и поэтому можно спутать разные допущения.

На помощь приходит теория Байеса, которая дает возможность оценить вероятность той или иной гипотезы по конечному набору данных. Изначально формула Байеса описывает вероятность наступления событий при уже известных свершившихся событиях. Но в современной интерпретации она используется для ранжирования предположений, гипотез, идей в рамках некого набора этих самых идей. Он производит обратный процесс от того, с которым мы привыкли иметь дело при частотном подходе. Его метод позволяет оценить, какое из предположений более всего совпадает с реальным положением дел. В отличие от других методов, типа копула-распределения или корреляционной функции, метод Байеса работает, начиная уже с небольшого количества данных. Даже одного примера будет достаточно, чтобы начать применять метод.

К модели связанности предъявим требование, – она должна охватывать возможные варианты. В нашем случае крайними вариантами являются полная связанность или полная независимость монет. То есть модель должна иметь как минимум один параметр, описывающий связанность. Опишем её в виде коэффициента $k \in [0,1]$. И определим такой смысл так что, если вторая монета всегда полностью совпадает с первой, то $k = 1$. Если вторая монета всегда имеет противоположные значения, то $k = 0$. Если монеты несвязны, тогда они совпадают только половине случаев, тогда $k = 0.5$. Таким образом мы кодируем непрерывный набор предположений о степени связанности двух событий. То есть k имеет вероятностную природу и тем самым содержит наше незнание.

Попробуем оценить k по фактическим данным и тем самым выделить среди нашего набора наиболее вероятное предположение. Пусть имеется конкретный набор данных D, который состоит из $N = 5$ исходов.

Таблица 1

Номер исхода	Значение M_1	Значение M_2
1	0	0
2	0	1
3	1	1
4	0	0
5	1	1
6	*получим позже*	*построим прогноз*

У нас уже свершившиеся события описываются набором данных D, а набор гипотез описывает параметром k. Знак | означает условную вероятность при известных данных.

Формула Байеса выводится очень легко и записывается так:
$P(k \mid D) = P(D \mid k) \cdot P(k)/P(D)$.
Чтобы решить задачу, надо найти, при каком k условная вероятность максимальна, то есть:
$k = \arg\max P(k \mid D)$.

Здесь мы имеем комбинацию непрерывных и дискретных распределений. $P(k \mid D)$ и $P(k)$ являются непрерывными распределениями. А $P(D \mid k)$ и $P(D)$ являются дискретными. В правой части имеем 3 члена, которые нужно оценить. Проанализируем их.

1) Для решения требуется знать или вычислить вероятность получения таких данных при той или иной гипотезе $P(D \mid k)$. Даже если объекты несвязны $k = 0.5$, то получить серию 00,00,00 можно, хотя весьма сложно. Намного вероятнее получить такую комбинацию, если монеты связаны $k = 1$. То есть для каждого k мы должны знать вероятность получения таких данных.

2) Необходимо знать $P(k)$. Вот тут натыкаемся на тонкий момент моделестроения. Мы не знаем эту функцию и остается полагать, что k равновероятно в диапазоне от 0 до 1. То есть полагаем $P(k) = const$. Если бы мы имели инсайдерскую информацию, то больше знали бы о $P(k)$ и строили бы более точный прогноз.

3) $P(D)$ — это вероятность иметь такой набор данных, учитываются все возможные пути получения набора D в рамках нашего набора предположений. Для этого надо проинтегрировать $P(D) = \int_0^1 P(D \mid k) P(k) dk$.

Для нашего простого случая получается $P(k \mid D) = const \cdot P(D \mid k)$, поэтому можно работать напрямую с $P(D \mid k)$.

Разберем, как вычислять значение $P(D \mid k)$. Помним, что первая монета независима, а вторая зависима. Поэтому вероятность наблюдать определённое значение для первой монеты будет выглядеть так: $P(M_1 = 0)$. А для второй монеты так: $P(M_2 = 0 \mid M_1 = 0)$. Для краткости обозначим вероятность комбинаций

через $P(00), P(01), P(10), P(11)$. Если внимательно посмотреть на семантику k, то он еще определяет вероятность совпадения с первой монетой.

Запишем вероятность каждого исхода:

$P(00) = P(M_1 = 0) \cdot P(M_2 = 0 \mid M_1 = 0) = 0.5k$,

$P(01) = P(M_1 = 0) \cdot P(M_2 = 1 \mid M_1 = 0) = 0.5(1-k)$,

$P(10) = P(M_1 = 1) \cdot P(M_2 = 0 \mid M_1 = 1) = 0.5(1-k)$,

$P(11) = P(M_1 = 1) \cdot P(M_2 = 1 \mid M_1 = 1) = 0.5k$.

Теперь можно перейти к поиску наиболее вероятного значения k по вымышленному набору данных. Вероятность иметь такой набор D определяется через конъюнкцию:

$P(D \mid k) = P(00) \cdot P(01) \cdot P(11) \cdot P(00) \cdot P(11)$.

Раскрываем, упрощаем и обобщаем для произвольного набора данных. Обозначим количество совпадений $A = N(00) + N(11)$, а количество несовпадений $B = N(01) + N(10)$. Получаем такую обобщенную формулу

$P(D \mid k) = 0.5^N \cdot k^A \cdot (1-k)^B$.

Так как в этом примере $P(k \mid D) = const \cdot P(D \mid k)$, то дифференцируем и приравниваем к нулю формулу без константных множителей:

$0 = k^{A-1} \cdot (1-k)^{B-1} \cdot (A \cdot (k-1) + Bk)$.

Третий множитель указывает на локальный максимум, отсюда:

$$k = \frac{A}{A+B} = \frac{A}{N}.$$

Полученную формулу можно использовать для прогнозов. То есть после дополнительного броска первой монеты пытаемся предугадать поведение второй через k. Смотри исход №6 в таблице. При получении новых данных формулу корректируем и уточняем. При получении инсайдерских данных мы будем иметь более точное представление о $P(k)$, и можно дополнительно уточнить всю цепочку расчетов. Так же ничто не мешает расширять модель и вводить новые параметры.

Так как мы вычисляем вероятность, то для k можно проанализировать среднее и дисперсию. Про дисперсию можно сказать, что при увеличении количества данных — пик на графике $P(D \mid k)$ становится более острым, что означает более однозначный прогноз.

В приведенном выше наборе данных имеем 4 совпадения и одно несовпадение. Поэтому наиболее вероятное $k = 4/5$. В дополнительном шестом бросании с вероятностью 80% произойдет совпадение второй монеты с первой. Если мы получили на первой монете $M_1 = 1$, тогда имеем 80%, что «исход 6» будет «11» и остальные 20%, – что «10». После каждых бросков корректируем формулу и прогнозируем вероятность еще несовершенных совпадений на шаг вперед.

Литература

1. Теорема Байеса [Электронный ресурс] – https://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема_Байеса

2. Байесовский вывод [Электронный ресурс] – https://ru.wikipedia.org/wiki/Байесовский_вывод

3. Сильвер, Н. Сигнал и шум [Текст] / пер. с англ. – М.:2015 – 608 с. – ISBN 978-5-389-05916-0

Г.А. Саитова, А.В. Елизарова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ ЗАПАЗДЫВАНИЯ В ЛИНЕЙНЫХ МСАУ МЕТОДОМ ДЕКОМПОЗИЦИИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Современные сложные динамические объекты (СДО) разнообразной физической природы представляют собой комплекс подсистем, взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом. Примерами таких объектов являются газотурбинные двигатели, летательные аппараты, энергетические комплексы, синхронные генераторы и т.д. сложные динамические объекты, как правило, являются нелинейными, многосвязными и многофункциональными, а в процессе их функционирования изменяются динамические свойства, как самих сепаратных подсистем, так и связей между ними на различных режимах работы. Таким образом, для обеспечения требований по управляемости современные системы автоматического управления СДО необходимо разрабатывать в классе многосвязных систем автоматического управления (МСАУ).

Системы, в которых одновременно осуществляется регулирование нескольких взаимосвязанных координат, называют многосвязными системами автоматического управления. В системах такого рода, на базе классической теории автоматического управления, тяжело изучать в полной мере процессы самой системы, так как существует тесная взаимосвязь между процессами регулирования отдельных координат [1].

В статье рассматривается линейная разомкнутая многосвязная система автоматического управления с запаздыванием одновременно в прямых и перекрестных связях, состоящая из множества идентичных (гомогенных) сепаратных подсистем и связей через многомерный объект управления.

Объектом исследования является многосвязная система автоматического управления с запаздыванием, где $W(s,\tau)$ –передаточная функция (МПФ) объекта, τ– постоянное запаздывание в прямых каналах и связях, $R(s)$ – МПФ регулятора (рис.1).

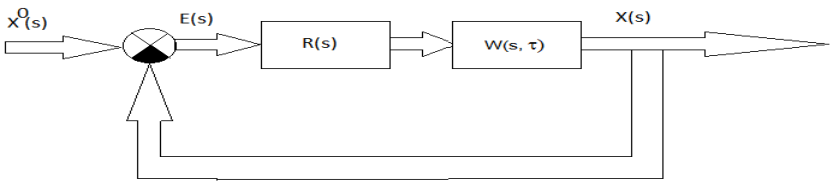


Рисунок 1 – Структурная схема МСАУ

Задача исследования: оценить устойчивость и критическое значение запаздывания в прямых и перекрестных связях МСАУ методом декомпозиции на основе описания системы через характеристики связей и характеристики подсистем [3].

Рассмотрим решение задачи на примере двухсвязной САУ с одинаковыми подсистемами. Характеристическое уравнение МСАУ имеет вид:

$$D(\Phi,h)=1+H_2(s)\Phi^2(s)+H_3(s)\Phi^3(s)+...+H_n(s)\Phi^n(s)=0$$

Для двухсвязной системы:

$D(\Phi,h)=1+h_2(s)\Phi^2(s)=0$, где

$\Phi=\dfrac{R_1W_{11}e^{-\tau s}}{1+R_1W_{11}e^{-\tau s}}=\dfrac{R_2W_{22}e^{-\tau s}}{1+R_2W_{22}e^{-\tau s}}$ – передаточная функция подсистем с запаздыванием, $h_2(s)=\dfrac{\det\begin{vmatrix}0 & W_{12}e^{-\tau s}\\ W_{21}e^{-\tau s} & 0\end{vmatrix}}{\det\begin{vmatrix}W_{11} & 0\\ 0 & W_{22}\end{vmatrix}}=-\dfrac{W_{21}W_{21}e^{-2\tau s}}{W_{11}W_{22}}$ – передаточная функция характеристики связи с запаздыванием (1)

Введем переменную $W_p=R_{11}W_{11}e^{-\tau s}=R_{22}W_{22}e^{-\tau s}$, обозначающую разомкнутую систему и перепишем относительно нее характеристическое уравнение. Тогда оно примет вид:

$$1+2W_p+(1+h_2e^{-2\tau s})W_p{}^2=0 \qquad (2)$$

Характеристическое уравнение связи относительно комплексной переменной $W_p=x$ имеет вид (3):

$$1+2x+(1+h_2e^{-2\tau s})x^2=0 \qquad (3)$$

Построив на комплексной плоскости годограф разомкнутых подсистем $W_p(j\omega)$ и корневой годограф уравнения связи (3) $x_i(j\omega)=\overline{1,2}$, можно найти устойчивость системы [1] и критическое значение запаздывания $\tau_{i\text{кр}}$ (рис.2).

Линейная многосвязная САУ с запаздыванием и одинаковыми подсистемами устойчива, если годограф амплитудно-фазовой характеристики (АФХ) подсистем $W_p(j\omega)$ для всех $\omega\in(-\infty,+\infty)$, построенный на плоскости корней уравнения связи $x_i(j\omega)=\overline{1,2}$,, не охватывал ни один из его корней [2].

Для нахождения значения критического запаздывания $\tau_{\text{кр}}$ необходимо, чтобы годограф разомкнутой системы $W_p(j\omega)$ проходил через ближайший из корней $x_i(j\omega)=\overline{1,2}$ характеристического уравнения связи, не охватывая при этом другие, то есть МСАУ оказалась на границе устойчивости [2]. Из выражения

$$x_i^*(j\omega,\tau)=W_p(j\omega,\tau) \qquad (4)$$

определяется значение ω_{icp} и τ_{ikp}.

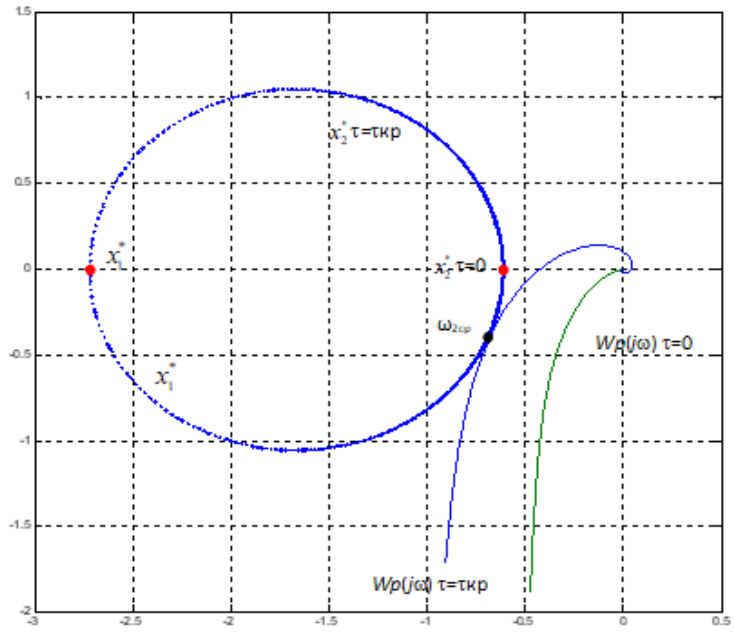


Рисунок 2 - Годограф МСАУ с запаздыванием в прямых и перекрестных связях

Пример. Передаточная функция разомкнутой подсистемы равна $W_p(s) = \frac{e^{-\tau s}}{0.8s^2 + s}$, характеристика связи $h_{12}(s) = 0.2e^{-2\tau s}$. Найти $\tau_{кр.}$

Характеристическое уравнение двусвязной САУ (2)

$1 + 2x + (1 + 0.2 * e^{-2\tau s}) W_p{}^2 = 0$

Уравнение связи (3)

$1 + 2x + (1 + 0.2 * e^{-2\tau s}) x^2 = 0$

В точке пересечения значение корня $x_1(j\omega)$ равно:

x_1 = -0.5967 - 0.4467i (рис.3).

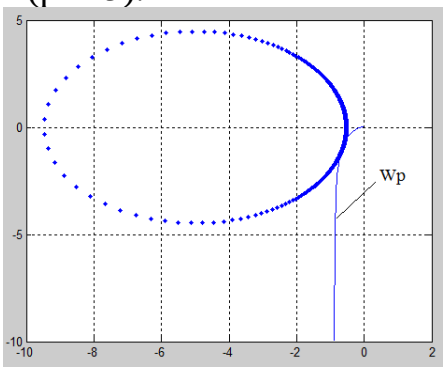
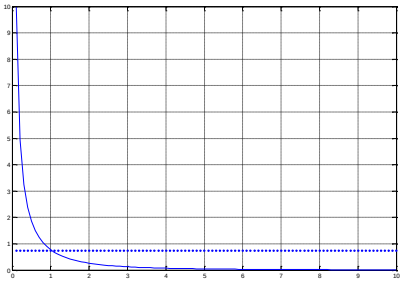


Рисунок 3 - Годограф МСАУ с запаздыванием в прямых и перекрестных связях

Для нахождения значения критического запаздывания $\tau_{кр}$ построим амплитудно-частотные характеристики подсистем и корневого годографа выражения $x_1(j\omega)$ в точке пересечения (рис.4) и определим значение $\omega_{icp=1.}$



Рисунки 4 – Амплитудно-частотные характеристики подсистем и корневого годографа $x_1(j\omega)$ точке пересечения

Значения $\tau_{i\text{кр}}$ определяется из выражения:

$\psi_1 = \varphi_o(\omega)-\omega_{1\text{ср}}\tau_{i\text{кр}}$,

$\tau_{i\text{кр}}= (\varphi_o(\omega)-\psi_1)/\omega_{1\text{ср}}$,

где ψ_1 – $\arg x_1$, $\varphi_o(\omega_{1\text{ср}})$ –$\arg W_p(j\omega)$ на частоте $\omega_{i\text{ср}}=1$.

Критическое значение запаздывания $\tau_{\text{кр}} = \min\{\tau_{i\text{кр}}\}$, n=1,2, это минимальное из найденных значений τ_i . Для нашего примера критическое значение запаздывания равно $\tau_{\text{кр}}$=0.087 с. Результаты моделирования при $\tau_{\text{кр}}$=0.087с представлены на рисунке 5. Видно, что система находится на границе устойчивости.

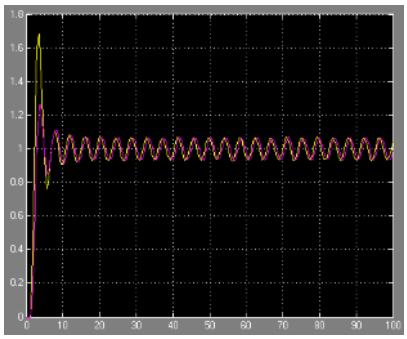


Рисунок 5 - График переходного процесса для МСАУ с критическим значением запаздывания в прямых и перекрестных связях

Показано, что с помощью графо-аналитического метода можно определить устойчивость многосвязной системы с запаздывания в прямых и перекрестных связях, а также найти критическое значение запаздывания в системе. Правильность результатов подтверждена путем моделирования.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Грант РФФИ №18-08-00702 А «Развитие методов анализа устойчивости многосвязных динамических систем управления сложными техническими объектами»).

Литература

1. Ильясов Б.Г., Кабальнов Ю.С. Исследование устойчивости однотипных многосвязных систем автоматического управления с гомономными связями между подсистемами //Автоматика и телемеханика. – 1995. - №7.-С.82-90.

2. Ильясов Б.Г., Саитова Г.А. Системный подход к исследованию многосвязных систем автоматического управления на основе частотных методов. Автоматика и телемеханика. 2013. № 3. С. 173-191.

3. Ильясов Б.Г., Саитова Г.А. Исследование линейных многосвязных САУ с запаздыванием /Материалы конференции «Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах» – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2012, 131-135с.

К.О. Сайгак

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ НАНОСПУТНИКА С ПОМОЩЬЮ ПРОВОДЯЩЕГО ТОК ТРОСА

(Самарский университет)

Аннотация: доклад посвящен моделированию движения электродинамической космической тросовой системы, состоящей из связки двух малых космических аппаратов, один из которых является наноспутником, и токопроводящего неизолированного троса. Цель работы: оценить возможности торможения наноспутника с помощью проводящего ток троса.

В настоящее время большой интерес представляет применение электродинамических космических тросовых систем (ЭКТС), имеющих тросы, проводящие ток. Такие системы могут быть использованы для превращения энергии орбитального движения в электрическую мощность [1], что позволяет найти чрезвычайно разнообразные способы применения в космонавтике. Например, в последнее время возродился интерес к данной технологии у ведущих космических агентств из-за потенциального применения для удаления космического мусора. По сравнению с другими технологиями ЭКТС имеют ряд преимуществ. В их числе малая масса, компактные размеры, не требуется ракетное топливо для совершения движения, простота использования.

Под космической тросовой системой понимается комплекс искусственных космических объектов (спутников, кораблей), соединенных длинными тонкими гибкими элементами (тросами, кабелями), совершающий орбитальный полет [2]. В наиболее простом виде — это связка двух космических наноспутников, соединенных неизолированным тросом. Обозначим массы верхнего и нижнего аппаратов как *m1* и *m2*.

Рассмотрим электродинамическую систему с неизолированным тросом, предназначенную для удаления с орбиты малых космических аппаратов. На проводящий неизолированный трос в магнитном поле Земли действует сила Ампера, которая обеспечивает изменение параметров орбиты ЭКТС (уменьшение высоты полета ее центра масс).

В первоначальном состоянии ЭКТС находится в режиме гравитационной стабилизации в развернутом состоянии [3], то есть трос располагается по мест-

ной вертикали. На ЭКТС с неизолированным тросом в магнитном поле Земли действует момент сил Ампера, который вычисляется следующим образом [4]:

$$\vec{M}_e = \vec{D} \times \vec{F} \quad (1)$$

где $\vec{F} = I_S(L)\vec{l} \times \vec{B}$ – сила Ампера, $I_s(s) = \int_0^L I(s)ds$, $I(s)$ – распределение тока по тросу, L – длина троса, $\vec{D}$ – радиус-вектор точки приложения силы $\vec{F}$ относительно центра масс системы, $\vec{B} = \mu R^{-3}\vec{e}$ – вектор магнитной индукции, $\mu = 8 \cdot 10^6$ Тл $\cdot$ км^3 – магнитный момент земного диполя, R – модуль радиус-вектора центра масс системы, $\vec{l}$ – единичный вектор вдоль троса. При определении момента (1) предполагается, что плоскость орбиты центра масс системы близка к плоскости магнитного экватора Земли.

При действии момента (1) ЭКТС будет совершать колебания относительно смещенного положения равновесия, причем направление этого смещения будет зависеть от направления тока. В этом случае колебания ЭКТС на орбите будут описываться следующим уравнением [4]

$$\ddot{q} + \dot{J} + \frac{3}{2}n^{-1}\dot{J}\sin 2q = \frac{M_q}{m_e L^2} \quad (2)$$

где θ – угол отклонения троса от вертикали, $m_e = \frac{m1m2}{m1+m2}$ – приведенная масса,

$v = 1 + e\cos\vartheta$,

e – эксцентриситет орбиты,

ϑ – угол истинной аномалии.

Уравнение невозмущенной орбиты центра масс имеет вид

$$R = \frac{p}{1 + e\cos J} = \frac{p}{n} \quad (3)$$

где p – параметр орбиты.

Производные для истинной аномалии в невозмущенном движении определяются следующим образом

$$\frac{d\vartheta_0}{dt} = \sqrt{\frac{K}{p^3}}(1 + e\cos\vartheta_0)^2, \qquad \frac{d^2\vartheta_0}{dt^2} = -\frac{2K}{p^3}e\sin\vartheta_0, \quad (4)$$

где K – гравитационная постоянная Земли.

Для описания возмущенного движения центра масс ЭКТС используется система дифференциальных уравнений в оскулирующих элементах [5]:

$$\frac{dA}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}}\frac{2A}{1 - e^2}(a_s e\sin J + \frac{a_T p}{R}), \quad (5)$$

$$\frac{de}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}}\{a_s\sin J + a_T[(1 + \frac{R}{p}) + \frac{eR}{p}]\}, \quad (6)$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}}\left[\frac{K}{R^2} + a_s\frac{\cos\vartheta}{e} - \frac{a_T}{e}(1 + R/p)\sin\vartheta\right], \quad (7)$$

где $a_T = \frac{F_T}{m1 + m2}$ и $a_s = \frac{F_s}{m1 + m2}$ – трансверсальное и радиальное ускорение от силы Ампера, $p = A(1 - e^2)$, $F_T = -F\cos q$, $F_s = F\sin q$, A– большая полуось орбиты.

Обозначая $\vec{w}_E$ как вектор скорости вращения Земли, можно определить скорость центра масс системы относительно Земли

$$\vec{v}_r = \vec{v} - \vec{\omega}_E \times \vec{r}, \quad (8)$$

где $\vec{v}$ – вектор абсолютной скорости ЭКТС и $\vec{r}$ – вектор положения центра масс системы в геоцентрической инерциальной системе координат [6]. Будет рассматривать случай, когда система стабилизирована в вблизи локальной вертикали гравитационным градиентом. Поскольку неизолированный проводящий трос пересекает магнитное поле Земли на орбитальной скорости, то напряженность электрического поля будет равна [6]

$$E_m = \frac{dV_p}{ds} = (\vec{v}_r \times \vec{B}) \cdot \vec{l}, \quad (9)$$

где V_p – индуцированное движением напряжение. На рисунке 1 представлена схема тросовой системы, содержащей на каждом конце троса устройства для замыкания токовой петли. Точки A и C обозначают анод и катод соответственно, точка B – точку нулевого потенциала. Полученное электрическое поле будет состоять из двух частей – AB, где значение тока не постоянно и увеличивается последовательно вследствие группирования электронов и ионов ионосферы на положительно и отрицательно определенных участках троса, и BC, где ток постоянный на всем участке.

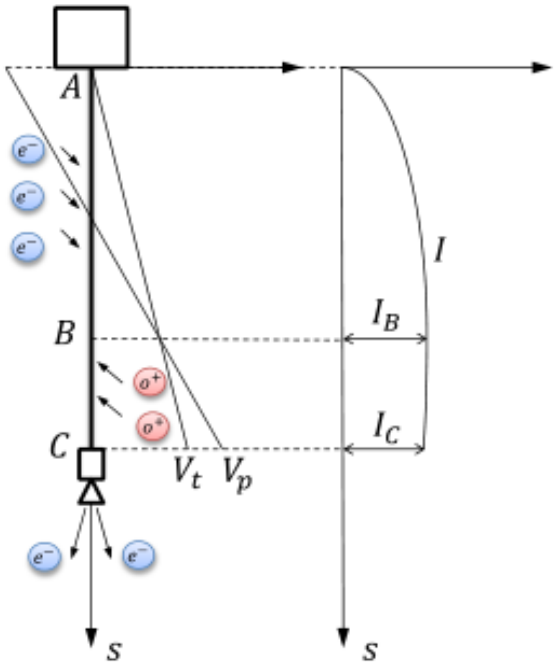


Рисунок 12 – Схема электродинамической неизолированной тросовой системы и изменения тока [6]

Таким образом, определение силы Ампера (Лоренца), действующей на систему, сводится к поиску площади участка, где имеется электрический ток $I_s(s)$ [7].

Площадь участка AB может быть найдена несколькими методами численного интегрирования, мы будем рассматривать метод средних прямоугольников, площадь участка BC находится как площадь прямоугольника.

Некоторые результаты расчетов представлены на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 показан результат вычисления значения тока *I* вдоль троса длиной *L*= 2 км.

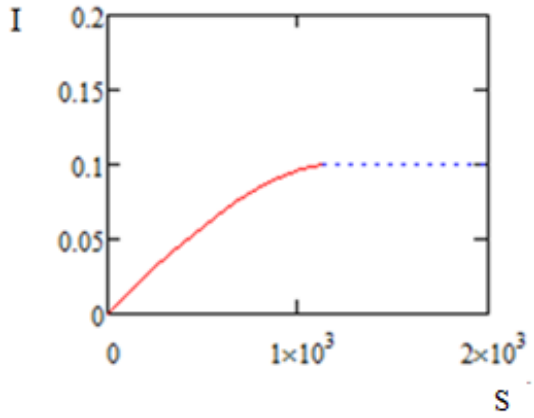


Рисунок 2 – Распределение тока I вдоль троса

Таким образом, в работе показано, что с помощью ЭКТС с неизолированным тросом можно существенно изменять параметры орбиты центра масс тросовой системы.

Литература

1. Белецкий, В.В. Динамика космических тросовых систем [Текст]/В.В. Белецкий, Е.М. Левин. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.–мат. лит., 1990. – 336 с.

2. Осипов В.Г., Шошунов Н.Л. Космические тросовые системы: история и перспективы // Земля и Вселенная – 1998. - №4. – С. 19-29.

3. Zabolotnov Yu. Introduction to the dynamics and control of the motion of space tether systems. Beijing: SciencePress, 2013. 140 p.

4. Воеводин П.С., Заболотнов Ю.М. Моделирование и анализ колебаний электродинамической тросовой системы на орбите спутника Земли // Математическое моделирование, т.29, №6, 2017, 21-34с.

5. Охоцимский, Д.Е. [Текст] Основы механики космического полета // Д.Е.Охоцимский, Ю.Г.Сихарулидзе. – М.:Наука, 1990. – 448 с.

6. Zhong R., Zhu Z.H. Nano-Satellite Deorbit by Bare Electrodynamic Tether // IAA Atmospheric Flight Mechanics (AFM) Conference, Guidance, Navigation, and Control and Co-located Conferences, (AIAA 2013-4683) – 3-6 p.

7. Zhong R., Zhu Z.H. Dynamics of Nanosatellite Deorbit by Bare Electrodynamic Tether in Low Earth Orbit // J. of Spacecraft and Rockets– 2013. – V.50. – №3. – 1-10 p.

И.Х. Сидиков, Б.У. Шомирзаев

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ДИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ

(Ташкентский государственный технический университет)

Моделирование гидравлических и тепловых систем играют важную роль во многих областях науки техники. Совместное их моделирование становится необходимым при расчете процессов протекающих в сложных физико-химических системах.

Для обеспечения безотказной и устойчивой работы станции подземного хранения газа необходимо построить и использовать её компьютерные модели. Это связано в основном с автоматизацией и управлением технологического процесса в станции. Практическими причинами необходимости являются следующие:

а) построение и отладка алгоритмов управления;

б) отладка систем управления на виртуальных моделях без вмешательства в реальный технологический процесс на объекте;

в) построение адекватных моделей блоков системы;

г) моделирование и управление процессами в экстремальных режимах связанных с географической особенностью объекта.

При построении математической модели исследуемого объекта нужно учитывать все происходящие в объекте процессы. К примеру, при отборе газа из скважин поступает сырой не очищенный газ, содержащий в своем составе конденсат, метанол, пластовую влагу и разные механические примеси, разнообразные вещества. На выходе, то есть для транспортировки к потребителю должны получить очищенный природный газ готовый к использованию.

Для моделирования вышеописанного технологического процесса мы применили основы системного анализа процессов химической технологии с использованием программного продукта MATLAB с пакетом моделирования Simulink.

Управление технологических объектов газовой промышленности осуществляется по закрытой схеме имеющей обратную связь, при этом управляющий орган получает информацию о состояний технологического процесса и внешней среды для выработки последующих управляющих воздействий. Обратная связь – один из важных факторов, используемых для оптимизации управления.

Процессов технологии газовой промышленности рассмотрим с точки зрения их оптимального управления .

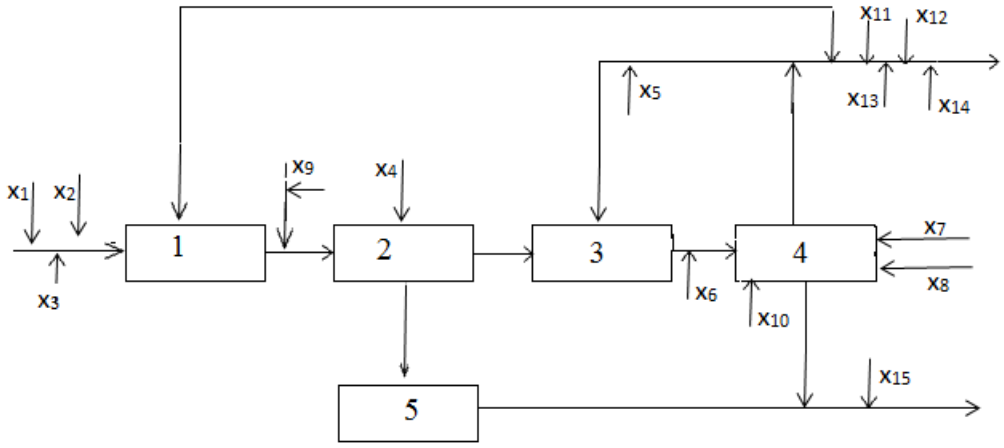


Рис. 1. Блок-схема оборудования низкотемпературной сепарации :
1, 3-теплообменные аппараты; 2 - С-1 сепаратор 1-го этапа;
4- низкотемпературный сепаратор С-2; 5 – емкость вывода конденсата

На рис. 1 приведена блок-схема оборудования низкотемпературной сепарации к основным технологическим параметрам которого входят следующие: x_1, x_2, x_3 – соответственно расход, давление и температура газа на входе в НТС; x_4-давление в сепараторе 1-го этапа; x_5 – расход сухого газа входящего в теплообменный аппарат 2-го этапа; x_6 – температура газа на выходе теплообменного аппарата 2-го этап; x_7, x_8 – соответственно давление и температура газа в НТС; x_9 – количество вводимого гидратообразующего ингибитора; x_{10} – уровень конденсата в сепараторе 2-го этапа; x_{11}, x_{12}, x_{13} - соответственно давление, температура и расход осушенного газа на выходе из НТС; x_{14} – температура точки росы осушенного газа по влажности и углеводороду; x_{15} – количество конденсата нестабильного конденсата выделенного после осушки газа.

Особенная характеристика данного процесса – режим температуры для оборудования, имеющего двухступенчатый теплообменный аппарат, определяется температурой газа в точке вводе НТС и гидратообразующего ингибитора. Температурный режим сепарационного процесса нарушается при изменении расхода газа в оборудовании и температуры окружающей среды .

Колебание температуры окружающей среды имеет периодический (период-один суток) характер и приведет к изменению температурного режима НТС. Управление температурного режима осуществляется дросселем, стоящего до низкотемпературного сепаратора, и распределением части осушенного газа проходящего через систему теплообменных аппаратов 1-го и 2-го этапов, температура которого зависит от температуры входящего в оборудование газ.

При оптимизации НТС считаем что, в НТС нет лишнего холода, то есть оборудование работает в "холодном" режиме. При этом выходящий из низкотемпературного сепаратора обработанный газ для охлаждения первичного потока, направляется в пространства между трубами теплообменного аппарата и потом в коллектор низкого давления. Основным показателем производительности оборудования НТС, считается среднее сравнительного значения, полученное технологической линией, выделения температуры точки росы осушен-

ного газа и пропорциональное ему степень отделения от углеводородного потока. Аналогом выходного коэффициента выходящей жидкости из сепараторов 2-го этапа и температуре точки росы, служит газоконденсатная смесь связанное с конденсатом на выходе из оборудования и полученное среднее значение температуры (температура сепарации) использованного газа:

$$G(Q) = Q_T C(T_1 - T_C) \qquad (1)$$

здесь Q_T-заданная производительность оборудования НТС; T_1-температура газа в коллекторе высокого давления, стоящего впереди сепаратора 1-го этапа; C - *сравнительный выход конденсата при понижении температуры газа на*1°С*;*

$$T_c = \sum_{i=1}^{N} T_{ci} Q_i / Q_T \qquad (2)$$

здесь T_{ci}, Qi – соответственно температура сепарации и расход газа на 1-технологической линии .

Количество T_{ci} в свою очередь зависит от множества режимных параметров (давления p_1, температуры T_1, состава и расхода газа) первичного потока, давления p_2 коллектора нижнего давления и конструктивных свойств оборудований. Из формул (1) и (2) можно определить конденсат на i-технологической линии :

$$G_i Q_i = C Q_i (T_1 - T_{ci}) \qquad (3)$$

Целесообразно принять в качестве показателя интегрального элемента объекта нерекупирацированность холода в теплообменном аппарате в других равных условиях, зависящего от текущего коэффициента теплопередачи. Нерекупирацированностью температуры Т, понимается разница температур газа, измеренных на "горячей" стороне теплообменного аппарата.

Для оценки производительности технологической линии достаточно знать зависимость нерекупирацированного холода от текущего расхода газа:

$$\Delta T_i = \Delta T_i (Q_i) \qquad (4)$$

Взяв во внимание вышесказанное и весомое постоянное газа по технологической линии, уравнение теплового баланса данной линии можем записать в следующем виде:

$$C_{pi} = (T_1 - T_{2i}) = C_{p2}[T_1 - \Delta T_1(G_i) - T_{ci}] \qquad (5)$$

Решив (5) по T_c и учитывая, что температура газа высокого давления выходящего из теплообменного аппарата равна $T_{2i} = T_{ci} + \Delta\tilde{T}$ получаем следующее:

$$T_{ci} = \frac{C_{p2}[T_1 - \Delta T_i(Q_i)] + C_{p1}(\Delta\tilde{T} - T_1)}{C_{p2} - C_{p1}} \qquad (6)$$

Учитывая (6), выражение (4) можем записать в следующем виде:

$$C_i = C Q_i \left[T_1 - \frac{C_{p2}[T_1 - \Delta T_1(Q_i) + C_{p2}(\Delta\tilde{T} - T_1)]}{C_{p2} - C_{p1}} \right] \qquad (7)$$

здесь C_{p1}, C_{p2} – соответственно изобарные тепловые емкости влажного и сухого газов; $\Delta\tilde{T}$ - интегральный эффект Жоул-Томсона; С – удельный выход конденсата.

Литература

1. Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. -596 с.
2. Жила Н.П., Ключева Э.С. Методы очистки гликолей от тяжелых углево-дородов и продуктов деструкции // Обз. информ. Сер. Подготовка и переработка газа и газового конденсата. -М.: ВНИИЭгазпром, 1990. -40 с.
3. Зиберт Г.К., Седых А.Д., Кащицкий Ю.А. и др. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технология и оборудование: Справочное пособие. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. -316 с.

А.М. Сухов, Н.А. Альзинская

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МАРШРУТИЗАЦИИ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(Самарский университет)

1. Введение

Маршрутизация информации - это самая простая и, пожалуй, самая сложная функция, которую выполняют сети. Обычная мудрость гласит, что для поиска путей к пунктам назначения через сложный сетевой лабиринт узлы должны коллективно находить текущее состояние топологии сети путем обмена информацией о статусе их соединений с другими узлами. Эти коммуникационные издержки считаются одними из самых серьезных ограничений масштабирования наших первичных коммуникационных технологий сегодня, в том числе Интернета и новых беспроводных и сенсорных сетей.

Однако многие сети в природе могут каким-то образом «маршрутизировать трафик» эффективно. То есть узлы в этих сетях могут эффективно найти намеченные цели связи, даже если они не обладают глобальным представлением о системе. Эксперимент Милгрэма 1969 года [1] показал классическую демонстрацию этого эффекта. Гораздо позже Клейнберг предложил первое популярное объяснение этого удивительного эффекта [2]. В его модели каждый узел, помимо того, что он является частью графа, представляющего топологию глобальной сети, находится в координатном пространстве – сетке, внедренной в евклидову плоскость. Каждый узел знает: 1) его координаты; 2) координаты его соседей; и 3) координаты адресата, записанного на пакете. Учитывая эти три части информации, узел жадно выбирает ближайший узел к месту назначения из своих ближайших узлов-соседей.

Данный подход позволяет решить одну из серьезных проблем современных сетей – это увеличение таблиц маршрутизации. Так как при использовании метода жадного продвижения таблицы маршрутизации не требуются.

Наша работа представляет технологию маршрутизации на основе кластерного подхода, которая дополняет иерархическую маршрутизацию, основанную на методе жадного продвижения. Представим иерархическую систему как некий набор узлов с возможностью организации связи между ними. Для этой системы можно построить иерархический граф связанности с выделением центрального и дочерних узлов. Все остальные связи между узлами при таком построении игнорируются.

На основании этого подхода было предложено строить различные типы адресации, опираясь на гиперболическое преобразование [3]. Маршрутизация между узлами в таких пространствах строится на основании принципа жадного продвижения [4]. В качестве расстояния выбираются разные функции, от расстояния в гиперболическом пространстве, до числа переходов по иерархическому графу.

Для того чтобы задействовать переходы между различными ветками древовидной иерархической структуры и тем самым снизить нагрузку на первые четыре уровня иерархии, мы предлагаем применить кластерный подход.

2. Основные проблемы адресации

Теперь необходимо попытаться найти битовую форму записи адреса, оценить его длину и размер адресного пространства для полного покрытия потребностей технологии Интернета вещей.

Рассмотрим форму записи числа $m_1, m_2, \dots m_i$ в виде m_k единиц с нулем в качестве разделительного знака. Данная запись требует N бит (1), что является очень неэкономичной формой записи.

$$N = m_1 + m_2 + \cdots + m_i + i \quad (1)$$

Если попытаться сократить длину адреса и записать составные части адреса m_k в двоичной системе. Тогда для записи каждого числа адреса m_k потребуется N_k бит (2) с округлением до ближайшего целого числа сверху.

$$N_k = [\log_2 m_k] + 1 \quad (2)$$

Однако, этот подход не учитывает наличия разделительных знаков между различными частями адресной иерархии. Если бы для каждой части адреса m_k выделялось бы фиксированное число бит, как в адресном пространстве IP протокола, то введение специальных символов для разделителей бы не требовалось. Так как для уменьшения общей длины адреса используется переменное число бит для описания каждой части адреса, то требуется передавать точное место начала каждой иерархии.

В привычной нам IP системе маршрутизации эту роль играет параметр «маска». Этот параметр показывает, сколько бит в адресе не изменяется, то есть задает родительский узел и описывает соответствующий кластер. В нашем случае мы можем передавать число бит p_k, которое равно числу бит N_k соответствующего значения иерархического адреса m_k, где $p_k = [\log_2 N_k] + 1$.

Теперь оценим битовую длину адреса, которая потребуется для нужд технологий Интернета вещей. Во-первых, необходимо оценить глубину адресного пространства. Для этого разделим адресное пространство на 2 части – глобальную и локальную. Глобальные адреса служат для привязки локального сегмента к глобальной сети. Сейчас эту роль в основном выполняют IPv4 адреса, но так как их уже не хватает, то для расширения адресного пространства применяются технологии NAT.

Во-вторых, оценим глубину иерархического адресного пространства исходя из факта, что число переходов (hop) команды ping ограничено 30. Соответствующий выбор центрального узла может сократить это число вдвое. В качестве центрального узла целесообразно выбрать самую популярную точку обмена трафиком, расположенную в Нью-Йорке, США. При этом можно ограничиться 15 уровнями иерархии, чтобы дойти до каждого домохозяйства или другого локального узла, к которому будут присоединяться локальные сети для удовлетворения местных потребностей.

При таком подходе максимальная длина адреса без разделения на уровни иерархии оценивается в 60 бит, а с учетом разделения – это ещё порядка 40 бит. Это больше, чем существующее адресное пространство IPv4. Однако средняя длина адреса будет значительно короче. Абсолютное число адресов будет иметь длину до 32 бит. Еще один огромный плюс подобной маршрутизации – это отсутствие огромных маршрутизирующих таблиц.

3. Основные положения межкластерной маршрутизации

Под *кластером* будем понимать совокупность устройств и всех их дочерних узлов. На иерархическом графе это отдельная скелетная ветвь, начинающаяся с родительского узла. В наших обозначениях кластер можно записывать как родительский узел $m_1, m_2, \dots m_i$.

В стандартном методе жадного продвижения мы всегда движемся вверх по иерархии, в то время как кластерный метод основан на поиске возможных путей через дочерние узлы. Вопрос в том, как можно найти такие переходы без значительного увеличения вычислительной сложности алгоритма и времени установления соединения.

Тот вариант присвоения адресов, что описан нами в статье [5], накладывает сильные ограничения на межкластерные переходы. На первом этапе присвоения адресов мы нарезали окрестности относительно начала маршрута, а на втором построили сами кластеры. Поэтому межкластерный переход может происходить между узлами одной окрестности или соседних. Причем, если узел лежит в основании «старшего» кластера, то он может быть связан с устройством младшего кластера той же окрестности или старшей окрестности. Устройства младшего кластера могут быть связаны с устройствами старшего кластера той же окрестности или с понижением номера окрестности.

Каждому межкластерному переходу можно сопоставить его уровень. Уровень межкластерного перехода будем определять как число участков маршрута по иерархической структуре между двумя соседними узлами. То есть для

двух узлов $m_1, \dots, m_k, m_{k+1}, \dots, m_i$ и $m_1, \dots, m_k, n_{k+1}, \dots, n_l$ уровень межкластерного перехода Y равен

$$Y = i + l - 2k \quad (3)$$

Заметим при этом, что i и l не могут различаться больше, чем на единицу, как это было показано выше.

Особое внимание должно быть уделено поиску межкластерных переходов на первых четырех уровнях иерархии, как это показано на Рис. 1. Эти уровни являются наиболее загруженными и именно для них необходимо использовать альтернативные межкластерные маршруты. Поэтому необходимо специальным образом сохранять информацию о переходах, у которых k из уравнения (3) меньше или равно 3.

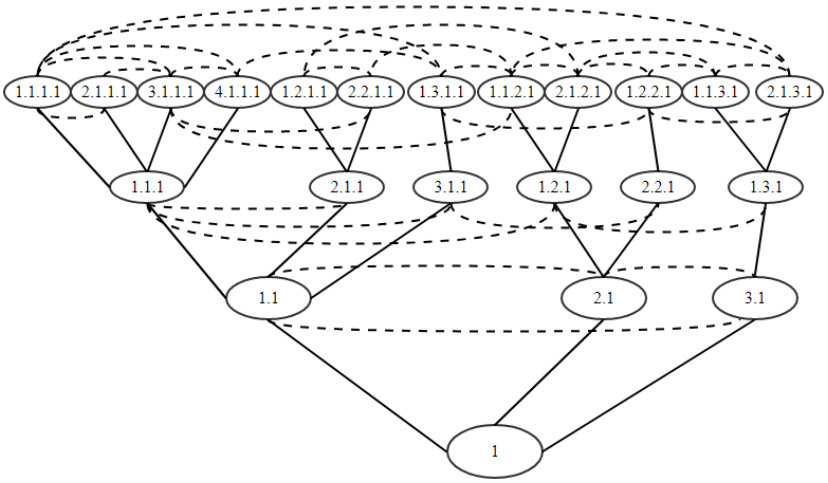


Рисунок 1– Структура межкластерных переходов

Можно предложить следующий алгоритм учета таких межкластерных переходов. Каждый узел $m_1, m_2, \dots m_i$ опрашивает своих соседей об адресации. Для каждого соседа рассчитывается уровень межкластерного перехода и находится общий родительский кластер $m_1, .., m_k$ и число k. Если число $k \leq 2$, то информацию о таком переходе и его источнике следует хранить на родительских узлах кластеров $m_1, .., m_{k+1}$.

Таким образом, все узлы первых трех уровней иерархии будут хранить информацию о возможных межкластерных переходах. На основании этой информации можно будет построить таблицу маршрутизации. Эта таблица позволит обходить наиболее загруженные верхние уровни иерархии. Размер такой таблицы будет очень сильно ограничен из-за ограниченного числа узлов первых трех уровней иерархии.

4. Заключение

В настоящей работе рассматривается маршрутизация на основе принципа жадного продвижения в гиперболическом пространстве. Для предотвращения переполнения каналов старших уровней иерархии предложено использовать кластерный подход. Дано определение кластера, описаны направления межкластерных переходов. Для каждого узла и его соседей предложено находить метрику межкластерного перехода. Если эта метрика описывает межкластерный

переход на первых трех уровнях иерархической адресации, то на родительском узле кластера ведется специальный учет таких переходов и их источников. На основании межкластерных переходов для первых трех уровней иерархии строится специальная таблица маршрутизации, которая позволяет не перегружать древовидные иерархические каналы.

Литература

1. Milgram, S. An experimental study of the small world problem/ J. Travers and S. Milgram// Sociometry. – 1969. – P. 425–443.

2. Kleinberg R. Geographic routing using hyperbolic space //INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE. – IEEE, 2007. – C. 1902-1909.

3. Cvetkovski, A. Hyperbolic embedding and routing for dynamic graphs / A. Cvetkovski and M. Crovella // IEEE INFOCOM. – 2009. – P. 1647-1655.

4. Papadopoulos, F. Network mapping by replaying hyperbolic growth / F. Papadopoulos, C. Psomas, D. Krioukov. // IEEE/ACM Transactions on Networking (TON). – 2015. – P. 198-211.

5. Sukhov, A. M. Greedy forwarding for hyperbolic space in MANET / S. V. Timofeeva, D. M. Sarkisian, A. M. Sukhov, S. A. Zuev // *Telecommunication Forum (TELFOR).* – 2017. – P. 1-4.

М. С. Светлов[1], А. А. Львов[2], Д. В. Кленов[2], Н. С. Вагарина[2]

АЛГОРИТМЫ КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ ДЛЯ КОДА НА ОСНОВЕ КОДОВОГО СИГНАЛЬНОГО ПРИЗНАКА В ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛАХ СО СТИРАНИЕМ

([1]Институт проблем точной механики и управления РАН,
[2]Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.)

I. Введение

Одной из наиболее актуальных задач синтеза информационных каналов (ИК) является обеспечение требуемого уровня их информационной надежности в условиях действия случайных импульсных помех большой интенсивности, когда $i_{pn} = f_{pn}/f_c \geq 3$($i_{pn}$— интенсивность случайной помехи; f_{pn}, f_c— частоты импульсной помехи и кода, соответственно). ИК состоит из устройств кодирования (КУ), декодирования (ДКУ) и канала связи (КС). Под действием помех возможно искажение передаваемых по КС кодовых комбинаций (КК). Существует два возможных вида ошибок: трансформации и стирания. При ошибках трансформации одна КК переходит в другую возможную КК. При ошибках стирания образуется КК, недопустимая с точки зрения выбранного кода. В зависимости от типа возможных ошибок, ИК делятся на каналы с трансформациями, каналы со стираниями и каналы общего вида, в которых

могут присутствовать ошибки как трансформации, так и стирания. Традиционным способом обеспечения высокой помехоустойчивости ИК является применение корректирующих кодов [1, 2]. Однако в случае действия помех большой интенсивности корректирующая способность таких кодов оказывается не достаточной, поэтому предлагается использование каскадного кодирования с применением некоторого корректирующего первичного кода (ПК) и вторичного кода (ВК) на основе кодового сигнального признака (КСП) [3].

По своей структуре ВК на основе КСП является двоичным комбинаторным нелинейным неразделимым кодом с постоянным весом с рабочими кодовыми словами длины n и всегда с единичными первыми и последними символами. Рабочее кодовое множество ВК $A = \{A_i\}_{i\in[1,K]}$ содержит K кодовых слов (по числу символов в алфавите ПК) в виде двоичных кодовых последовательностей одинакового веса $m_1 \geq 3$, т.е. с m_1единичными символами каждая. Структура кода с КСП уже исследовалась ранее [4]. Также хорошо изучены ИК с трансформациями с применением кода на основе КСП. Для данного типа ИК были получены аналитические алгоритмы кодирования-декодирования [3] и выведены формулы вычисления вероятностей исходов приема [5]. В то же время ИК со стираниями и ИК общего вида с кодом основе КСП ранее не рассматривались. В данной работе проводится синтез ИК общего вида с кодом на основе КСП, приводятся упрощенные блок-схемы КУ и ДКУ ВК и описываются алгоритмы кодирования-декодирования для кода с КСП в ИК общего вида.

II. Синтез ИК общего вида

Упрощенная блок-схема КУ для кода с КСП представлена на рис. 1. Данное КУ используется для всех видов ИК. Подробное описание работы КУ приведено в работе [6].

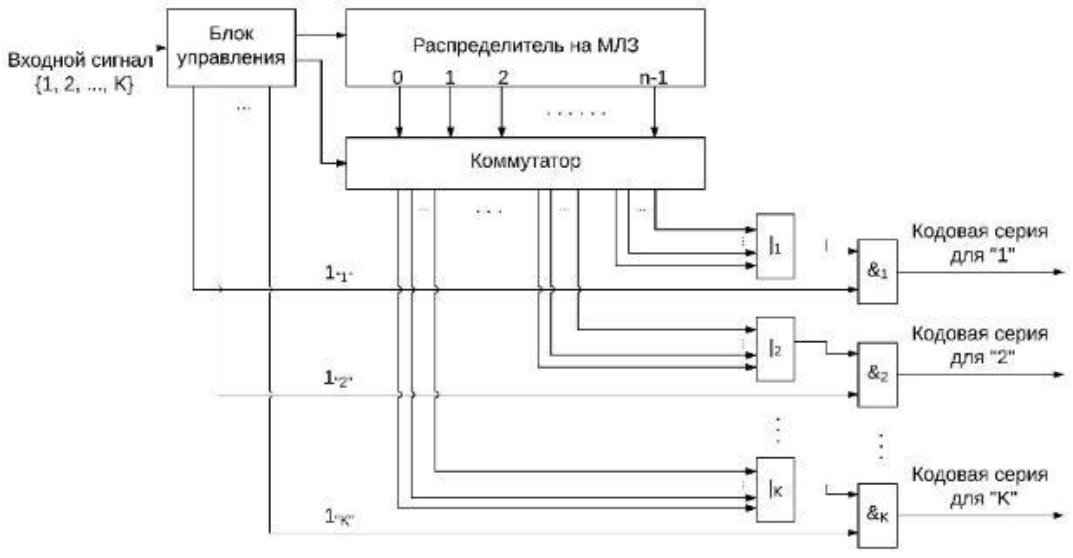


Рис. 1. Физическая структура КУ ВК

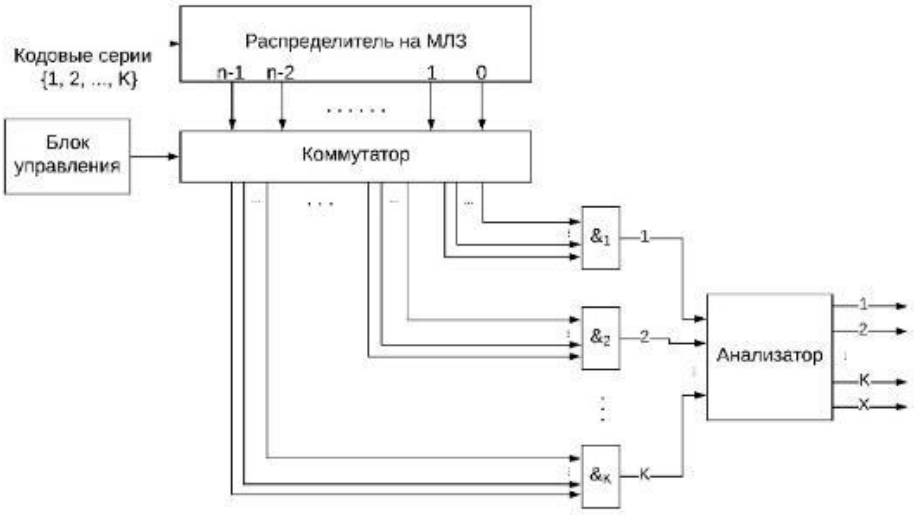


Рис. 2. Физическая структура КДК

Основной структурной единицей ДКУ является каскад декодирования (КДК), упрощенная блок-схема которого изображена на рис. 2. Распределители КУ и КДК на многоотводных линиях задержки (МЛЗ) имеют по n выходов: $0 \div n-1$ в КУ и $n-1 \div 0$ в КДК. На первых по порядку выходах сигнал задерживается на интервал Δt_0относительно момента времени поступления сигнала на вход распределителя. На всех последующих выходах сигналы задерживаются на интервал Δt от моментов времени их появления на предыдущих выходах. Управляемые коммутаторы служат для коммутации выходов распределителей со входами дизъюнкторов в КУ и конъюнкторов в КДК. Логика коммутаций определяется видом кодовых слов ВК, точнее, номерами позиций с единичными символами.

Блоки управления, выходные конъюнкторы в КУ, анализатор в КДК обеспечивают формирование управляющих, синхронизирующих и выходных сигналов КУ и КДК. Анализатор основан на мажоритарном элементе. Если сигнал поступает на два или более его входов одновременно, или же сигнал полностью отсутствует, то на выходе генерируется сигнал защитного отказа, представленный символом стирания (X) ПК. И наоборот, если поступающий сигнал единственный, то этот сигнал переправляется на соответствующий выход КДК.

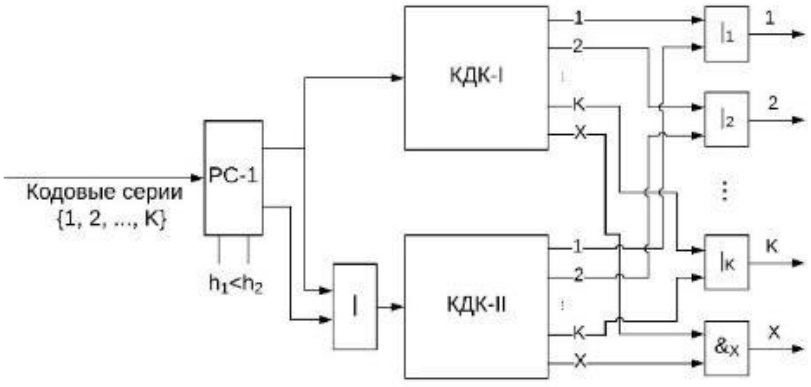


Рис. 3. Физическая структура ДКУ ВК общего вида

ДКУ ВК для ИК общего вида состоит из двухпороговой первой решающей схемы (РС-1) с порогами $h_1 < h_2$, двух КДК, соединенных по схеме Элайеса [7], и набора логических элементов для формирования результата: дизъюнкторов для алфавитных символов, конъюнктора для символа стирания (рис. 3). В КДК-I попадают только единичные рабочие импульсы ВК, т.е импульсы с амплитудой не менее h_2. В КДК-II — как единичные рабочие импульсы, так и символы стирания X, т.е. импульсы с амплитудой сигнала, попадающей в зону стирания $[h_1, h_2)$. Дизъюнктор $|_i$ формирует выходной сигнал при декодировании символа ПК $1 \le i \le K$ хотя бы в одном из КДК. Выходной символ стирания формируется конъюнктором $\&_X$ при возникновении защитного отказа в обоих КДК одновременно.

III. Алгоритмы кодирования и декодирования

Алгоритмы кодирования и декодирования будут рассмотрены на примере произвольного кодового слова ПК $Q = (q_1, q_2, \dots, q_{n_K})$. По причине идентичности КУ ВК алгоритмы кодирования для ИК общего вида остаются такими же, как и для ИК с трансформациями. Данные алгоритмы подробно описаны в [3], поэтому в данной работе приводиться не будут.

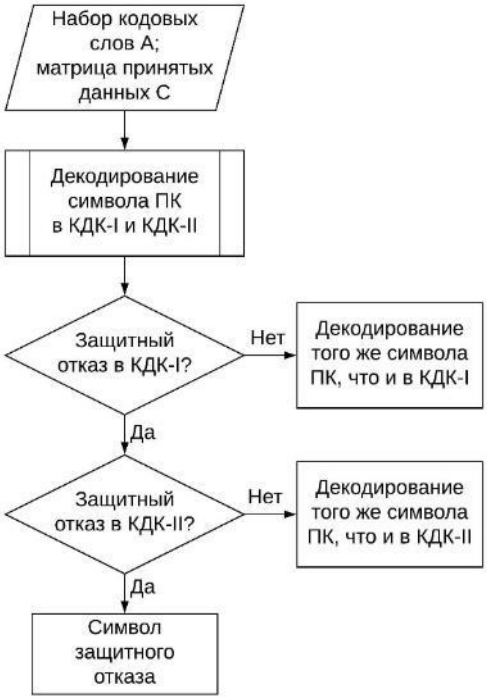


Рис. 4. Блок-схема 1: Алгоритм декодирования символа ПК в ИК общего вида

Также в [3] было показано, что для отдельно взятого КДК декодирование может быть проведено в 3 шага:

1. Построение матрицы подобия S по формуле $S = CA^T$, где A — матрица, составленная из кодовых слов ВК; C — матрица принятых рабочих последовательностей ВК.
2. Построение матрицы результата R:

$$r_{wi} = \begin{cases} 1, & s_{wi} = m_1; \\ 0, & s_{wi} < m_1. \end{cases}$$

Здесь $1 \le w \le n_K$ — индекс символа в слове Q, $1 \le i \le K$ — символ ПК, с которым сравнивается декодируемый символ.

3. Анализ матрицы результата R. Если в строке w встретилась только одна единица (обозначим ее столбец индексом i_0), то декодирован символ i_0. Если в w-й строке оказалось две и более единиц, или не оказалось вовсе, то это означает, что из-за действия помех однозначное декодирование не возможно. В этом случае в ДКУ ВК обеспечивается защитный отказ.

Анализ структуры ДКУ ВК для ИК общего вида позволяет сделать вывод о корректности следующего алгоритма декодирования (блок-схема 1):

a) декодировать по отдельности символы на КДК-I и КДК-II;
b) если в каждом из КДК произошел защитный отказ, сгенерировать общий сигнал защитного отказа на выходе ДКУ ВК;
c) если на одном КДК декодирован символ ПК i, а на другом произошел защитный отказ, то общим результатом считается декодирование символа ПК i.

IV. Заключение

В статье построен ИК общего вида с применением кода на основе КСП на последней ступени кодирования. В работе представлены схемы КУ и ДКУ ВК и приведены алгоритмы кодирования и декодирования для кода с КСП.

Литература

1. Peterson, W.W. Error-correcting codes / W. W. Peterson, E. J. Weldon. - Cambridge, Massachusetts and London, England: The MIT Press Publ., 1972. - 593 с.

2. Golomb, S.W. Digital Communications with Space Applications / S. W. Golomb. - New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice-Hall Publ., 1964. - 272 с.

3. Svetlov, M. S. Algorithms of Coding and Decoding for Code with Code Signal Feature / M. S. Svetlov, A. A. L'vov, D. V. Klenov, O. N. Dolinina // Proceedings of the 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), St. Petersburg, Russia, 2017, pp. 748-752. DOI: 10.1109/EIConRus.2017.7910666.

4. Львов, А.А. Повышение информационной надежности цифровых систем с QAM/COFDM модуляцией / А. А. Львов, М. С. Светлов, П. В. Мартынов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: "Математика. Механика. Информатика." - 2014. - Т. 14. - № 4. - Ч. 1. - С. 473-482.

5. Кленов, Д. В. Математическая модель информационного канала с кодеком на базе кодового сигнального признака / Д. В. Кленов, А. А. Львов, П. А. Львов, М. С. Светлов, М. К. Светлова // Материалы 8-й всероссийской научной гонференции " Системный синтез и прикладная синергетика" (ССПС-2017). - пос. Нижний Архыз, 2017.

6. L'vov, A. A. Improvement of information reliability of digital systems with QAM/COFDM modulation / A. A. L'vov, M. S. Svetlov and P. V. Martynov // Proceedings of the 20th IMEKO TC4 Symposium, Benevento, Italy, 2014, pp. 479-484.

7. Elias, P. Error-free coding / P. Elias // IEEE Trans. Inform. Theory, 4, 1954. – P. 29–37.

А.В. Сухарев

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ИСТИННОГО УГЛА АТАКИ ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕСКА ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАГИСТРАЛЬНОГО САМОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань)

Истинные и местные углы атаки не могут быть измерены непосредственно прямыми методами. Их размеры определяют по размерам других величин, используемых как естественный носитель сигнала измерительной информации и связанных с ними некоторой функциональной зависимостью-уравнением измерения.

Теоретические исследования и практические разработки способов и средств измерения аэродинамических углов проводятся по двум направлениям: на основе вычислений по параметрам, характеризующим движение летательного аппарата, а также на основе измерений взаимодействия набегающего потока с приемниками или непосредственно с поверхностью ЛА. Основным преимуществом данного направления является возможность использования для определения аэродинамических углов датчиков, не имеющих непосредственного контакта с набегающим потоком.

Все многообразие датчиков аэродинамических углов по виду входного информативного параметра, физической природе входного сигнала, принципу действия, способу обработки входных сигналов, обеспечению помехоустойчивости измерительной цепи и другим признакам.

По принципу действия можно выделить следующие датчики аэродинамических углов: флюгерные, пневматические, комбинированные, термоанемометрические, меточные, вихревые, резонансные, акустические и др.

Наиболее распространенные измерителями являются датчики флюгерного типа, пневматический. Несмотря на распространенность флюгерный датчик имеет низкую точность на малых скоростях и малая полоса пропускания частот [1]. Ведут активную разработку и других типов датчиков, которые являются наиболее точными в измерение угла атаки, но имеют другие нюансы, которые связаны с высокой стоимостью, дорогим обслуживанием, (меточные) низкой надежностью(комбинированные).

Провели патентный поиск в результате, которого было выявлено 23 патента, среди них 14 отечественных, и 9 иностранных. Среди всех патентов было выявлено, что каждое следующее устройство повторяет функции предыдущего, но имеет улучшенные характеристики, например, повышенную точность измерения, надежность, помехоустойчивость на более высоком уровне, а улучшенные качества пилотирования, расширенные функциональные возможности, изменение в конструкции, а также с точки зрения экономики эффективнее.

Используем структуру с параллельными измерительными каналами [2]. Для таких информационно измерительных систем характерна высокая надежность, так как отказ или сбой одного из каналов не приводит к отказу системы, а также высокое быстродействие за счет возможности реализации параллельной обработки информации в нескольких вычислителях. Недостатками информационной измерительной системы параллельного действия являются большие аппаратные затраты и высокая стоимость, а также сложное управление.

Выводы.

Проанализировав способы измерения аэродинамического угла можно сделать вывод, что наиболее распространенными являются флюгерные и пневматические, которые не уступают по своей надежности, но наиболее перспективными являются меточные, в связи с наиболее точными измерениями, данная информация подтверждается патентами. Использовав схему с параллельными измерительными каналами, повышаем надежность и быстродействие, а также за счет увеличенного быстродействия, уменьшаем погрешность вычислений.

Литература

1. Солдаткин В. М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001 448 с.

2. Ганеев Ф.А., Порунов А.А., Солдаткин В.В, Солдаткин В.М. Систематическое проектирование измерительно вычислительных систем: Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию / Под редакцией проф. В.М. Солдаткина. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. 150 с.

В.Н. Тарасов

НОВЫЕ МОДЕЛИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ТРАФИКА С ШИРОКИМ ДИАПАЗОНОМ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Аннотация. Статья посвящена исследованию систем массового обслуживания (СМО) G/G/1 с произвольными входными распределениями с коэффициентами вариаций интервала между поступлениями требований и времени обслуживания меньшими и большими 1, т.е. перекрывающими весь интервал (0,

∞). Для этого рассмотрены системы $M^-/M^-/1$ с запаздыванием во времени и $H_2/H_2/1$ с гиперэкспоненциальными входными распределениями с целью получения решения для среднего времени ожидания требований в очереди. Приведены также авторские результаты по системам $H_2/M/1$ и $M/H_2/1$. Для вывода решений использован классический метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли.

Ключевые слова. Системы массового обслуживания, сдвинутое экспоненциальное распределение, гиперэкспоненциальное распределение, среднее время ожидания в очереди.

Введение. В современной теории телетрафика актуальны исследования систем массового обслуживания (СМО) G/G/1 с произвольными входными распределениями с коэффициентами вариаций интервала между поступлениями требований c_λ и времени обслуживания c_μ меньшими и большими 1, т.е. перекрывающими весь интервал (0, ∞). Для обеспечения такого диапазона изменения коэффициентов вариаций рассмотрены системы $M^-/M^-/1$ с запаздыванием во времени [1] и $H_2/H_2/1$ с гиперэкспоненциальными входными распределениями [2] с целью получения решения для среднего времени ожидания требований в очереди. Для вывода решения в каждом случае использован метод спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли. Для практического применения полученных результатов использован известный метод моментов. В работе [1] показано, что коэффициент вариации случайной величины, распределенной по экспоненциальному закону с запаздыванием во времени, меньше 1. Известно, что распределенная по гиперэкспоненциальному закону H_2 случайная величина имеет коэффициент вариации *c* больше 1. Учитывая тот факт, что распределение H_2 является трехпараметрическим, в статье приведен механизм аппроксимации произвольных законов распределений гиперэкспоненциальным как на уровне двух первых моментов, так и на уровне трех первых моментов. Этот факт отражает отличительную особенность закона распределения H_2.

Решение для системы M/M/1 с запаздыванием (случай $\mathbf{c_\lambda < 1, c_\mu < 1}$). Рассмотрим систему массового обслуживания (СМО), на вход которой поступают требования, случайные интервалы между которыми распределены по закону [1]:

$$a(t)=\begin{cases}\lambda e^{-\lambda(t-t_0)}, & t\ge t_0\\ 0, & 0\le t<t_0\end{cases} \qquad (1)$$

Аналогично распределено и время обслуживания:

$$b(t)=\begin{cases}\mu e^{-\mu(t-t_0)}, & t\ge t_0\\ 0, & 0\le t<t_0\end{cases}. \qquad (2)$$

Функции плотности (1) и (2) являются сдвинутыми вправо от нулевой точки на величину t_0 экспоненциальными распределениями с двумя параметрами (λ, t_0) и (μ, t_0), причем $\lambda<\mu$. Таким образом, имеем СМО с запаздыванием во времени на величину [1].

В работе автора [1] приведены преобразование Лапласа функции плотности времени ожидания, полученное методом спектрального разложения решения интегрального уравнения Линдли: $W^*(s) = s\Phi_+(s) = \frac{(1-\lambda/\mu)(\mu+s)}{(s+\mu-\lambda)}$, и полученное через него среднее время ожидания

$$\overline{W} = \frac{\lambda/\mu}{\mu-\lambda}. \tag{3}$$

Для определения неизвестных параметров (3) получена система уравнений:

$$\begin{cases} \lambda^{-1} + t_0 = \bar{\tau}_\lambda \\ (1+\lambda t_0)^{-1} = c_\lambda \\ \mu^{-1} + t_0 = \bar{\tau}_\mu \\ (1+\mu t_0)^{-1} = c_\mu \end{cases}, \tag{4}$$

где числовые характеристики в правых частях системы: средние значения интервалов $\bar{\tau}_\lambda$ и $\bar{\tau}_\mu$, коэффициенты вариации c_λ и c_μ меньшие единицы при $t_0, \lambda, \mu > 0$, будут входными параметрами для определения неизвестных параметров. В связи с этим мы имеем немарковскую модель массового обслуживания. Среднее время ожидания требования в очереди в такой системе будет меньше, чем в классической системе M/M/1 при одинаковом коэффициенте загрузки. Кроме того, использование функций плотности (1) и (2) позволяет аппроксимировать исходные входные распределения на уровне двух первых моментов, в отличие от классической системы M/M/1.

В качестве примера рассмотрим случай высокой нагрузки при параметрах: $\bar{\tau}_\mu = 1$, $\bar{\tau}_\lambda = 10/9$ и $c_\mu = 0.5$. В этом случае получим загрузку системы $\rho = 0{,}9$, значение $c_\lambda = 0{,}55$, а из (4) значения $\lambda = 18/11$ и $\mu = 2$. Тогда среднее время ожидания по формуле (3) $\overline{W} = \frac{18/11/2}{2-18/11} = \frac{18\cdot 11}{4\cdot 22} = \frac{9}{4}$. Классическая система M/M/1 при той же нагрузке дает $\overline{W} = \frac{0.9/1}{1-0.9} = 9$, т.е. в 4 раза большую задержку.

Решение для системы H2/H2/1 (случай $\mathbf{c_\lambda \geq 1, c_\mu \geq 1}$). В работах [2,4] автором найдено преобразование Лапласа для функции плотности времени ожидания для системы H2/H2/1:

$$W^*(s) = \frac{s_1 s_2 (s+\mu_1)(s+\mu_2)}{\mu_1\mu_2(s+s_1)(s+s_2)}, \tag{5}$$

где $-s_1$ и $-s_2$ отрицательные вещественные части корней кубического уравнения

$$s^3 - c_2 s^2 - c_1 s - c_0 = 0. \tag{6}$$

Коэффициенты этого уравнения: $c_0 = a_0 b_1 - a_1 b_0 - a_0(\mu_1+\mu_2) + b_0(\lambda_1+\lambda_2)$, $c_1 = -a_1 b_1 - a_0 - b_0 + (\lambda_1+\lambda_2)(\mu_1+\mu_2)$, $c_2 = \lambda_1+\lambda_2-\mu_1-\mu_2$, а параметры: $a_0 = \lambda_1\lambda_2$, $a_1 = p\lambda_1 + (1-p)\lambda_2$, $b_0 = \mu_1\mu_2$, $b_1 = q\mu_1 + (1-q)\mu_2$. Величины p, λ_1, λ_2 и q, μ_1, μ_2 явля-

ются параметрами гиперэкспоненциальных распределений с функциями плотностей

$$a(t) = p\lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + (1-p)\lambda_2 e^{-\lambda_2 t}, \quad (7)$$

$$b(t) = q\mu_1 e^{-\mu_1 t} + (1-q)\mu_2 e^{-\mu_2 t} \quad (8)$$

соответственно для системы $H_2/H_2/1$.

Среднее время ожидания в очереди равно значению производной от функции преобразования Лапласа (5) со знаком минус в точке s=0. Окончательно, среднее время ожидания в очереди для СМО $H_2/H_2/1$:

$$\overline{W} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} - \frac{1}{\mu_1} - \frac{1}{\mu_2}.$$

Рассмотрим пример. Пусть коэффициент загрузки СМО $\rho = \bar{\tau}_\mu / \bar{\tau}_\lambda = 0{,}9$, где $\bar{\tau}_\lambda$ и $\bar{\tau}_\mu$ средние значения интервалов между поступлениями и времени обслуживания. Рассмотрим случай нормированного обслуживания $\bar{\tau}_\mu = \mu^{-1} = 1$. Тогда средний интервал между поступлениями $\bar{\tau}_\lambda = 10/9$. Пусть коэффициенты вариаций случайных величин - интервалов между поступлениями и времени обслуживания $c_\lambda = c_\mu = 2$. Аппроксимация на уровне двух первых моментов дает: $p \approx 0{,}887$, $\lambda_1 \approx 1{,}597$, $\lambda_2 \approx 0{,}203$, $q \approx 0{,}887$, $\mu_1 \approx 1{,}775$, $\mu_2 \approx 0{,}225$. Таким образом, неизвестные параметры распределений (7) и (8) однозначно определены. Теперь воспользуемся результатом для системы $H_2/H_2/1$, приведенным выше. Коэффициенты кубического уравнения (6) в этом примере равны: $c_0 \approx 0{,}014$; $c_1 \approx 0{,}572$; $c_2 = -0{,}20$. Найдем корни кубического уравнения (8) с помощью пакета Mathcad: $-s_1 \approx -0{,}852$, $-s_2 \approx -0{,}025$, $s_3 \approx 0{,}677$. Тогда среднее время ожидания равно $\overline{W} \approx 36{,}20$. Для сравнения классическая система M/G/1 с использованием начального момента 2-го порядка времени обслуживания $\overline{W} = \frac{\lambda \cdot \overline{\tau_\mu^2}/2}{1-\rho} = \frac{0{,}9 \cdot 5/2}{1-0{,}9} = 22{,}5$, что существенно занижает время ожидания.

Заключение

Полученные результаты приводят к следующим выводам.

1. В том случае, когда коэффициенты вариации интервалов поступления и времени обслуживания меньше 1, для анализа трафика можно использовать систему $M^-/M^-/1$ с запаздыванием во времени.

2. В случае, если коэффициенты вариации интервалов поступления и времени обслуживания больше 1, можно использовать систему $H_2/H_2/1$.

3. Рабочие формулы для расчета задержки в обоих случаях, приведены выше.

4. Комбинированием рассмотренных законов распределений можно перекрыть диапазон изменения коэффициентов вариаций случайных величин - интервалов между поступлениями c_λ и времени обслуживания c_μ от 0 до ∞.

5. Полученные результаты с успехом могут быть применены в современной теории телетрафика, где задержки пакетов входящего трафика играют пер-

востепенную роль. Для этого необходимо знать числовые характеристики распределения интервалов входящего трафика и времени обслуживания на уровне двух или трех первых моментов. Эти характеристики могут быть определены с помощью современных анализаторов трафика, например, Wireshark [2].

Литература

1. Tarasov, V.N. Analysis and calculation of queuing system with delay / V.N. Tarasov, N.F. Bakhareva, , I.A. Blatov // Automation and Remote Control November 2015, Volume 76, Issue 11, pp 1945-1951. DOI: 10.1134/S0005117915110041.

2. Tarasov, V.N. Analysis of Queues with Hyperexponential Arrival Distributions / V.N. Tarasov // Problems of Information Transmission, 2016, Vol. 52, No. 1, pp. 14–23. DOI: 10.1109/INFOCOMMST.2015.7357256.

3. Тарасов, В.Н. Математическая модель трафика с тяжелохвостным распределением на основе системы массового обслуживания H2/M/1 / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, Г.А. Горелов // Инфокоммуникационные технологии. 2014. №3. С.36-41.

4. Тарасов, В.Н. Определение среднего времени ожидания требований в управляемой системе массового обслуживания H2/H2/1 / В.Н. Тарасов, И.В. Карташевский // Системы управления и информационные технологии. 2014. Т.57. №3. С.92-96.

5. Тарасов, В.Н. Анализ входящего трафика на уровне трех моментов распределений временных интервалов / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, Г.А. Горелов, С.В. Малахов // Информационные технологии. 2014. № 9. С.54-59.

6. Кругликов В.К., Тарасов В.Н. Анализ и расчет сетей массового обслуживания с использованием двумерной диффузионной аппроксимации // Автоматика и телемеханика. 1983. № 8. С. 74-83.

О.И. Христодуло, В.Е. Гвоздев, Э.Б. Фахретдинова

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО, ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В последние годы особое значение приобрели задачи эффективной природоохранной деятельности, связанные с антропогенным загрязнением окружающей среды, которые в условиях наращивания промышленного производства и увеличения численности населения приобретают угрожающие масштабы [1, 2].

Отходы можно рассматривать с двух точек зрения: как мощный фактор загрязнения, который может привести к экологической катастрофе и как вто-

ричное сырьё для мусороперерабатывающих предприятий и, как следствие, источник нужных для промышленности и экономики ресурсов.

Одной из наименее привлекательных альтернатив по обращению с отходами, которая преимущественно доминирует как в России в целом, так и в Республике Башкортостан в частности, является их размещение/захоронение на полигонах. Столь «широкое» использование данной технологии вызвано наименьшими прямыми затратами, однако при этом не учитываются затраты, связанные с обслуживанием полигона и оказываемым ущербом для окружающей среды. Кроме того, безвозвратно теряются природные ресурсы и прибыль, которую может дать правильно налаженная переработка отходов.

В связи с этим одной из наиболее приемлемых технологий по обращению с отходами является их повторное использование. Необходимость решения проблемы переработки отходов стала особенно актуальной в последние годы в связи с ухудшением качества природного сырья и уменьшением его количества и увеличением объемов и разновидности отходов [3].

Но так как в стране подвергается обработке лишь малая часть накопленных за год отходов, предотвращение или минимизация их образования является наиболее значимым подходом по обращению с отходами на сегодняшний день. Данная технология позволяет не просто экономить средства на проведение мероприятий по обращению с отходами (в том числе, строительство мусороперерабатывающего завода, мусоросортировочных линий и т.д.), а также позволяет избежать дополнительной траты ресурсов, энергии и денег на производстве. Снижение количества отходов может быть достигнуто за счет переориентирования производства и потребления на продукцию и упаковку, приводящую к образованию меньшего количества отходов (например, мотивирование производителей к снижению количества упаковки и т.п.) [3].

В связи с эти актуальным становится выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс формирования отходов, а также тех последствий, которые возникают при их образовании, с целью дальнейшего повышения эффективной деятельности по обращению с отходами.

Удобным инструментом исследования такого рода слабоструктурированных, плохо формализуемых задач является когнитивное моделирование, которое способствует углублению понимания проблем, выявлению противоречий, качественному их анализу, а также позволяет увидеть и осознать логику развития событий при большом количестве взаимосвязанных факторов.

В основе когнитивного подхода для моделирования подобных сложных объектов используют понятие когнитивной карты, под которой понимается математическая модель объекта, представленная в виде ориентированного взвешенного графа и позволяющая описывать субъективное восприятие этого объекта человеком или группой людей. Когнитивная карта:

1) служит инструментом систематизации и визуализации знаний по исследуемой проблеме;

2) служит коммуникативной основой поиска рационального подхода к урегулированию проблемной ситуации.

Так для более полного изучения характера процесса обращения с отходами на основании имеющейся информации об основных факторах образования различных видов отходов на территории Республики Башкортостан была разработана когнитивная модель (рис. 1). Вершины когнитивной карты соответствуют факторам, определяющим ситуацию, ориентированные ребра – причинно-следственным связям между факторами.

Очевидными факторами, влияющими на происхождение отходов в регионе, являются различные государственные, муниципальные, военные учреждения, производственные комплексы и т.д. Стрелки отображают взаимосвязи и направление влияния факторов друг на друга. Так, появление вторичного сырья при обработке выявленных отходов положительно влияет на развитие производства, состояние которого зависит от имеющегося природного сырья, вырабатываемой энергии и производимых им ресурсов. Любые произведенные в процессе какой-либо деятельности отходы в свою очередь отрицательно влияют на экологическую ситуацию, от которой зависит природное сырье, используемое на производстве. Но кроме этого положительным фактором строительства различных предприятий является появление дополнительных рабочих мест на производстве для населения. При этом наращивание промышленного производства приводит как к увеличению количества отходов, так и к большей возможности появления производственного брака, который при возможности можно исправить тут же на производстве и использовать по прямому назначению. Если же исправление производственного брака технически невозможно и экономически невыгодно, так как исправление дефектов будет стоить примерно столько же, сколько и выпуск такого же нового продукта, то данный брак также отправляется на свалки в качестве отхода производства.

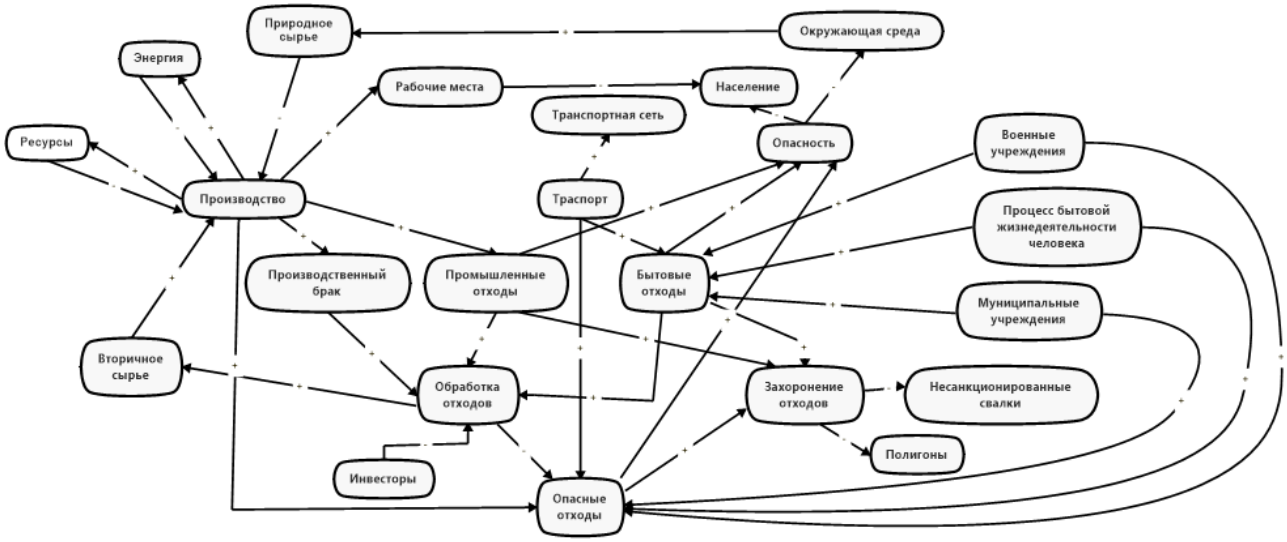


Рисунок 1 - Когнитивная карта формирования отходов

При дальнейшем изучении когнитивной карты можно заметить, что часть факторов являются наиболее значимыми при выявлении проблем обращения с отходами. Так, например, само производство оказывает прямое воздействие на процесс формирования отходов, тогда как природные ресурсы здесь скорее иг-

рают некую второстепенную роль. Поэтому в данной когнитивной модели были выделены два уровня иерархии: к первому относятся все те, что оказывают прямое существенное воздействие на процесс формирования отходов (производство, транспорт и т.д.); а ко второму – те, чья роль в данном процессе является незначительной, но оказывающей непосредственное воздействие на процессы, находящиеся на первом уровне иерархии (рис. 2).

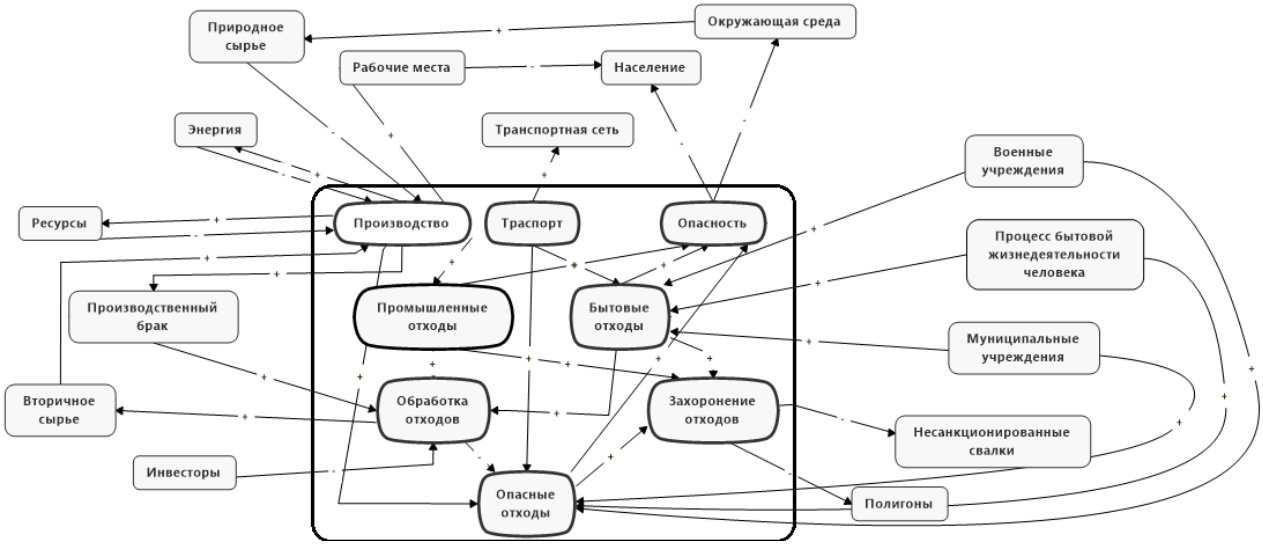


Рисунок 2 - Выявленные уровни иерархии когнитивной модели формирования отходов

Таким образом, применение когнитивного подхода позволило структурировать и формализовать знания о происходящих явлениях и процессах в деятельности по обращению с отходами, исследовать сложившиеся тенденции, а также выявить благоприятные и неблагоприятные тенденции во внешней среде.

Анализ когнитивной карты позволяет выявить структуры имеющихся проблем с накоплением, размещением и переработкой отходов, найти наиболее значимые факторы, влияющие на данные проблемы, а также оценить воздействие факторов друг на друга. Все это дает основу для обоснования необходимых управленческих решений в сфере деятельности по обращению с отходами.

Так перед нами встает задача рационального размещения пунктов накопления, сортировки и переработки отходов в рамках реализации системного подхода к управлению сложными геотехническими системами. Примером решения по задаче размещения мест переработки отходов является структурный анализ устойчивости системы при различных условиях. Реализация системного подхода предполагает:

а) выделение характеристик состояния геотехнических систем по совокупности природных, социальных, техногенных признаков;

б) определение системообразующих факторов, составляющих основу разноаспектного анализа геотехнических систем;

в) выделение структурных факторов, позволяющих выделить отношения между частями системы;

г) исследование пространственно-временных особенностей параметров выделенных систем.

Результаты исследований, представленные в статье частично поддержаны грантом 18-08-00885 – А «Методологические основы многокритериального управления процессом выбора местоположения промышленных предприятий по переработке отходов на основе положений эвергетики».

Литература

1. Христодуло О.И. Разработка информационной системы размещения объектов техногенной опасности с использованием нечеткой логики / О.И. Христодуло, И.Ф. Салимзянов, Н.Р. Гареева // Научный журнал «Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление». - Санкт-Петербург, Россия, 2015. - Т.5 (229). - С. 47 – 58.

2. Khristodulo O., Davletbakova Z., Gvozdev V. Spatial Information Processing for Decision-making Support of Siting Sources of Technogenic Hazards Using Computer Technologies // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). - Челябинск, 2017. - pp. 1-5.

3. Система управления отходами в странах ЕС [Электронный ресурс]. / URL: - http://waste-nn.ru/sistema-upravleniya-othodami-v-stranah-es / (дата обращения: 06.03.2018)

А.Е. Хамидуллина

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ АППАРАТА СХЕМ СОПРЯЖЕНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Проектированию информационных систем сейчас уделяется большое внимание, поскольку возрастает роль информационных систем в жизни человека, понятие системы используется согласно источнику [1]. Системы становятся сложнее и переходят к системообразующим, это приводит к тому, что возрастают требования предъявляемые к качеству системы. В свою очередь качество этих систем определяется качеством процессов проектирования. Однако, в [2] подчеркивается, что начальные этапы проектирования являются слабо формализованными, допущенные ошибки на этих фазах в дальнейшем приводят к увеличению расходов и откладывают срок сдачи проекта, поскольку необходимо дополнительное время на поиск и устранение ошибок.

Согласно отчету, *Standish Group* 2014 года [3] ежегодно 19% проектов прекращают свою реализацию по причине несоответствия заявленным ожиданиям заказчика, 53% проектов завершаются с опозданием или с увеличением предполагаемого бюджета. В свою очередь фирмы несут огромные финансовые убытки, страдает репутация.

Для принятия рациональных решений по управлению проектами в условиях неопределенности необходимо проводить комплексный анализ альтернатив функциональных структур, соответствующих различным аспектам программных проектов. Однако, следует анализировать проектные решения не только продукта, но и организации проекта, поскольку схема разработки зависит от свойств самой создаваемой системы. Для обеспечения сравнения возможных альтернатив организации проекта, необходимо, чтобы они были представлены в сопоставимом виде. Необходимо применять научно обоснованные приемы, чтобы выполнить сравнительный анализ альтернатив. Возникает необходимость разработки способа приведения различных альтернативных решений к одному виду.

Согласно источнику [4] особенностью начальных этапов программного проекта является высокая неопределенность относительно параметров проекта, поэтому наибольшее распространение получили структурные методы исследования, где каждая работа выступает как многомерный объект, который сочетает в себе: ресурсы, инструменты, руководство и результат. В силу этого, в основу анализа альтернативных вариантов организации проекта целесообразно положить использование аппарата схем сопряжения. Поскольку агрегаты структур – формальная конструкция, соответствующая системному сочетанию структурных моделей, с разных сторон характеризующих сложных объект.

В настоящей работе рассматривается подход к построению агрегатов структур на основе аппарата схем сопряжения. Использование данного метода позволит проводить анализ организации проекта по совокупности метрических характеристик, что в свою очередь увеличит шансы успешного завершения разработки программного проекта.

Связи между процессами можно организовать в рамках одной из формальных моделей – *IDEF*0, инструмента *BPWin*. *IDEF*0 удобен для представления порядка видов работ необходимых при разработке программных проектов. Согласно, методологии *IDEF*0 функциональные блоки *A*1, *A*2, *A*3, *A*4 – представляют из себя задачи, работы, происходящие, в течение некоторого времени. На стрелках функциональной модели обозначают результаты блока, к которому относятся, рисунок 1.

Функциональное моделирование позволяет рассмотреть блоки сложной системы как взаимосвязанные подсистемы, но не дает возможности довести схему до анализа сопоставления метрических характеристик. Для решения этой задачи можно перейти к аппарату схемы сопряжения Н.П. Бусленко, рисунок 2.

Аппарат схемы сопряжения Н.П. Бусленко представляет собой формальную модель многомерного объекта, преобразующего ресурсы различных видов, таких как данные о состоянии объектов (*X*), правила преобразования данных (*M*), ограничения на применения правил (*U*1, *U*2), в логически законченные артефакты (*Y*1, *Y*2).

Агрегаты, из которых состоит схема сопряжения, аналогичны блокам работ схемы *IDEF*0. Агрегаты также имеют входные сигналы и выходные – результаты работы, рисунок 3. Схема сопряжения имеет свои ограничения, ко

входному контакту любого элемента системы подключается не более чем один элементарный канал, где C_j является элементом системы S, элемент C_j имеет m_j входящих контактов. Аналогично выход элемента C_j состоит из r_j выходных контактов; контакт $Y_l^{(i)}$ выдает элементарные сигналы $y_l^{(i)}(t)$; l=1,2…r_j [5].

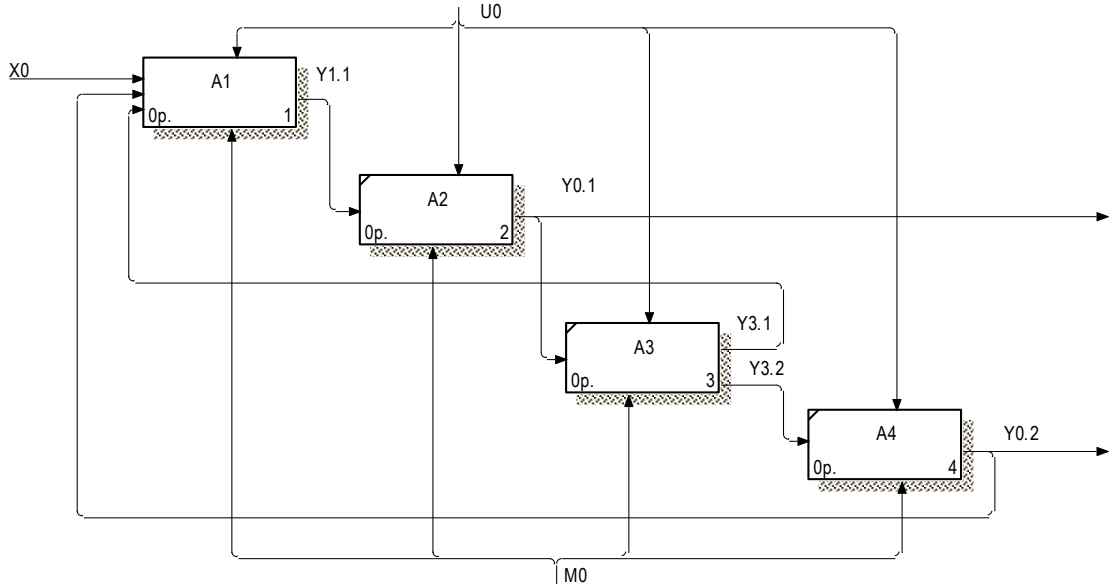


Рисунок 1 – Функциональная модель в нотации *IDEF0*

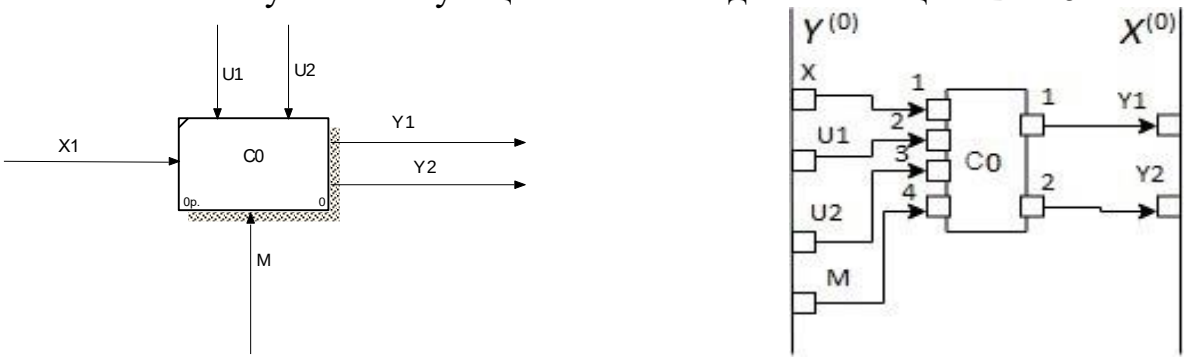


Рисунок 2 – Переход от функциональной модели к схеме сопряжения

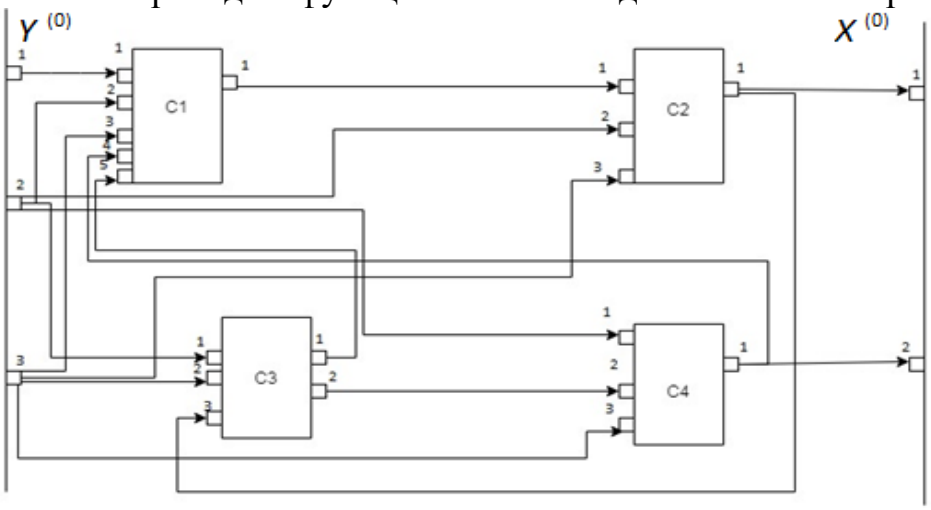


Рисунок 3 – Схема сопряжения

Аппарат схемы сопряжения позволяет удобно перейти модели вида граф, рисунок 4, для этого необходимо столбцы и строки таблицы нумеровать двойными номера (*j*,*i*) и (*k*,*l*), где *j* – указывает номер элемента, *i* – номер контакта входного контакта $X_j^{(i)}$; *k* – указывает номер элемента, *l* – номер контакта выходного контакта $Y_l^{(k)}$. На пересечении помещается единица для контактов $X_j^{(i)}$ и $Y_l^{(k)}$, соединенных элементарным каналом, в противном случае указывается ноль. Такая таблица представляет собой матрицу смежности ориентированных графов, таблица 1 [5].

Таблица 1

j,*i* / *k*,*l*	11	12	13	14	15	21	22	23	31	32	33	41	42	43	01	02
01вы	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02вы	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
03вы	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
31	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
41	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

В данном графе вершины с индексом «вы» представляют собой выходной контакт внешнего элемента C_0, а 01 и 02, соответственно, входные контакты внешнего элемента C_0. Остальные узлы– это входные контакты элементов внутренней системы *S*.

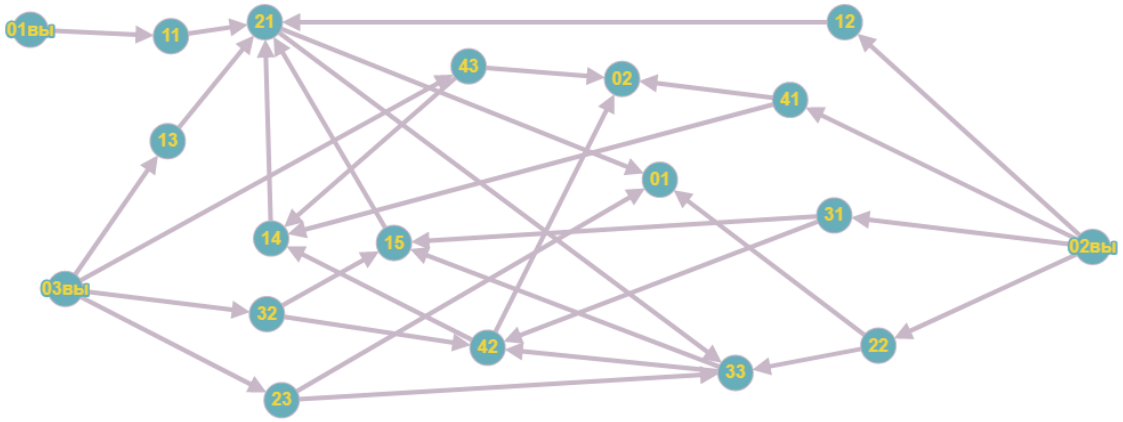


Рисунок 4 – Граф схемы сопряжения

Возможность перехода от структурной модели к схеме сопряжения и наличие формальной процедуры преобразования этой схемы сопряжения к виду графа делает возможным поставить ей в соответствие множество метрических характеристик, что в свою очередь увеличивает шансы для успешного завершения проекта.

Литература

1. Гвоздев, В. Е. Программные проекты: базовые термины и определения: учеб. пособие / В.Е. Гвоздев, О.Я. Бежаева, О.А. Ефремова, Г.И. Танзлы. – Уфа: УГАТУ, 2011. – 218 с.

2. Практическое руководство по реализации программных проектов: [учебное пособие для студентов очной формы обучения, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника"] / В. Е. Гвоздев [и др.]. - Уфим. гос. авиационный тех. ун-т – Уфа: УГАТУ, 2015. 192 с.

3. CHAOS MANIFESTO 2014: Value versus Success & The Orthogonal. – The Standish Group International, Incorporated. URL: http://blog.standishgroup.com/post/14

4. Элементы системной инженерии: методологические основы разработки программных систем на основе V-модели жизненного цикла: монография / М.Б. Гузаиров [и др.]. - М.: Машиностроение, 2013. – 180 с.

5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. – 400 с.

А.М. Хузина

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКА ТЕПЛОВОГО СНАБЖЕНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Основное назначение любой системы теплоснабжения состоит в обеспечении потребителей необходимым количеством теплоты требуемых параметров. В работе рассматривается процесс теплоснабжения города Дюртюли, выполняемый МУП «Дюртюлинские электрические и тепловые сети». Предприятие осуществляет производство и передачу тепловой энергии.

Производство тепловой энергии осуществляется центральной котельной. Котельная или котельная установка - сооружение, в котором осуществляется нагрев рабочей жидкости - теплоносителя, как правило воды - для системы отопления или пароснабжения, расположенное в одном техническом помещении. Котельные соединяются с потребителями при помощи теплотрассы. Подача тепловой энергии регулируется параметрами теплоносителя.

Присоединение потребителей к системе централизованного теплоснабжения в зависимости от источника тепловой энергии либо зависимое (при температурном графике 95/70 ^{0}C), либо элеваторное (при температурном графике 130/70 ^{0}C). Элеватор устанавливается для снижения температуры воды, поступающей в систему отопления так как в соответствии с санитарными нормами максимальная температура теплоносителя в системах отопления жилых зданий не должна превышать 95^{0}C [1].

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма процесса подачи тепловой энергии с точки зрения обеспечения эффективности и согласованной работы источника теплоснабжения.

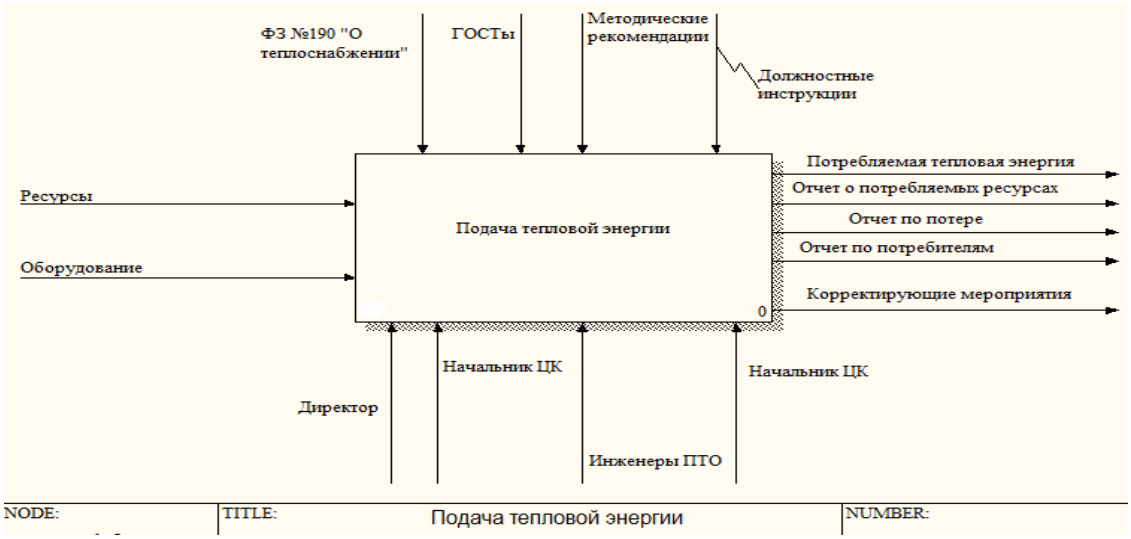


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма процесса подачи тепловой энергии

Анализ процесса показал необходимость выделения следующих функциональных блоков (рисунок 2):

- подготовка теплоносителя;
- передача по теплопроводу;
- потребление тепловой энергии;
-формирование комплекса корректирующих мероприятий.

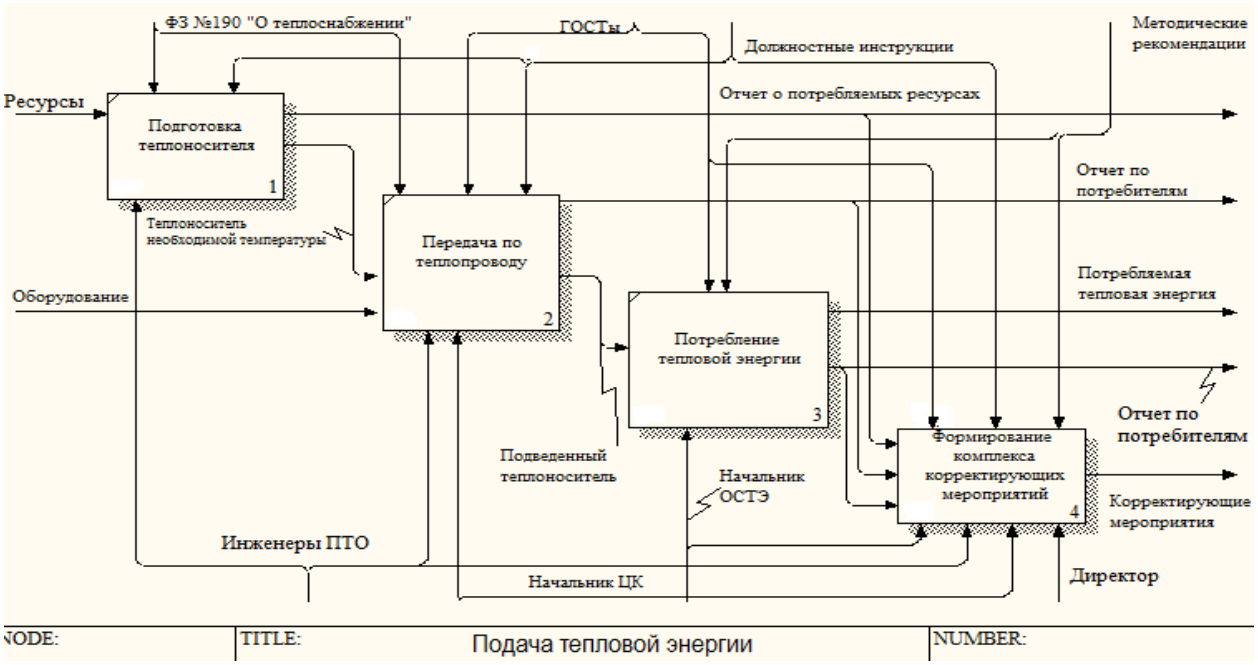


Рисунок 2 – Детальное представление контекстной диаграммы процесса подачи тепловой энергии

На этапе подготовки необходимо обеспечить ресурсами теплоносителя для получения тепловой энергии. Теплоноситель нагревается в теплообменнике, находящемся в тепловом центре, перемещается по наружным и внутренним теплопроводам в отдельные помещения каждого здания и, передав тепло через отопительные приборы в них, возвращается обратно в котельную. Непосредственно за этими этапами следят инженеры производственно-технического отдела (ПТО) и начальник центральной котельной (ЦК), руководствуясь ФЗ №190 «О теплоснабжении», должностными инструкциями и стандартами. Поступившая тепловая энергия готова к потреблению потребителями. За организацию эффективной работы по продаже потребителям тепловой энергии отвечает начальник отдела сбыта тепловой энергии (ОСТЭ), руководствуясь в своей деятельности стандартами, методическими рекомендациями. В деятельности предприятия необходимо формирование комплекса корректирующих мероприятий особенно на случаи несоответствии требованиями, а также отказа оборудования, всевозможных сбоев в работе и другие. Сотрудники предприятия совместно с директором принимают решения по устранению причин несоответствий на различных этапах процесса подачи тепловой энергии, ссылаясь на стандарты, методические рекомендации и должностные инструкции. На основе анализа соответствующих отчетов (рисунок 3) отдельно принимают решения по :

- подготовке ресурсов;
- снижению теплопотерь при подаче;
- повышению эффективности потребляемой тепловой энергии.

Сформированные решения позволяют директору и начальнику ЦК назначить комплекс корректирующих мероприятий.

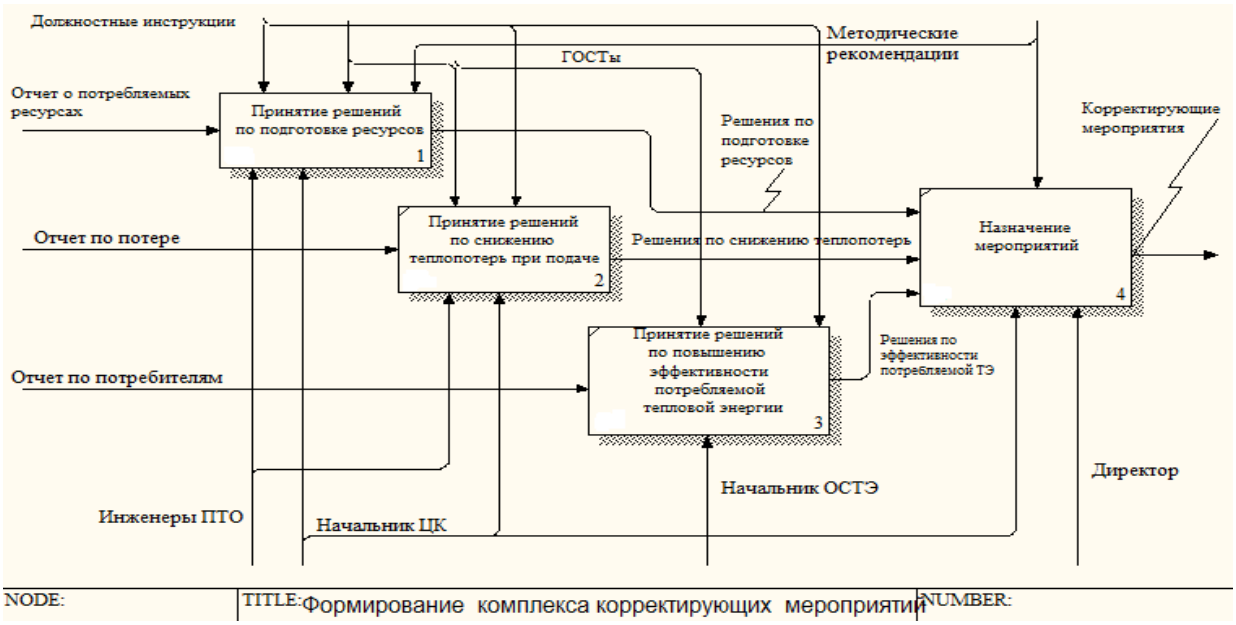


Рисунок 3 - Декомпозиция формирования комплекса корректирующих мероприятий

Особое значение в комплексе мероприятий имеет регулирование отпуска тепловой энергии. Эти мероприятия осуществляются на этапе подготовки ресурсов при обеспечении необходимых параметров теплоносителя (рисунок 4).

Для регулирования отпуска тепловой энергии от теплоисточников используется качественное регулирование, т.е. при постоянном расходе теплоносителя изменяется его температура. Расчет изменения температуры теплоносителя выполняется в зависимости от температуры наружного воздуха [2]. При расчете используется не фактическое значение температуры наружного воздуха, а прогнозируемое, вычисляемое с использованием статистических методов по результатам наблюдений.

Предлагается для прогнозирования температуры наружного воздуха применять нейронные сети. Прогнозируемое значение температуры наружного воздуха вместе с данными по расходу мощности могут быть использованы для принятия решений по объему отпуска тепловой энергии.

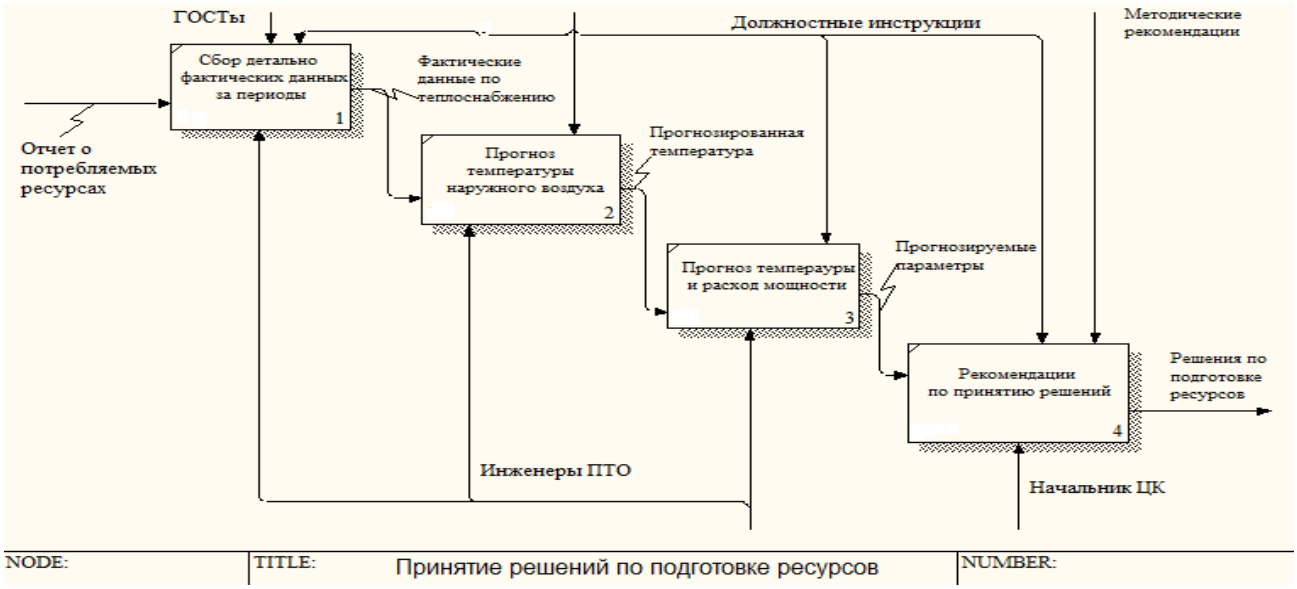


Рисунок 4-Декомпозиция принятие решений по подготовке ресурсов

Литература

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха:СНиП 41-01-2003 [текст]: СП 60.13330.2016: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 16.12.2016 г. №968: ввод в действие с 17.06. 2017.-М:Моркнига, 2018-81с.(Свод правил)-2000экз.

2. Методика расчета оптимального температурного графика работы системы теплоснабжения [электронный ресурс].-Режим доступа URL: http://adm-djurtjuli.ru/_ld/1/197__2-_.pdf. (дата обращения: 09.02.2018).

Т.А.Хужакулов

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ПО СОСТОЯНИЯ КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩНЫХ ГИДРОУЗЛОВ

(Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммед Ал – Хоразмий)

Представлен опыт работ по созданию ГИС бассейнов рек Амударья и Сырдарья для оценки безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений.

The experience in development of GIS of the Amu Darya and Syr Darya basins for the assessment of hydrosystems safety is presented.

На современном этапе развития водохозяйственного комплекса в нашей республике наблюдается тенденция выхода из строя и ухудшение работоспособности многих крупных гидротехнических сооружений, которые характеризуются прогрессирующим старением оборудования и сооружений, входящих в их состав.

Многие крупные гидротехнические сооружения, построенные в прошлом столетии, исчерпали свой эксплуатационный ресурс и находятся в сильно изношенном состоянии и представляют большую потенциальную опасность для населения республики. В связи с этим вопросы безопасности ГТС, в частности, крупных водохранилищных гидроузлов, в настоящее время становятся очень важными для нашей республики.

В Институте Водных проблем АН РУз на протяжении уже ряда лет в рамках ГНТП проводятся исследования в данном направлении, при этом используется ценный опыт ученых таких передовых зарубежных стран как Германия, Япония. Так в частности в рамках гранта «Разработка научно-методической основы оценки и мер по обеспечению безопасности особо крупных ГТС» на основе ГИС технологий была создана база данных, содержащая информацию о размещении, основных технических параметрах и показателях, а также о современном состоянии крупных водохранилищных гидроузлов нашей республики.

Была специально разработана форма (паспортная характеристика), отражающая общую характеристику рассматриваемого гидроузла с проектными данными и данными проведенных инспекторских обследований объектов.

Результаты по состоянию крупных водохранилищных гидроузлов были получены на основе проведенных многолетних натурных инструментальных исследований, проведенных сотрудниками института.

Данная форма заносится в базу данных в среде ГИС ArcView 3.3. (рис.1.)

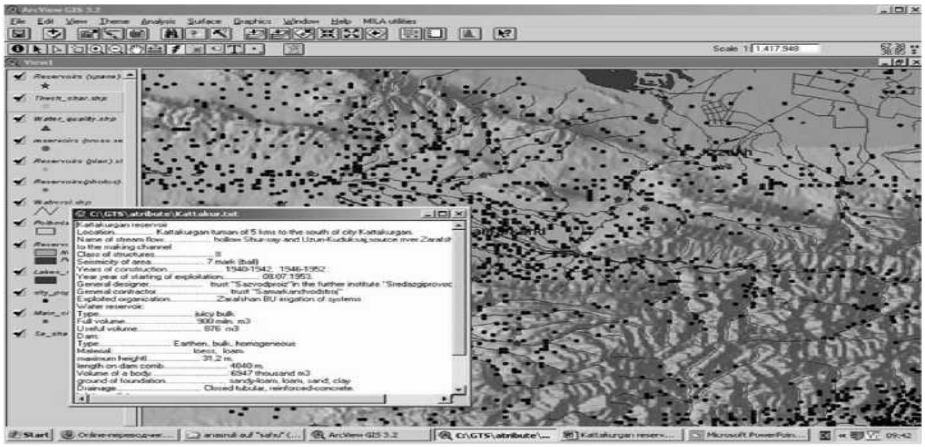


Рис.1. База данных в среде ГИС ***ArcView 3.3***

Кроме этого данная система содержит в себе и географическую информацию, следующего рода:

- место расположение объекта с точными координатами;
- топографические особенности региона;
- расположение крупных близлежащих населенных пунктов.

Данное обстоятельство позволяет в дальнейшем спрогнозировать последствия которые возникнуть при аварии данного сооружения и является крайне необходимым инструментом для принятия экстренных мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, в рассматриваемом регионе.

Смоделировав в среде ГИС процесс возможного разрушения плотины водохранилищного гидроузла, учитывая при этом пластику рельефа местности, можно будет тем самым определить зоны и масштабы затоплений нижерасположенных территорий. Это дает нам возможность выявить и определить зоны эвакуации населения, проживающего в зоне затопления.

Моделирование процесса разрушения дамб и плотин водохранилищных гидроузлов со сценариями возможных масштабов их разрушения намечается провести на следующих этапах выполнения НИР.

Положение водохранилищ и гидротехнических сооружений (координаты расположения) указывается на цифровой карте, приводятся также данные о гидрохимическом составе, которые введены в интерактивную карту в виде таблиц, при этом использовались соответствующие компьютерные программы.

В нашей работе из множества существующих платформ была выбрана система ArcView GIS, поскольку она является наиболее универсальным инструментом для прогнозирования состояния водных объектов в связи с антропогенным воздействием и с природными явлениями. Также очевидно, что для того, чтобы результаты математического моделирования стали элементом механизмов поддержки принятия решений, они (эти результаты) должны легко передаваться в ГИС. И, наоборот, необходимые данные из ГИС (например, количество загрязняющих веществ, форма

русла реки, отметки поверхности земли, гидротехнические и гидрогеологические данные и т.п.) должны распознаваться и импортироваться моделирующей системой для использования в расчетах. Важным моментом является также и то, что математические модели для водных объектов должны разрабатываться профессионалами гидрологами, гидрогеологами и гидротехниками, а профессиональные ГИС - профессионалами от ГИС - технологий. Если при этом удается корректно увязать хорошую математическую модель и добротную ГИС, можно достичь максимального эффекта от результатов моделирования и расширить эффективную область применения ГИС.

В данной научной работе представлен опыт работ по первому этапу создания ГИС для информационной поддержки разработки научно-методической основы оценки и мер по обеспечению безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений, также принятия экологически значимых решений для бассейнов рек Амударья и Сырдарья. Целью работы являлось создание комплекса цифровых карт бассейна Аральского моря, базы данных, содержащих атрибутивную информацию о нынешнем состоянии крупных водохранилищных гидроузлов (также и гидрохимическое загрязнение), а также средства расчета и отображения комплексных показателей на основе разнородных пространственно распределенных данных. В созданной карте гидротехнического мониторинга бассейна Аральского моря, будут представлены гидротехнические данные водохранилищ за 2010 год, в двух формах, в виде фотографий, диаграмм или таблиц, где можно получить результаты, указывая курсором на пункт наблюдения.

Основные инструменты, используемые в компьютерной системе поддержки.

1) Система координат;
2) Техническая поддержка нескольких пространственных слоев цифровых карт, растровых и векторных объектов;
3) Создание файлов банка данных;
4) Графический показ исследуемых объектов по технологии ГИС;
5) Реализация экспериментальных работ с использованием созданной системы.

Структура и формат используемой информации для компьютерной системы поддержки

решений по гидротехническим сооружениям.

1) Текстовая информация (методические сообщения, инструкция относительно использования;
2) Цифровая информация (статистика, таблицы);
3) Графическая информация (диаграмма, фотографии, карта);
4) Векторные информационные слои пользователя тематических и топографических карт;
5) Ссылки на файлы, содержащихся в информационных базах (

Microsoft Exce1- базы данных);

6) Цифровая карта Узбекистана на основе ГИС-технологий.

Так в частности при наведении курсора «мышки» компьютера на Ташкентское водохранилище (старое название Туябугузское) в разработанной цифровой карте появляются космические снимки водохранилища (Космические снимки мировой системы спутникового наблюдения Google).

Подобные спутниковые фотографии на 56 водохранилищ приведены на нашей карте.

Также при наведении курсора выходят таблицы с химическим составом воды в этих водохранилищах. Данные получены из лабораторий Главгидромета Узбекистана.

Кроме того, в разработанной карте имеется информация об объектах, т.е. приведены таблицы параметров гидротехнических сооружений. В цифровой карте также существует возможность рассмотреть фотографии водохранилищ.

В дальнейшем планируется на основе цифровой карты и приложенной к ней банку данных провести следующие задачи:

1) Прогнозы и сценарии распространения прорывной волны в случае разрушения дамбы водохранилища.

2) Различные сценарии на основе базы данных ГИС.

3) Показывать направление распространения прорывной волны и определить зоны возможных затоплений.

Цифровая карта позволяет решать следующие задачи:

- Развитие с научной точки зрения - методического основания оценки и мер для безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений.
- Характеристика и классификация особенно крупных гидротехнических сооружений, в виду их социальной и экономической и экологической важности для Узбекистана.
- Определить уровень безопасности гидротехнических сооружений, рекомендации для увеличения их надежности и безопасности. Критерии безопасного состояния отдельных элементов гидротехнических сооружений.
- Гидравлическая модель процессов, возникающих в случае возникновения отказов или разрушений гидротехнических сооружений.
- Рекомендации на увеличении надежности и безопасности действия ГТС.
- Создание более детальных ГИС, цифровых карт для особо опасных зон около основных гидротехнических сооружений Узбекистана.

Основные результаты, полученные при проведении исследований, сводятся к следующему:

1. Разработана классификационная характеристика крупных водохранилищных гидроузлов с учетом социально - экономической зависи-

мости для Узбекистана;

2. Разработана классификационная характеристика рисков аварий и отказов на крупных водохранилищных гидроузлах;

3. Выявленаиразработанаметодикаобщейоценкитехническогосостоянияиуровнябезопасности водохранилищных гидроузлов с выявлением критических параметров и элементов;

4. Выявлен состав диагностических параметров подлежащих соблюдению и контролю при обеспечении безопасной эксплуатации водохранилищных гидроузлов;

5. Создана ГИС карта по районам проведенных исследований и разработана цифровая карта с расположением крупных водохранилищных гидроузлов и их основными техническими параметрами;

6. На основе ГИС технологий намечается в дальнейшем определить наиболее потенциально опасные зоны при возникновении аварии на крупных водохранилищных гидроузлах.

Литература

1. М.С.Якубов, Т.А.Хужакулов «Проблемы экологических водных ресурсов аральского моря» Материалы международной научно-практической конференции с 188 -190.

2. Т.А.Хужакулов, Отениёзов А., Холиков Э. «Проблемы интегрированного управления водными ресурсами» Материалы международной научно-практической конференции с 190 – 191.

3. М.С.Якубов, Т.А. Хужакулов, М.М.Хусанов Международная научно-техническая конференция перспективные информационные технологии «Роль экологической оценки при подготовке и реконструкции проектов водохозяйственного сектора» САМАРА, 2017 1040-1044 с.

Т.А.Хужакулов

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАНДИЗА

(Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хоразмий. Ташкент, Узбекист)

На территории республики разведаны и разрабатываются различные типы месторождений твердых полезных ископаемых, расположенных в своеобразных геоморфолого - климатических, геолого-тектонических, гидрогеолого – инженерно - геологических условиях. Большинство месторождений, особенно в горных и предгорных районах, разведуются и эксплуатируются штольнями и шахтными способами. Протяженность отдельных выработок иногда достигает более 5000 м на глубинах до 600 м. Во всех горизонтальных и наклонных горных выработках часто формируются различные типы деформаций, с различны-

ми объемами и различной частотой. Среди разведанных и разрабатываемых месторождений самым уникальным по геологическому строению является Хандизинское рудное поле Южно-Узбекистанского горно -рудного района, расположенное в центральной части горы Сурхантау (юго-восточная ветвь юго-западных отрогов Гиссарского хребта) в высокогорных, сложных геоморфологических

условия. Месторождение представляет высокогорную, сильно расчлененную местность, абс. отм. от 1300 до 2800 м. Относительные превышения гор над долинами и руслами саев достигают 500-600 м. Горы имеют крутые, обрывистые склоны, долины рек и саев узкие V-образной формы, местами каньонообразные. Сильная расчлененность рельефа предопределяет развитие различных экзогенно - геологи - ческих процессов, способствующих неравномерному распределению поверхностных и подземных вод. Аридный климат характеризуется засушливым летом и сравнительно кратковременными осадками зимой. Годовое количество осадков до 600 мм и в прямо зависит от геоморфологических и гипсометрических условий рудного поля.

В рассматриваемом рудном поле условия формирования подземных вод тесно взаимосвязаны с атмосферными осадками. Резких скачков по повышению водопротока в горных выработках не наблюдается; основное увеличение отмечается в весенний период (март, апрель), а также в осеннее время (ноябрь). Максимальные водопритоки в горные выработки совпадают с обильными атмосферными осадками. В 2012 г. выпало 540 мм и соответственно увеличился среднегодовой водопроток в горные выработки, который достиг 40 л/с.

Гидрогеологические особенности Хандизинского рудного поля прямо зависят от литологического состава пород, геоморфологии местности, тектонического строения, речного стока и атмосферных осадков. По условиям залегания и питания, циркуляции и разгрузки подземных вод выделяются грунтовые и пластово-трещинные воды палеозойских пород. Трещинные воды – доминирующие, приурочены к породам различного литологического состава в зонах интенсивной трещиноватости и тектонических нарушений, по которым происходит питание подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод. В формировании подземных вод месторождения основную роль играют воды инфильтрационного происхождения. Водопротоки в горные выработки образуются, в основном, из трещинных вод толщи палеозоя, и по горизонту +1020 м составляют 40-50 л/с при длине горных выработок около 3,0 км, а по горизонту +1954 м при длине горных выработок 420 м –20-25 л/с.

Удельный линейный водопроток по горизонтам составляет:

$$q_{л} = (40\text{-}50):3 = 13{,}3 – 16{,}7 \text{ л/с пог. км},$$

$$q_{л} = 47{,}6 – 52{,}5 \text{ л/с пог. км}.$$

По химическому составу трещинные воды гидрокарбонатно-натриевые, магниевые, кальциевые первого и второго типов, минерализация до 1 г/л. Во-

допротоки в горные выработки образуются в основном за счет дренажа трещинных вод, вскрытых горными выработками (штреки, штольни) и самоизлившимися скважинами, ранее пробуренными. Подземные воды влияют на устойчивость горных выработок за счет увлажнения литологических разностей горных пород. Прочностные показатели сланцев и мергелей различного состава и свойств в води насыщенном состоянии снижаются. Притоки к горным выработкам на проектные отметки 1170 м и 800 м следует принимать увеличенными на 3-5 л/с. Производительность водоотлива для горизонта 800 м составляет 38 л/с. Поверхностные воды постоянно влияют на уровненный режим. В пределах максимального и минимального уровня происходит изменения показателей микротрещин рудоносных пород, вследствие этого падает прочность пород до 30% [3]. Подземные воды оказывают двойное влияние на состояние устойчивости горных выработок за счет увлажнения; прочностные показатели и удерживающая способность уменьшаются, а физические свойства увеличиваются (объемный вес, влажность и др.), здесь формируются обрушения, вывалы и др. процессы.

В геологическом строении рудной площади в основном участвует вулканогенно-осадочная толща нижнего отдела карбона, металлогенические образования нижнего отдела кембрия, осадочные породы триасовой и юрской систем и четвертичные отложения с малой мощностью. Главная особенность геолого-тектонического строения – сложная складчатость, с наличием флексурных и разрывных складчатых нарушений, неблагоприятных горнотехнических условий эксплуатации, а также блоковое строение рудного поля. На площади и глубине геологами выделяется более 20-ти тектонических блоков, амплитуда перемещения которых по отдельным блокам достигает 500 м по горизонтали и до 100-150 м по вертикали. Блочное строение породного массива определяет степень неравномерной обводненности по структурным блокам по площади и глубине. В этих зонах породы перетерты, разбиты на крупные и мелкие обломки, прочностные показатели их на порядок ниже. Самые неблагоприятные для устойчивости горных выработок являются нарушенные зоны, расположенные параллельно вдоль горных выработок.

Так, исходя из особенностей геологического строения (в данном районе залегают породы, не выдержанные по мощности и простиранию, которые разбиты на различные блоки), определяется состояние устойчивости горных выработок. Геологические особенности предопределены блочным строением горнорудного района (поля) и влияют на степень обводненности структурных блоков [1, 2].

Прочностные показатели породного массива постепенно уменьшаются, до критического состояния, деформация происходит в выработанном пространстве. В этих зонах образуются субнапорные воды за счет гидростатического давления, формируются и распространяются различные типы инженерно-геологических процессов в горных выработках (обрушение, вывалы, камнепады горных пород). Пестрота геолого-тектонического и геоморфологического строения, а также неравномерная обводненность рудного поля предопределила

сложность горнотехнических условий разведки и разработки месторождения Хандиза. На поверхности и вдоль подходных дорог к штольням широко развиты оползни, выветривание, осыпи, а внутри горных выработок – обрушение, вывалы, разуплотнение и др.

Таким образом, геоморфолого-климатические, геолого-тектонические, гидрогеолого-инженерно-геологические особенности Хандизинского месторождения предопределили сложность условий и технологию разведки его разработки.

Литература

1. Т.А.Хужакулов Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий. Республиканской научно- технической конференции « Обеспечения целостности информационных потоков в процессе их логистики по каналам сети». Ташкент 2015. 86-88 с.

2. М.С.Якубов, Т.А. Хужакулов, М.М.Хусанов Международная научно-техническая конференция перспективные информационные технологии «Роль экологической оценки при подготовке и реконструкции проектов водохозяйственного сектора» САМАРА, 2017 1040-1044 с.

3. Абдурахманов Б.М. Влияние нарушенности и трещиноватости горных пород на физико-механические свойства, устойчивость и гидрогеологические условия // Мат-лы Республ. науч.-техн. конф. - Т., 2013. - С. 94-97.

Т.А.Хужакулов., Р.Т. Гаипназаров

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ОТКРЫТЫХ РУСЛАХ

(Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хоразмий)

Для оценки влияния точечных и диффузных источников загрязнения вод Тупалангского водохранилища сети в целом была проведена адаптация разработанной в ИВП УзАН модели стратегического планирования водоохранных мероприятий в бассейне, предназначенной для описания стационарных процессов переноса и трансформации загрязняющих веществ. Модель позволяет анализировать последствия воздействия различных реализаций природных условий, антропогенных нагрузок и водоохранных мероприятий на водные объекты на всей площади водосборного бассейна. Она предназначена для работы в условиях неполной и неточной информации и позволяет не только рассчитывать качество воды, но и выбирать места (створы) строительства очистных сооружений, их тип и мощность, необходимые для выполнения заданных ограничений на концентрации всех расчетных видов загрязняющих веществ (ЗВ) во всех контролируемых створах. Реализованная технологическая схема расчетов состоит из трех этапов: формирование условий расчета (оценка водного объекта и антропогенная нагрузка на него по физическим, гидрологическим и гидрохимическим показателям); оценка качества природных вод; выбор стратегии

водоохранной деятельности. В качестве критериев оптимизации применялись минимизация либо капитальных и эксплуатационных затрат (при заданных ограничениях на суммарные массы сбрасываемых ЗВ), либо масса сбрасываемых ЗВ при ограниченных капиталовложениях на очистку сбросных вод. Условия расчета базируются на определенной схематизации бассейна реки, гидрологической, гидрохимической и технико-экономической ин- формации, а также данных об антропогенной нагрузке бассейна. Отдельного внимания требуют задачи адекватного осреднения исходных данных, выделения частей бассейна, допускающих такое осреднение, учета неоднородности климатических, гидрологических, хозяйственных и иных условий.

Бассейн Тупаланг схематизирован в виде ориентированного разветвленного графа (типа «дерева»), состоящего из 27 вершин и 26 ребер, отображающих соединяющие эти вершины участки русел. Контрольные створы выделены с учетом замкнутости водосборных площадей по условиям формирования речного стока и наличия данных гидрохимических наблюдений. Качество речных вод определяется результатом взаимодействия одновременно протекающих процессов загрязнения, разбавления и самоочищения вод. Поэтому оно зависит от таких разнородных факторов, как соотношение расходов смешивающихся потоков(реки, боковые притоки, сточные и другие загрязненные воды), исходных концентраций присутствующих в них ЗВ, устойчивости этих веществ в воде, а также длины участка и скорости течения воды.

При оценке источников загрязнения предполагается, что поступление в реку ЗВ с подземными и сточными водами имеет стационарный характер и происходит равномерно в течение всего года. С водосборных площадей ЗВ поступают в водные объекты лишь с талыми и дождевыми водами. Далее рассматривались лишь точечные, управляемые источники загрязнения. Упрощенная модель динамики загрязнений позволила вычислить концентрации ЗВ в тех створах реки, для нижних частей которых имеются данные гидрологических и гидрохимических наблюдений. Модель соотносит выброс ЗВ в каждом из створов и их концентрацию с в пунктах наблюдений и имеет вид:

$$\frac{dC}{dt} = -Ck, \quad (1)$$

где k – коэффициент трансформации ЗВ в потоке.

Процессы поглощения и восстановления кислорода в речном потоке в первом при сближении были описаны еще в начале XX века Стритером и Фелпсом [Готовцев, 2008]. Их модель базируется на допущениях, что скорость разложения органического ЗВ пропорциональна его концентрации, а скорость восстановления растворенного кислорода пропорциональна его дефициту. При этом концентрация органического ЗВ измеряется в кислородных единицах и называется биохимической потребностью в кислороде (БПК). Классическая (немодофицированная) модель Стритера-Фелпса [Готовцев, 2010] эф- фективно используется для экспресс оценки качества воды и при обычных (достаточно малых) концентрациях дает вполне удовлетворительные результаты не только

по БПК, но и по другим видам ЗВ (в частности, по приоритетным для Тупалангского водохранилища азоту, фосфору, железу, нефтепродуктам).

Уравнение изменения потока ЗВ вдоль русла при стационарном течении воды в нем с учетом естественного распада и при наличии диффузных источников, равномерно распределенных вдоль русла, имеет вид:

$$V\frac{dZ}{dx} = -\mathrm{k}_1\ \mathrm{Z} + \mathrm{wV}, \quad (2)$$

а его решением при начальном условии Z(0) = Z0 будет:

$$\mathrm{Z}(x) \quad = \frac{wV}{k_1} + \left(Z_0 - \frac{wV}{k_1}\right) exp, (3)$$

где x – расстояние от начального створа по длине русла; Z – поток ЗВ через поперечное сечение русла (концентрация ЗВ, умноженная на расход воды); V – средняя по поперечному сечению русла скорость течения воды; k_1 – коэффициент скорости распада ЗВ; w – модуль диффузного стока ЗВ; Z_0 – поток ЗВ через начальный створ руслового участка. При расчете масс БПК и ЗВ в замыкающем створе каждого участка учитывались как их поступление на участок от различных источников, так и перенос их с вышележащих участков. Для более точного описания процесса поступления загрязняющих веществ от точеч -ных источников было введено понятие «агрегированный коллектор стока ЗВ».

Выбор способов очистки сточных вод и распределение соответствующих капитальных затрат между административными единицами бассейна могут быть выполнены на основе рассматриваемой модели. Она реализуется с помощью пакета программ для решения за- дач линейного программирования.

Сточные воды в бассейне контролируются по шести показателям: БПК, нефтепродуктам, взвешенным веществам, общему фосфору и азоту, а также железу. Рассматриваются четыре способа очистки: механическая, химическая, биологическая и биохимическая. В процессе расчетов каждый из указанных способов очистки сбросных вод может быть сопоставлен с остальными.

Управление расчетами осуществляется с помощью нескольких файлов исходных данных и графического интерфейса. Предполагается использование программы в двух рабочих режимах: мониторинг и выбор стратегии водоохранных мероприятий. В первом режиме осуществляется расчет расходов ЗВ на участках русла. Во втором дается дополнительная оценка затрат на водоохранные мероприятия, перечисленные выше. Для калибровки (подбора параметров, обеспечивающих более адекватное описание процессов) используются данные натурных наблюдений(Рис 1.1).

Входными данными являются конфигурационный файл (указывает имя файла данных, описывающего режим работы), файл нормативных данных, файл описания водоема, который включает 9 таблиц данных, характеризующих:

– годовой сброс ЗВ;

– сосредоточенные сбросы ЗВ в створах по данным 2-ТП(водхоз);

– равномерно распределенные по длине участка русла сбросы ЗВ;

– доли выносимых с водосборных площадей диффузных ЗВ, формирующих равно-

мерно распределенные по длине участка русла сбросы ЗВ;
– коэффициенты аэрации и коэффициенты распада;
– калибровочные (натурные) концентрации ЗВ;
– фоновые концентрации ЗВ в воде боковой приточности;
– равновесные концентрации ЗВ в русле;
– верхние ограничения на концентрацию ЗВ.

Результаты расчетов также записываются в файл как таблица данных и отображаются в виде диаграмм основных расчетных параметров на экране. Программа позволяет сохранять результаты в указанных папках вместе с некоторыми исходными данными и затем просматривать их в стандартном режиме диалога.

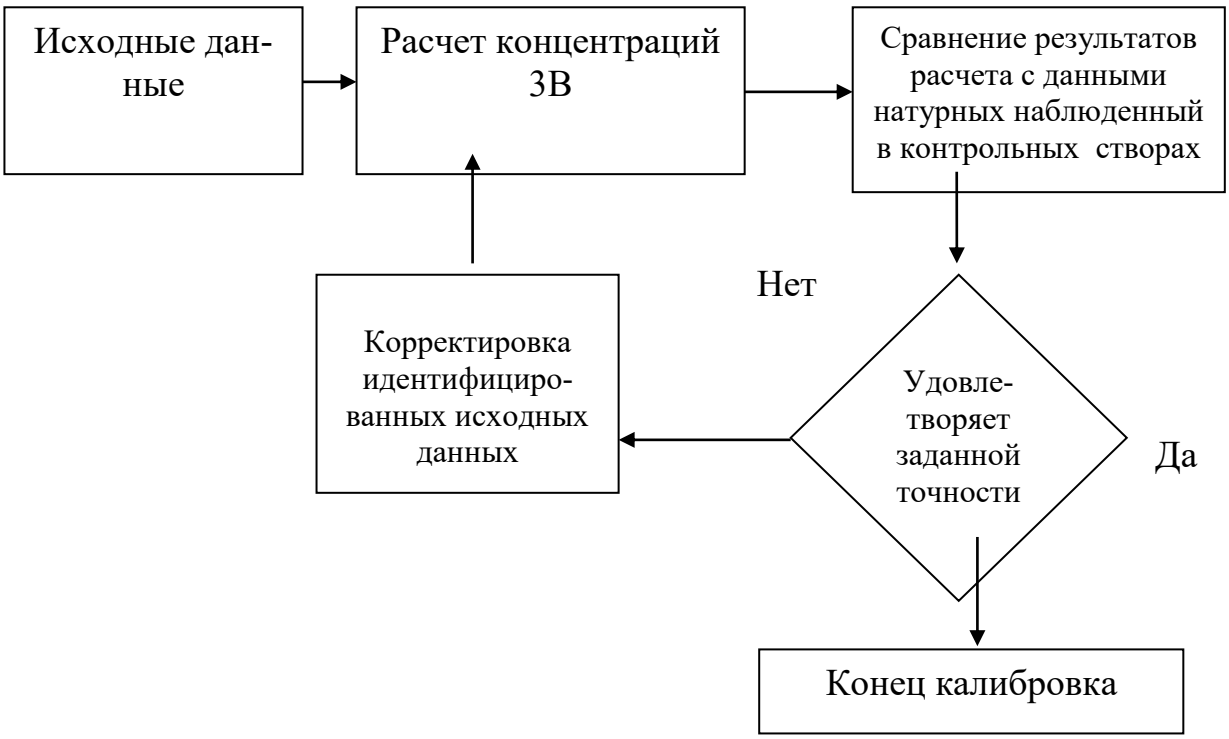


Рис. 1. Блок-схема калибровки модели

Литература

1. М.С.Якубов, Т.А.Хужакулов «Проблемы экологических водных ресурсов аральского моря» Материалы международной научно-практической конференции с 188 -190.

2. Т.А.Хужакулов, Отениёзов А., Холиков Э. «Проблемы интегрированного управления водными ресурсами» Материалы международной научно-практической конференции с 190 – 191.

3. М.С.Якубов, Т.А. Хужакулов, М.М.Хусанов Международная научно-техническая конференция перспективные информационные технологии «Роль экологической оценки при подготовке и реконструкции проектов водохозяйственного сектора» САМАРА, 2017 1040-1044 с.

Т.А. Хужакулов., Р.Т. Гаипназаров

ФОРМИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В СУРХАНДАРЬИНСКОМ РЕГИОНЕ

(Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хоразмий. Ташкент, Узбекист)

Сурхандарьинско гидрогеологической район является самым крупным и перспективным месторождением пресных подземных вод региона. В его пределах расположены крупные населенные пункты Узун, Сарасия, Шурчи и Денау.

К вершинным частям конусов выноса рек Туполанг, Сангардак, Ходжаипак, Обизаранг приурочены зоны формирования запасов Северо-Сурхандарьинского месторождения. Где многолетний режим подземных вод единого водоносного горизонта формируется под влиянием гидрогеологических факторов, потерь поверхностного стока из рек, подземного притока с предгорного обрамления. В меньшей мере накладывается на режим влияние и ирригационных факторов – инфильтрации оросительных вод. Разгрузка водоносного горизонта осуществляется за счет подземного оттока и дренажа, испарение здесь отсутствует вследствие относительно глубокого залегания уровня подземных вод – 5-50 м. Отбор подземных вод пока не существенно влияет на режим.

Поток грунтовых и субнапорных вод конуса выноса рек Каратаг, Туполанг, Сангардак и Ходжаипак составляет группу потоков подземных вод правобережных притоков р. Сурхандарьи, распространенных в пределах Сурхандарьинского месторождения. Подземные воды описываемой группы потоков залегают на глубинах от 2,5-10,0 до 57-76 м и более ниже поверхности земли и питаются за счет подземного притока со стороны горных обрамлений, фильтрационных потерь постоянно и временно действующих водотоков, а также за счет инфильтрации оросительных вод и атмосферных осадков. Подземные воды расходуется путем выклинивания в долину р. Сурхандарьи на испарение, дренажный сток и путем отбора на водоснабжение и орошение земель. Изучение режима грунтовых и субнапорных вод проводилось по наблюдательным пунктам № 27к, 306, 9, 26к, 13, 17, 16, 2 (рисунок). Основными режимообразующими факторами являются фильтрационные потери поверхностного стока р. Каратаг и небетонированных каналов, атмосферные осадки, инфильтрация оросительных вод, подземный притоков и отток, дренажный сток и испарение. Глубина залегания грунтовых вод от 1-3 до 5-8 м ниже поверхности земли.

Снижение уровня грунтовых вод начинается в конце августа, что обусловлено прекращением полива хлопковых полей, и продолжается до конца года со скоростью 0,012 м/сут. Уровень субнапорных вод повторяет ход колебания грунтовых вод. Колебания уровня грунтовых вод с апреля по июнь обусловлены в первую очередь водохозяйственными факторами(орошение) и только затем гидрологическими. В остальной период р. Каратаг играет дренирую-

щую роль, работает как крупный коллектор. Подземные воды минерализацией 0,2-0,5 г/л и более увеличиваются с удалением от русла р. Каратаг к предгорной части хр. Бабатаг. Тип минерализации гидрокарбонатно-сульфатной. За весь период наблюдений на уровенном и гидрохимическом режиме грунтовых и субнапорных вод резкого изменения не наблюдалось, в многолетнем разрезе режим стабилизирован. Режим потока грунтовых и субнапорных вод конуса вынос р. Дашнабад изучался по скв. № 713, которая расположена в вершинной части. Уровень подземных вод от 38-54 до 61-70 м ниже поверхности земли. Питание подземных вод осуществляется путем подземного подруслового потока у выхода р. Дашнабад из горной части. Дополнительное питание потока подземных вод осуществляется путем фильтрации поверхностных водотоков. В зоне транзита, занимающей периферийную часть конура выноса р. Дашнабад, имеет место формирование потока за счет инфильтрации оросительных вод. Режим грунтовых вод, в основном, подчиняется режиму поверхностного стока.

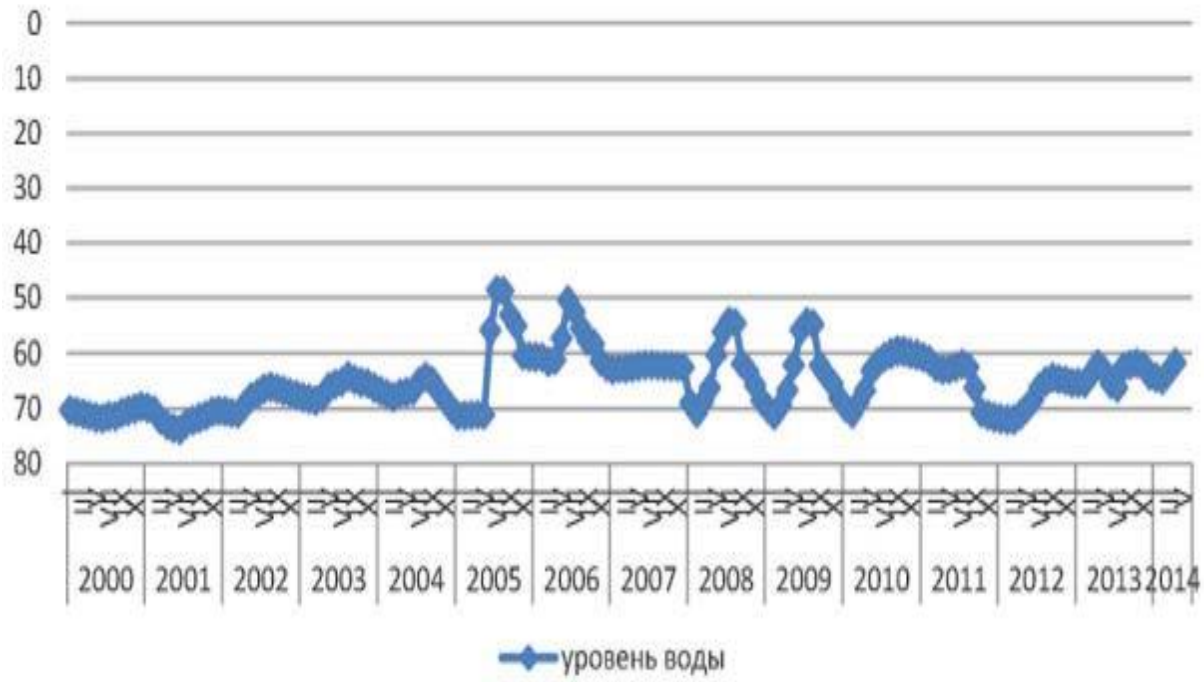


Рис. 1. График изменения уровня подземных вод по скв. 27к.

Максимальный уровень подземных вод в вершинной части совпадает с максимальным расходом р. Дашнабад (май, июнь). Минимальное положение уровня – в начале года, т. е. в январе, феврале. Амплитуда колебаний от 2,-5,6 до 8-10 м, уменьшается с удалением от вершины конуса выноса к периферии. Существенных изменений в минерализации грунтовых вод в многолетнем разрезе не произошло, они колеблются в пределах 0,2-0,4 г/л. По химическому составу вода гидрокарбонатно-сульфатно- кальциевого типа. Расходование потока подземных осуществляется путем выклинивания их в зонах разгрузки дренажного стока и испарения. В зонах питания уровень грунтовых вод залегает на

глубинах от 5-8,5 до 42-50 м. Для режима характерны высокие амплитуды колебания уровня, составляющие 5-10 м.

Максимальные уровни наблюдаются в июне, июле, минимальные – в зимнее время. Здесь преобладает генетический тип режима – гидрологоирригационно-дренажно-испарительный, т. е. в качестве регулятора вступает дренаж и испарительные процессы. Режим грунтовых вод долины р. Сангардак, в основном, зависит от расхода реки. Так, с марта, апреля, когда происходит интенсивная инфильтрация поверхностных вод, вследствие больших расходов воды в реках и каналах и в связи с началом вегетационных поливов, уровень грунтовых вод резко повышается, достигая максимального положения на глубине от 1-3 до 24-40 м, в июне, июле. Максимальные расходы р. Сангардак наблюдаются в мае, июне, после чего расходы резко падают. С уменьшением расхода р. Сангардак в вершинной части конуса выноса снижается уровень грунтовых вод (конец августа) и достигает наинизшего положения (от 5-8 до 36-66 м). Среднегодовой уровень грунтовых вод составил 7,07-11,16 м в периферийной части (скв. 13) и 63,65-71,34 м в вершинной (скв. 26к). Амплитуда колебания уровня грунтовых вод 3,87-23,20 м. Наивысший уровень был в 1990 г. и составил 2,95 м, наинизший – 1987 г. – 12,09 м. Для выяснения взаимосвязи минерализации поверхностных и грунтовых вод отбор проб воды производился из рек Сангардак и Туполанг и магистральных каналов Хазарбаг и Денау. Как показали результаты химического анализа, грунтовые и поверхностные воды пресные. Величина плотного остатка изменяется от 0,2 до 0,7 г/л. Тип воды гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый. На конусе выноса р. Ходжаипак хорошо выражена периферийная часть, сочленяющаяся с террасами долины р. Сурхандарьи. Выклинивание грунтовых вод наблюдается только в суженных местах русел. Расход р. Ходжаипак в два раза меньше, чем расход р. Сангардак, поэтому амплитуда колебания грунтовых вод здесь также меньше. Грунтовые воды питаются за счет инфильтрации вод из русла р. Ходжаипак и Дегрезского водохранилища, с орошаемых площадей и ,частично, атмосферных осадков. Накопленные грунтовые воды расходуются на подземный отток, выклинивание в коллекторно-дренажную сеть и испарение. Уровень грунтовых вод в вершинной части конуса выноса р. Ходжаипак залегает на глубине 20-52 м в средней части – 3-5 м ниже поверхности земли. По скважине 14к высокое положение уровня грунтовых вод отмечается в мае, июне на глубине 7,47-15,64 м, низкое – осенью на глубине 22,29-83,71 м. Амплитуда колебаний достигает 8,82-26,37 м.

Гидрохимический режим грунтовых вод относится к установившемуся многолетнему, без циклических изменений. Вегетационные поливы практически не влияют на минерализацию грунтовых вод. Большая часть территории месторождения района представляет староорошаемые массивы, кроме небольших (по площади) территорий целинных земель предгорной пролювиальной равнины. По степени дренированности территория характеризуется как естественно дренированная.

В целом для потоков грунтовых и субнапорных вод вершинных частей конусов выноса, объединенных в Сурхандарьинское месторождение, характе-

рен четвертый тип – кривые колебания. Этот режим характеризуется гидрологическим типом с относительно глубоким залеганием уровня грунтовых вод, отсутствию регулирующих факторов – выклинивания и испарения, незначительной инфильтрации оросительных вод в сравнении с фильтрационными потерями поверхностного стока и подземного притока.

Результаты исследований позволили определить, что режим подземных вод на Сурхандарьинском МПВ установившийся. Изменение уровня подземных вод зависит от водности года – расходов поверхностных водотоков, количества водопередачи на орошение.

Литература

1. М.С.Якубов Концепция конкурентоспособности и модернизация системы управления экономикой. Международная конференция "Актуальные проблемы развития инфокоммуникаций и информационного общества". Ташкент 2015. 609-614 с.
2. Т.А.Хужакулов Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий. Республиканской научно- технической конференции « Обеспечения целостности информационных потоков в процессе их логистики по каналам сети». Ташкент 2015. 86-88 с.
3. М.С.Якубов, Т.А. Хужакулов, М.М.Хусанов Международная научно-техническая конференция перспективные информационные технологии «Роль экологической оценки при подготовке и реконструкции проектов водохозяйственного сектора» САМАРА, 2017 1040-1044 с.

Т.А. Хужакулов., У. Орифжонова

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УСТРОЙСТВА ВОДОЗАБОРА ГАЛЕРЕЙНОГО ТИПА НА ТЕРРИТОРИИ СКВАЖИННОГО ВОДОЗАБОРА (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА САРТАМГАЛЫ)

(Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий, Ташкентский государственный аграрный университет)

Участок Сартамгалы Ахангаранского МПВ расположен в средней части долины р. Ахангаран между руслом реки и территорией скважинного площадного водозабора Сартамгалы. Протяженность участка составляет около 500 м и характеризуется наличием интенсивного площадного выклинивания подземных вод (рис. 1). В геологическом отношении сложен аллювиальными отложениями голоценового (QIVsd) и плейстоценового (QIIIgl) разделов четвертичной системы (рис. 2).



Рис. 1. Участок Сартамгалы Ахангаранского МПВ

Сартамгалинский водозабор – первый и крупный водозабор Алмалыкского водозаборного комплекса. Работает с 1953 г. Он состоит из 38-ми эксплуатационных скважин и 3-х створов скважин:

верхний, средний и нижний. Часть из этих скважин эксплуатируется

еще со времени разведки. В 90-е годы дополнительно пробурено 7 скважин в северной прирусловой зоне водозабора. Глубины скважин 50-70 м, фильтры диаметром 14”-10” установлены в интервалах 5-55 м. Скважины оборудованы насосами типа АТН-14; ЭЦВ-10 – ЭЦВ-12. Водозабор эксплуатирует водоносный горизонт в аллювиальных галечниках мощностью 50-60 м. Водоносный горизонт в аллювиальных отложениях голодностепского комплекса четвертичной системы характеризуется наибольшим развитием и мощностью. Прослеживается в основном под более молодыми отложениями водоносного горизонта сырдарьинского комплекса, в осевой части долины. Питание осуществляется за счетпотерь р. Ахангаран. Частично получает питание за счет потерь из оросительной сети и перетекания из водоносного горизонта в отложениях сырдарьинского комплекса. Разгрузка осуществляется водоносным горизонтом сырдарьинского комплекса. Различный литологический состав водоносного горизонта, обусловленный их генезисом, вызывает различие в фильтрационных свойствах. Мощность проницаемых галечников достигает 20-22 м. Коэффициенты фильтрации от 45,8 до 86,4 м/сут. Воды пресные с сухим остатком, изменяющимся в пределах 0,1-0,4 г/л. Воды по химическому составу гидрокарбонатно-кальциевого типа.

Водоносный горизонт развит в аллювиальных отложениях поймы I, II надпойменных террас р. Ахангаран (рис. 3).

Наблюдения за режимом подземных вод проводятся с середины XX в. В прирусловой зоне водоносного горизонта амплитуда колебаний аналогична при условии, что глубина залегания УГВ составляет 0,5-2,0 м от поверхности земли. Основную роль в питании подземных вод играют фильтрационные потери из реки и оросителей. Поэтому качество воды на водозаборе определяется в основном качеством стока р. Ахангаран.

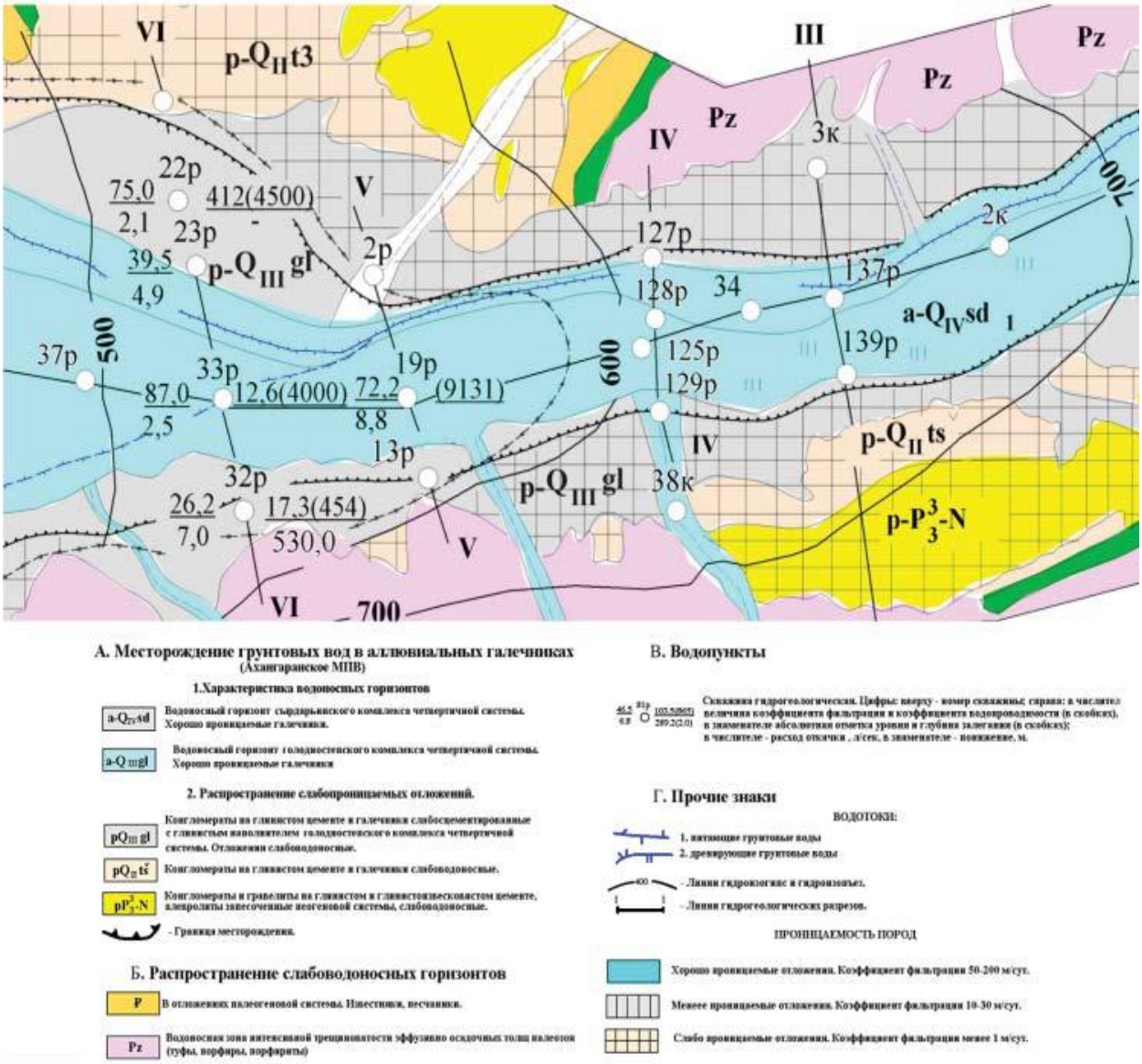


Рис. 2. Гидрогеологическая схема участка Сартамгалы Ахангаранского МПВ

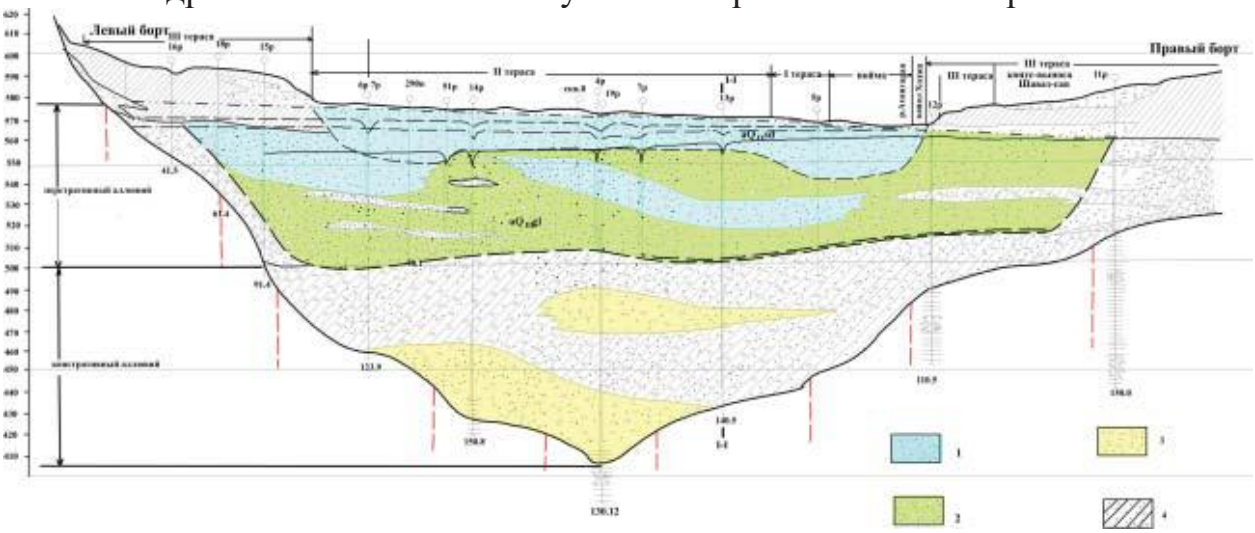


Рис. 3. Гидрогеологический разрез участка Сартамгалы. Аллювиальные отложения: 1– высоко проницаемые; 2 – хорошо проницаемые; 3 – слабопроницаемые; 4 – практически непроницаемые констративного типа

Гидрогеологические условия прируслового участка Сартамгалы Ахангаранского МПВ соответствуют критериям, предъявляемым к перспективным участкам залегание УГВ к поверхности земли составляет 0,1-1,0 м; амплитуда колебания УГВ менее 2,5 м; коэффициенты фильтрации верхнего водоносного горизонта до 100 м/сут; качество подземных вод высокое. Участок расположен в прирусловой зоне р. Ахангаран, т. е. вблизи источника инфильтрационного питания. Таким образом, на данном участке возможно строительство галерейного водозабора длиной до 500 м с прогнозным отбором ≈ 1,0 м3/с.

Литература

1. Хужакулов Т.А. Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий. Республиканской научно- технической конференции « Обеспечения целостности информационных потоков в процессе их логистики по каналам сети». Ташкент 2015. 86-88 с.
2. Якубов М.С., Хужакулов Т.А., Хусанов М.М. Международная научно-техническая конференция перспективные информационные технологии «Роль экологической оценки при подготовке и реконструкции проектов водохозяйственного сектора» САМАРА, 2017 1040-1044 с.

Э.А. Хузияхметова

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

Распределительные пункты (РП) – 6-35 кВ являются важным элементом систем электроснабжения промышленных предприятий и распределительных электрических сетей среднего напряжения, обеспечивающим непосредственное электропитание высоковольтных потребителей электроэнергии [1]. РП представляет собой разделенную на секции электроустановку, состоящую из сборных шин, определенного количества ячеек и коридора управления. В ячейках размещается электрооборудование: выключатели, трансформаторы тока (ТТ), линейные и шинные разъединители, предохранители, трансформаторы напряжения (ТН), приборы защиты от перенапряжений (разрядники или ограничители перенапряжений). На рис. 1 показана модельная схема РП с трансформацией напряжения, состоящего из семи ячеек:

- две питающие линии, каждая из которых подключена к соответствующей секции шин;
- две отходящие кабельные линии;
- одна ячейка с разрядником;
- одна ячейка с силовым понижающим трансформатором Т и сборкой 0,4 кВ;

- одна ячейка с трансформатором напряжения.

Силовой трансформатор Т используется для электроснабжения потребителей 0,4 кВ. Его наличие позволяет классифицировать РП как распределительную трансформаторную подстанцию (РТП). Помимо высоковольтного оборудования, в состав РП также входят устройства релейной защиты и автоматики, измерительные приборы и прочее [1].

Действующая электроустановка аккумулирует возникновение внутрисистемных электромагнитных излучений, помимо этого на нее воздействуют и внесистемные электромагнитные помехи, приводящие к ненормальному или аварийному режиму работы этой электроустановки - поэтому существуют высокие требования по обеспечению надежности, бесперебойности и качеству функционирования, в том числе, к системам релейной защиты и противоаварийной автоматики, и электроэнергетической системы в целом [2, 3].

Проведение мероприятий по обеспечению сложной электромагнитной совместимости всех элементов электроустановки является необходимым и важным процессом и обуславливается «цифровизацией» некоторых элементов (таких как устройства релейной защиты и автоматики, измерений и сигнализаций) электроустановки.

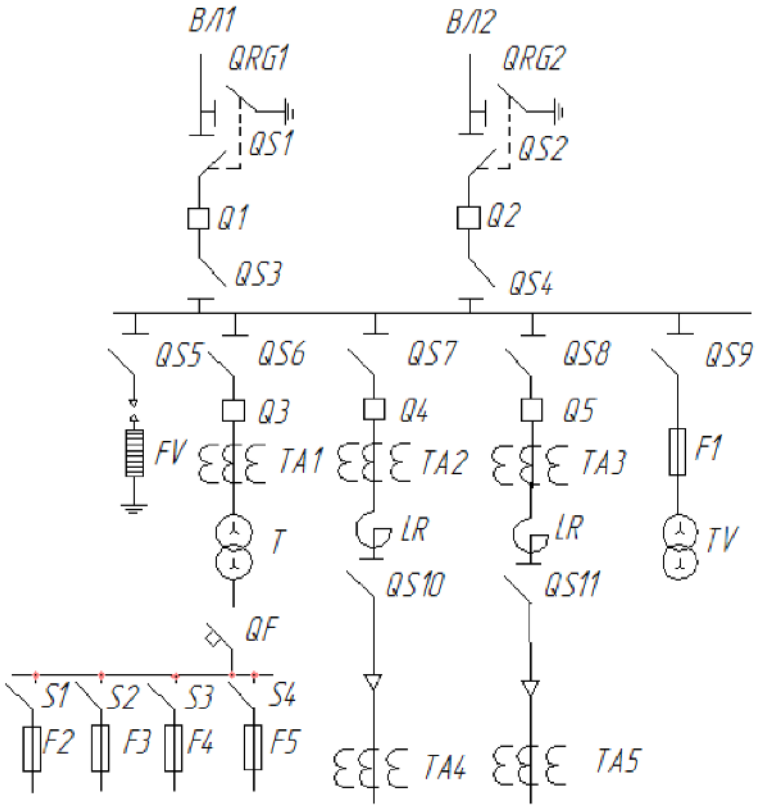


Рис. 1. Принципиальная схема модельного распределительного пункта на семь ячеек [7]: Q – масляный выключатель; QS – разъединитель; QF – автоматический выключатель; S – рубильник; F – предохранитель; QRG – заземляющий разъединитель; T – трансформатор; TA – трансформатор тока; TV – трансформатор напряжения

Влияние электромагнитных помех на электроустановку может быть обусловлено провалами, кратковременными прерываниями и выбросами напряжений в РП среднего напряжения [4, 5, 6, 7, 8]. В большинстве случаев помехи создаются силовыми электроустановками и линиями электропередач, и возникшие внутрисистемные электромагнитные помехи оказывают неблагоприятное влияние на вторичную измерительную часть электроустановки, а в свою очередь нормальное функционирование эксплуатируемых цифровых устройств оказывается под сомнением, аналогичным образом складывается воздействие и внесистемных электромагнитных помех. Вышеперечисленной действительности свидетельствуют статические данные, опубликованные в www.ezop.ru: при обследовании объектов электроэнергетики на 80% из них выявлены проблемы, приводящие к отказам цифровой аппаратуры.

Проведение исследования по выявлению электромагнитных помех, возникших в результате коммутации высоковольтного выключателя или трехфазного короткого замыкания, докажет факт неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения на вторичную часть электроустановки, а именно на измерительные цепи интерфейса RS-485. Важно указать, что влияние электромагнитных помех на измерительную цепь может привести к ненормальному функционированию эксплуатируемых цифровых аппаратов (релейной защиты и автоматики и пр.), в результате чего возникает большая вероятность утраты финансовых ресурсов и пр.

В программном обеспечении MATLAB смоделирована распределительная электрическая сеть среднего напряжения (рис. 2), включающую в себя модельный распределительный пункт среднего напряжения (РП, рис. 1).

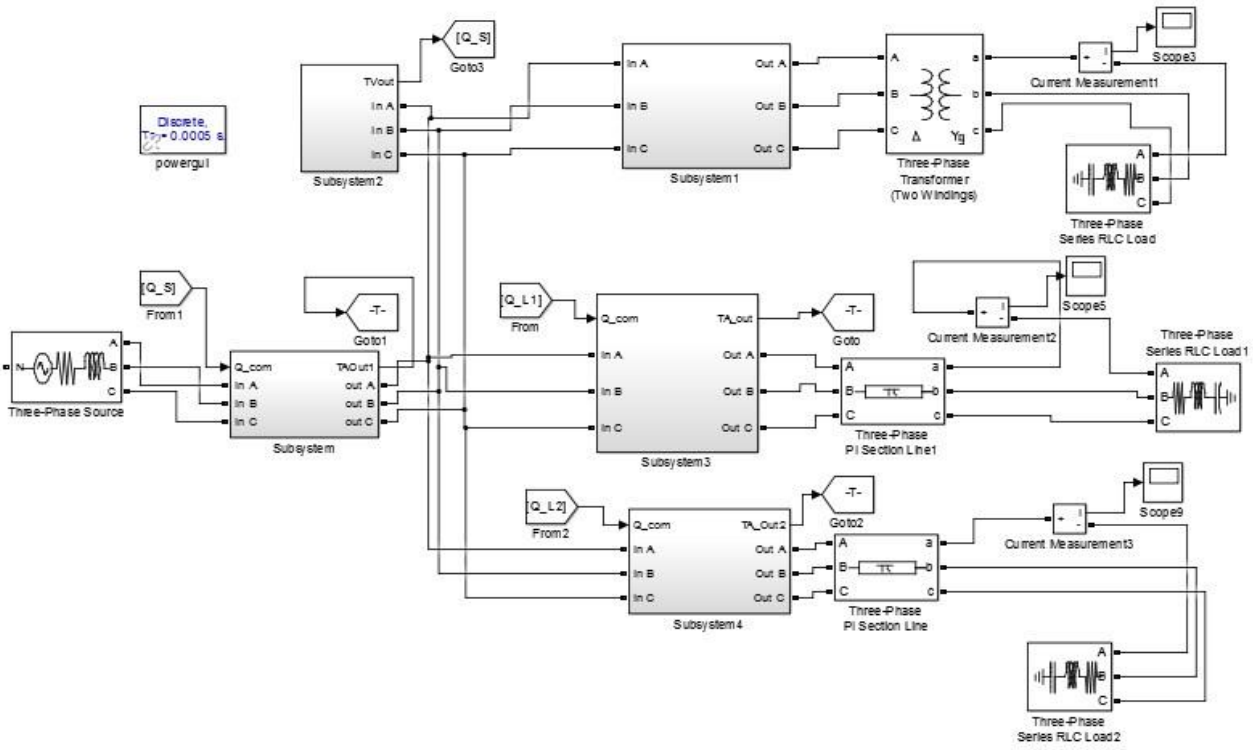


Рис. 2. Математическая модель РП – 10 кВ

При разработке математической модели использовались библиотечные блоки Simulink и SimPowerSystems, из них возможно построение модели РП с произвольным количеством ячеек. При этом оборудование, входящее в ячейку, остается открытым для просмотра, редактирования параметров и замены отдельных библиотечных блоков. Для исследования влияния электромагнитных помех, возникших в результате коммутации высоковольтных выключателей, была разработана подсистема (Subsystem), которая объединяет все оборудование ячейки ввода первой секции шин (рис. 1). Подсистема включает в себя силовые фазные входы A, B, C, которые подключены к источнику питания, при этом силовые фазные выходы A, B, C, подключаются к сборным шинам. Управление реализуется с помощью дистанционного включения или отключения силового выключателя ячейки ввода. Аналогично построены подсистемы отходящих линий (Subsystem 3 и 4). Для силового выключателя Q взят библиотечный блок SimPowerSystems «Three–Phase Breaker», который управляется через вход «com». В блоке задаются величины сопротивления во включенном состоянии, параметры RC–цепочки, включенной параллельно силовым контактам, а также начальное положение выключателя при старте моделирования. Поскольку отдельной модели трехфазного разъединителя в библиотеке SimPowerSystems нет, для главных и заземляющих ножей разъединителей были использованы такие же блоки «Three–Phase Breaker», как и для выключателя «Three–Phase Breaker» и «Three–Phase Breaker4» – соответственно главные и заземляющие ножи линейного разъединителя, «Three–Phase Breaker2» и «Three–Phase Breaker3» – шинного разъединителя).

Таким образом, в данной статье была смоделирована математическая модель распределительной электрической сети, в которой возможно рассматривать механизм воздействия внесистемных и внутрисистемных электромагнитных помех. Возможным вариантом решения задач обеспечения электромагнитной совместимости является применение оптоволоконных сетей, которые нивелируют большинство проблем [1].

Литература

1. Optical bus of centralized relay protection and automation system of medium voltage switchgear for data collection and transmission / I.N. Lizunov, E.A. Khuziyakhmetova, R.I. Ermeev, R. S. Misbakhov // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2017, No. 7S, Vol. 9. pp. 763-787.

2. Гуревич В. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты. Часть 3 // Компоненты и технологии. – 2010. – №4. – С. 91-96.

3. Уильямс Т., Армстронг К. ЭМС для систем и установок. – М: Издательский Дом «Технологии», 2004. – 508 с.

4. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронных средств объектов электроэнергетики при внешних электромагнитных воздействиях по сети питания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – №9-10. – С. 37-45.

5. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.

8. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

Э.А. Хузияхметова

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

По причине интеграции цифровых технологий в объекты электроэнергетики все в большей степени возрастает значимость проведения мероприятий по обеспечению электромагнитной совместимости. Проблема электромагнитной совместимости технических средств, связана с обеспечением нормального функционирования совокупностей электрических и электронных устройств [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Распределительные пункты (РП) – 6-35 кВ являются важным элементом систем электроснабжения промышленных предприятий и распределительных электрических сетей среднего напряжения, обеспечивающим непосредственное электропитание высоковольтных потребителей электроэнергии [8]. Проведение исследования по выявлению электромагнитных помех, возникших в результате коммутации высоковольтного выключателя или трехфазного короткого замыкания, докажет факт неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения на вторичную часть электроустановки, а именно на измерительные цепи интерфейса RS-485. Важно указать, что влияние электромагнитных помех на измерительную цепь может привести к ненормальному функционированию эксплуатируемых цифровых аппаратов (релейной защиты и автоматики и др.).

Рассмотрим вопрос влияния электромагнитных помех на электрооборудования высокого напряжения и на вторичные измерительные цепи интерфейса RS-485 [8]. Возникновение электромагнитного излучения обуславливается

коммутациями высоковольтных выключателей. В программном обеспечении MATLAB смоделирована распределительная электрическая сеть среднего напряжения, включающую в себя модельный распределительный пункт среднего напряжения. Рис. 1 отображает нормальный режим работы РП, фазные токи имеют нормальное значение (IA = IB = IC = 52A), определяемое сопротивлением линии передачи и мощностью подключенной нагрузки.

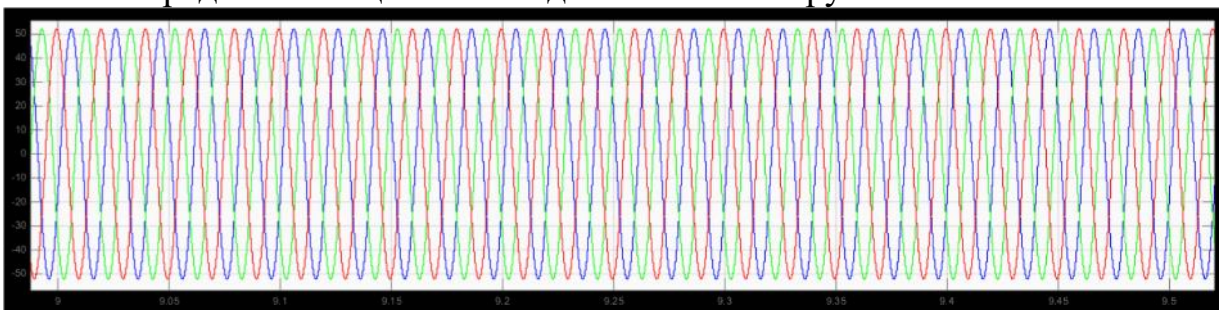


Рис. 1. График токов фазы А, фазы В, фазы С в Line 1 и Line 2 при нормальном режиме работы электроустановки

На рис. 2 проиллюстрированы значения токов фазы А, фазы В, фазы С. Когда в момент времени t=9 с сигнал переходит на нулевой уровень, модель выключателя срабатывает и размыкает цепь, в результате чего фазный ток уменьшаются до нуля, при этом модель выключателя отрабатывает размыкание цепи при естественном переходе фазного тока через ноль. При t=9,2 с управляющий сигнал возрастает, и выключатель линии снова включается. На графике токов не наблюдается всплесков и выбросов, которые иногда возникают из – за неверного выбора метода интегрирования, библиотечных блоков выключателей или параметров модели.

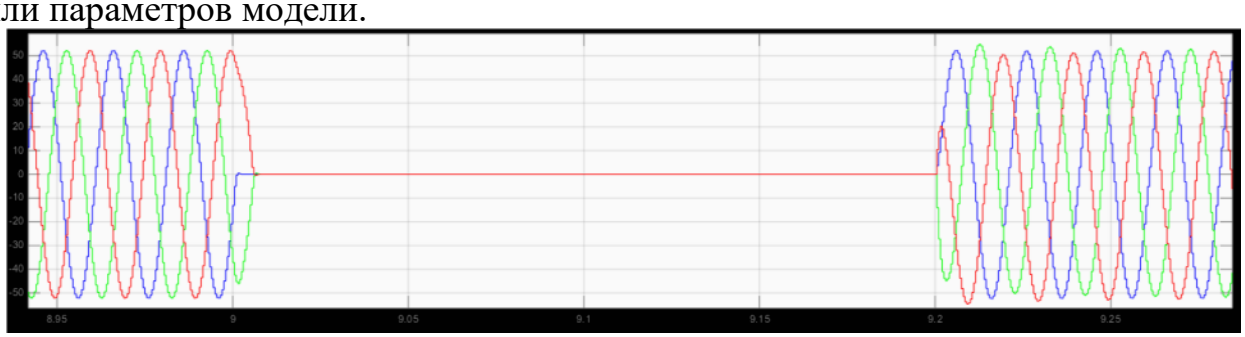


Рис. 2. График токов фазы А, фазы В, фазы С в Line 1 и Line 2 в момент коммутации

Кроме моделирования переходных режимов в схеме РП проводилось и моделирование трехфазных коротких замыканий, с целью определения аварийных величин тока в элементах РП, а именно на линиях электропередачи и на вторичной измерительной цепи, основанной на стандарте RS – 485 (рис. 3). Точка короткого замыкания поочередно размещалась в конце каждой линии электропередачи (между линией и нагрузкой 10 кВ). Короткое замыкание в модели осуществлялось библиотечным блоком Simulink «Three-Phase Fault», который обеспечивает широкий спектр возможностей: задание любого вида короткого замыкания (трехфазное, двухфазное, однофазное, наличие/отсутствие контакта с землей); учет переходного сопротивления в месте короткого замыкания, а при КЗ на землю – также и переходного сопротивления между фазами

и землей; задание параметров дугогасящей цепочки между контактами, обеспечивающими замыкание; настройка времени замыкания и размыкания контактов, причем допускается как использование внутренних настроек времени срабатывания, так и управление блоком по внешнему сигналу.

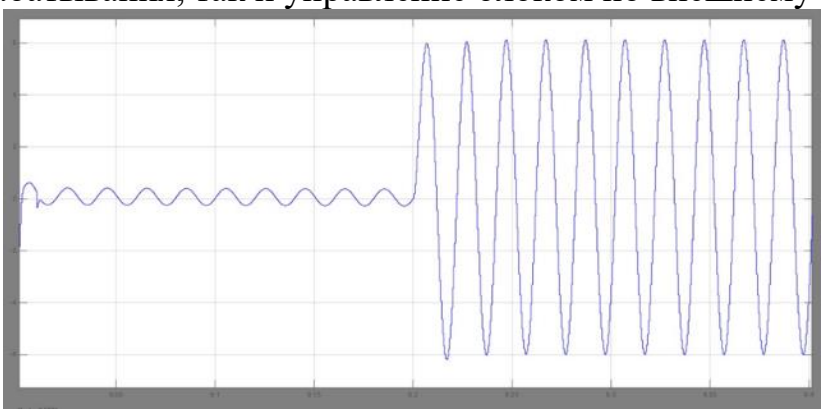


Рис. 3. График тока фазы А в измерительной цепи линии 1
при трехфазном КЗ на линии Line 1

В качестве примера на рис. 4-5 приведены графики токов при трехфазном КЗ на линии Line 1.

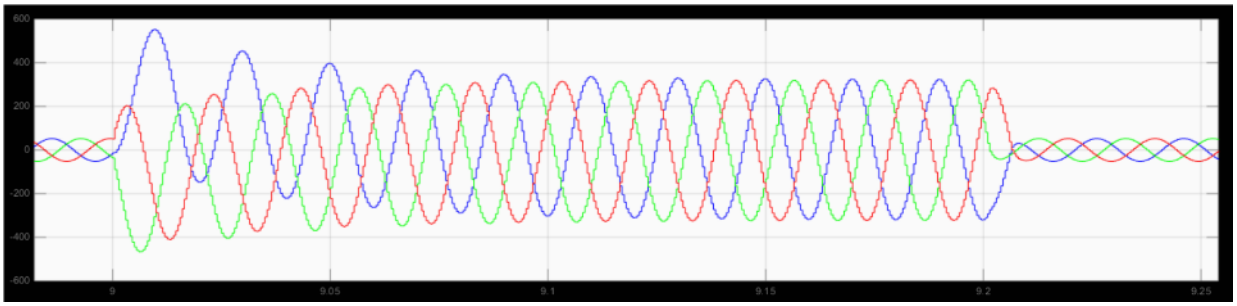


Рис. 4. Фазные токи линии Line 1при трехфазном КЗ на линии Line 1

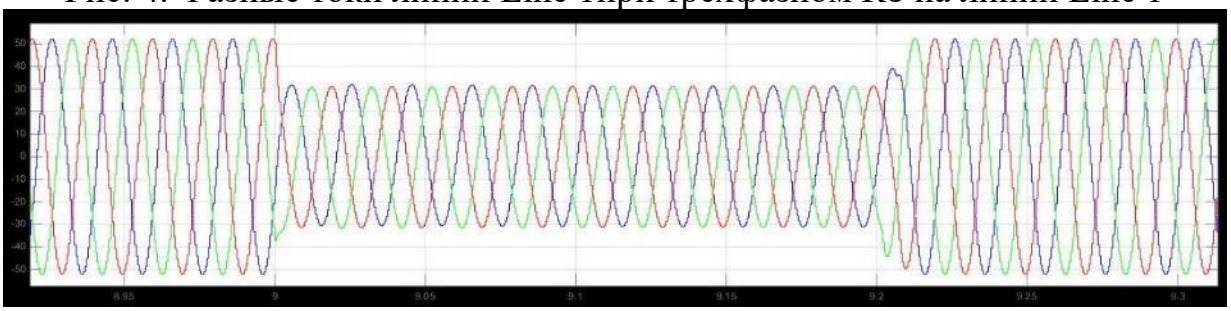


Рис. 5. Фазные токи линии Line 2 при трехфазном КЗ на линии Line 1

На рис. 4 и 5 изображены токи фаз А, В, С в измерительной цепи линии 1 и 2 при трехфазном КЗ на линии Line 1. При трехфазном КЗ в конце линии Line 1 максимальное значение фазного тока (ударный ток) достигает 6000А, амплитуда периодического тока КЗ равна 5000 А. Относительно малая величина ударного тока (по сравнению с периодическим током КЗ) и быстрое затухание процесса вызваны преимущественно активным сопротивлением линии, которое в три раза превышает индуктивное. На неповрежденных линиях (рис. 4) фазные токи при КЗ уменьшаются. Это объясняется тем, что напряжение на первой секции шин снижается из-за повышенного падения напряжения в источнике (примерно 2400В), а ток неповрежденных линий определяется именно величиной напряжения на шинах, поскольку других источников тока КЗ на стороне

нагрузки нет. В данном случае амплитудная величина фазных напряжений в течение короткого замыкания составляет 2400 В, что при пересчете на действующие значения дает 2400/√2 = 1714 В для фазных напряжений и 1714·√3 = 2965,7 В для линейных. Таким образом, в режиме короткого замыкания в конце линии Line 1 напряжение на шинах первой секции уменьшается до U_КЗ/U_ном ·100%= 2965,7/10000·100%≈ 29,65% от номинального значения.

Отключение короткого замыкания вызывает кратковременное появление высокочастотных колебаний в амплитудах токов неповрежденных линий и особенно в напряжениях, вызванных процессами перезаряда емкостей линий электропередачи. Из рис. 3 видно, что при трехфазном коротком замыкании наблюдается появление электромагнитных излучений в начале временного отрезка (t=9 с) трансформатор тока выдает значения тока фазы А равные 0, 1 А, после срабатывания релейной защиты (t = 9,2 с) ток нормализуется и значения тока фазы А составляет 5,8 А.

Таким образом, в данной статье, на базе математической модели распределительной электрической сети, рассматривался механизм воздействия внесистемных и внутрисистемных электромагнитных помех, возникших в результате коммутации высоковольтного выключателя и трехфазного короткого замыкания, и воздействующих на нормальное функционирование электроустановки и устройств, эксплуатируемых в нем. С учетом математического расчета электромагнитных помех и графических составляющих математической модели распределительной сети среднего напряжения определили влияние возникших электромагнитных помех в момент коммутации высоковольтного выключателя и в момент трехфазного короткого замыкания. Также было определено негативное воздействие на измерительные цепи (RS-485) в момент моделирования трехфазного короткого замыкания в силовой части РП среднего напряжения. Использование оптоволоконных сетей нивелируют большинство проблем, связанных с помехоустойчивостью и низким качеством переданной информации [8].

Литература

1. Уильямс Т., Армстронг К. ЭМС для систем и установок. – М: Издательский Дом «Технологии», 2004. – 508 с.

2. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронных средств объектов электроэнергетики при внешних электромагнитных воздействиях по сети питания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – №9-10. – С. 37-45.

3. Гуревич В. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты. Часть 3 // Компоненты и технологии. – 2010. – №4. – С. 91-96.

4. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.

5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

8. Optical bus of centralized relay protection and automation system of medium voltage switchgear for data collection and transmission / I.N. Lizunov, E.A. Khuziyakhmetova, R.I. Ermeev, R. S. Misbakhov // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2017, No. 7S, Vol. 9. pp. 763-787.

А.А. Царёв, А.Ю. Привалов

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ И МОДЕЛИ ТИПА SLAW ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Введение

Наличие адекватной модели перемещений узлов в беспроводных сетях очень важно для корректной оценки характеристик при моделировании поведения реальных сетей. Это особенно важно для такого класса беспроводных сетей, как сети, толерантные к задержкам – DTN. Данные сети характеризуются короткими сеансами связи, поэтому в некоторый момент времени фактического соединения между источником сообщения и его получателем может не существовать, а появиться он может только в случае изменения положения узлов сети. Поэтому адекватность модели перемещений реальной ситуации является ключевым фактором в правильной оценке таких фундаментальных характеристик протоколов DTN сетей, как вероятность доставки сообщения и распределение вероятностей задержки доставки пакета. Поэтому в течение последнего десятилетия многие работы были посвящены исследованию реальных человеческих перемещений и разработке адекватной им модели.

В последнее время [1, 2 3] был разработан новый тип моделей, который можно обозначить как SLAW-подобные модели (Self-Similar-Least Action Walk), и которые способны одновременно смоделировать несколько важных особенностей реальных человеческих перемещений: распределение расстояний между соседними путевыми точками, распределение времени остановок в них, кластеризацию путевых точек, и самоподобный характер их расположения

внутри кластеров. Также данные модели очень точно моделируют распределение времени между взаимодействием узлов (ICT), являющееся важнейшей характеристикой адекватности модели мобильности.

Однако, данные модели обладают и некоторыми существенными недостатками, затрудняющими их использование во многих важных для практики ситуациях. Для того, чтобы модели типа SLAW действительно адекватно отражали моделируемую подвижность, для них необходимо вычислить довольно много параметров, используя весьма большой набор данных о моделируемой ситуации (см., [1, 2, 3]): необходимо иметь не только набор локаций для данной карты, но и количество путевых точек на трассе каждого узла в каждой локации, а также данные по эмпирической дисперсии распределения этих путевых точек по сегментам каждой из локаций.

Это означает, что для того, чтобы настроить модель на адекватное моделирование мобильности на какой-либо карте, практически необходимо обязательно иметь реальные трассы мобильности на данной карте, откуда путем специальной обработки получить необходимые параметры. Понятно, что во многих практических ситуациях такие данные могут отсутствовать. При этом, если расположение кластеров ещё можно примерно представить и без наличия реальных трасс, так как они образуются в тех местах, где люди проводят много времени – в зданиях, где работают или учатся, у аттракционов в парке отдыха и т.д., то количество путевых точек на индивидуальной трассе в каждой локации оценить сложнее. Это, по нашему мнению, является главным недостатком данной модели.

Ранее в работах [4, 5] была представлена *гибридная модель человеческой мобильности*, которая сочетает в себе особенности модели, основанной на перемещениях Леви и особенности модели SLAW, но по вычислительной сложности является эффективнее чем SLAW, а также не требует столько предварительной детальной информации для своего запуска, однако она давала более плохую оценку характеристики ICT. В данной работе мы продемонстрируем совместную работу двух моделей, с целью избавления о необходимости знать много данных о реальной ситуации.

Совместное использование гибридной и SLAW моделей

Когда у нас нет реальных трасс перемещений пользователей, то набор локаций можно определить примерно (опираясь на рельеф местности, социальные объекты), а набор дисперсий на каждом уровне разбиения территории и количество путевых точек в каждой локации у нас отсутствуют. С этой точки зрения, гибридную модель предлагается использовать для получения этих самых входных данных для запуска более точной модели SLAW.

Для сравнения гибридной модели и модели SLAW, они были реализованы в среде имитационного моделирования OMNeT++ с помощью фреймворка INET (подробнее описано в работе [4]). В работе представлены результаты для набора данных с территории института KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology), из коллекции [6]. Эти данные использовались для нахождения реальных путевых точек, кластеров путевых точек и других параметров

для SLAW и гибридной моделей. При анализе территории KAIST было определено из реальных данных 48 локаций. Гибридная модель в процессе своей работы генерирует набор точек, образующих кластеры в каждой локации. По данному набору точек (и по наборам от других моделей) вычисляется набор дисперсий по алгоритму из [3]. Количество точек в каждой локации получается близко к реальному значению, и может варьироваться путём изменения параметров генератора Леви для пауз в путевых точках.

Для сравнения результатов моделирования трасс используется сравнение функций CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function) вида:

$$\overline{F}(x) = P(X > x) = 1 - F(x). \quad (1)$$

для длины перемещений между последовательными точками.

Для гибридной модели значения параметров генератора случайных чисел Леви, представляющих длины прыжков и времена пауз в путевых точках соответственно равны $\beta = 0.5$, $c_\beta = 30.0126$, $\alpha = 0.326267$, $c_\alpha = 2.23069$ – данные значения обеспечили достаточное число путевых точек и сходство распределений ICT. На рисунке 1 представлены функции CCDF для длин перемещений. Они показывают, что гибридная модель имеет схожее результаты по моделированию длин перемещений с моделью SLAW.

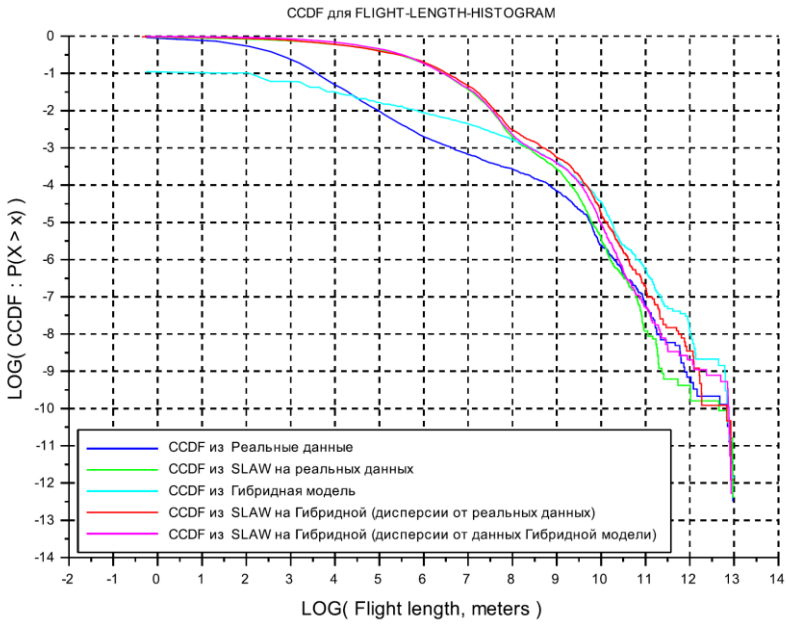


Рис. 1. Функции CCDF (1) для длины перемещений в логарифмических осях координат

Графики дисперсий DX полученных точек от гибридной модели в зависимости от количества подобластей N^l на уровне l представлено на рисунке 2. Графики ICT для тех же результатов представлены на рисунке 3.

Всего вычисляется 9 дисперсий на каждом уровне: на нулевом уровне дисперсия равна 0, а на графиках рисунка 2 представлены с 1ого по 8й уровни. Представлены графики: дисперсий для реальных данных (синий); дисперсий набора точек, полученных в результате запуска SLAW на реальных данных (зелёный); дисперсий набора точек от гибридной модели (голубой); дисперсий

набора точек от модели SLAW, запускаемой на путевых точках от гибридной модели с дисперсиями от реальных данных (красный); дисперсий набора точек от модели SLAW, запускаемой на путевых точках от гибридной модели с дисперсиями от точек гибридной модели (розовый). Нас интересует последний вариант, так как в этом случае мы работаем только с выходными данными гибридной модели. На рисунке 2 можно видеть, что все графики на первых 4 уровнях очень близки. На следующих уровнях большое расхождение с реальными данными, но результаты от моделей все очень близки между собой. А главное, что результаты запуска SLAW на реальных данных и SLAW на точках и дисперсиях от гибридной модели очень близки.

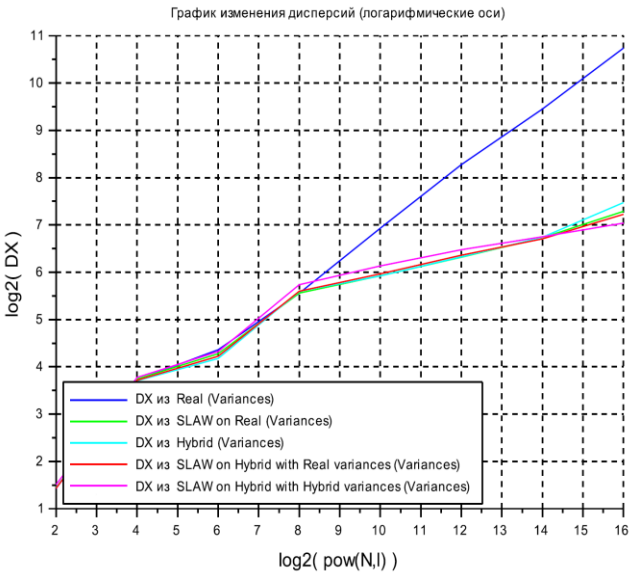


Рис. 2. Графики дисперсий

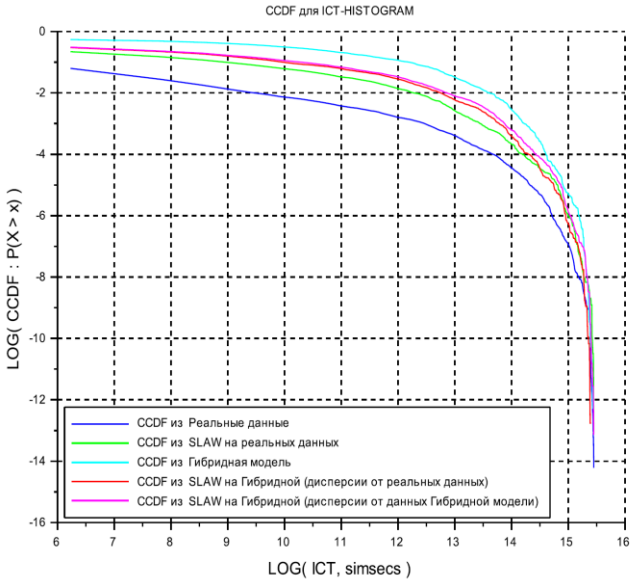


Рис. 3. Функции CCDF для ICT

Из сравнения графиков рисунка 3 видно, что гибридная модель, сама по себе, хуже моделирует близость ICT, в то время как SLAW на реальных данных ближе всего моделирует ICT к реальной ситуации. Однако полученные результаты для SLAW на основе точек и дисперсий от гибридной модели очень близки к результатам SLAW на реальных данных.

Заключение

В данной работе мы продемонстрировали, что не имея реальных данных о конкретной области, мы можем используя гибридную модель получить первое приближение реальных перемещений, и на основе этого приближение запустить более точную модель SLAW, заплатив за это небольшим ухудшением качества моделирования характеристики ICT.

Литература

1. Rhee, I. On the Levy-Walk Nature of Human Mobility / I. Rhee, M. Shin, S. Hong, K. Lee, S. J. Kim, S. Chong // IEEE/ACM Transactions On Networking. – 2011. – Vol. 19, No. 3. – P. 630–643.

2. Lee, K. SLAW: Self-Similar Least-Action Human Walk / K. Lee, S. Hong, S. J. Kim, I. Rhee, S. Chong // IEEE/ACM Transactions On Networking. – 2012. – Vol. 20, No. 2. – P. 515–529.

3. Lee, K. Demystifying Levy Walk Patterns in Human Walks / K. Lee, S. Hong, S. J. Kim, I. Rhee, S. Chong // In: *Technical Report*, CSC, NCSU. [Electronic resource]. – 2008. – URL: http://research.csc.ncsu.edu/netsrv/sites/default/files/Demystifying_Levy_Walk_Patterns.pdf. (дата обращения 20.03.2018).

4. Privalov, A. Yu. Hybrid Model of Human Mobility for DTN Network Simulation / A. Yu. Privalov, A. A. Tsarev // Proceedings of 30th European Conference on Modelling and Simulation (ECMS2016), г. Регенсбург, Университет прикладных наук. – 2016. – С. 419–424.

5. Tsarev, A. A. Characteristics comparison of DTN networks routing protocols using hybrid model of nodes' mobility / A. Yu. Privalov, A. A. Tsarev // In Proceedings of the Mathematical Modeling Session at the International Conference Information Technology and Nanotechnology (MM-ITNT 2017), Samara National Research University, Samara, Russia, 24-27 April. – 2017. – P. 187-190.

6. Kotz, D. CRAWDAD: A community resource for archiving wireless data at Dartmouth / D. Kotz // Dartmouth College, Hanover, NH. [Electronic resource]. – 2018. – URL: http://www.crawdad.org/index.html (дата обращения 20.03.2018).

Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько

ИНТЕГРАЦИЯ 3D-МОДЕЛИ С ИНФОРМАЦИЕЙ О КОНСТРУКТОРСКОЙ СТРУКТУРЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

(ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»)

Результатом процесса технического проектирования (также называемого конструированием) является комплект конструкторской документации (КД), описывающей *конструкцию* изделия. Под *конструкцией* изделия понимается экземпляр материализации его конструкторской структуры (КСИ) [1]. В САПР – основном инструменте инженера-проектировщика конструкция отображается 3D-моделью и, зачастую [2], может представлять собой полноценную КД, т.е.:

$$CAD : Констр(Изд) \rightarrow Мод^{3D}(Изд), \quad (1)$$

где *Констр(Изд)* и $Мод^{3D}(Изд)$ – это конструкция и 3D-модель проектируемого изделия соответственно.

Основной проблемой отображения конструкции изделия в CAD-системах является ограниченная информативность: в подавляющем большинстве случаев лишь геометрическая, реже структурная и крайне редко – конструкторская информация [3]. Причины этого рассматриваются в работе [4]; в ней также сформирован ряд критериев достижения наибольшей информативности при отображении конструкторских решений в CAD-системе, которые звучат следующим образом: «*отображение подробной информативности о конструкторской*

структуре изделия (КСИ) с легкостью ее построения, позволяющей ее удобное редактирование и модифицирование, обеспечивая возможности для повторного использования полученных ранее проектных данных». Программная реализация выделенных критериев предлагается в рамках т.н. *«структурно-семантического»* подхода к конструированию в САПР, суть которого представлена на рисунке 1. Однако перед переходом к данному рисунку необходимо определиться ряд терминов.

3D-модель может быть представлена в двух состояниях:

• как сформированное и законченное конструкторское решение, представляя собой целостную систему взаимосвязанных геометрических элементов (ГЭ), к которым относятся вершины, ребра, поверхности и др.

• как процесс формирования данного конструкторского решения, представляя собой последовательность базовых операций (БО) используемой CAD-системы, формирующих требуемый набор ГЭ (как в плане состава, так и его структуры).

Практически все современные САПР основаны на технологии *Feature-based modeling*, при которой основным структурным элементом построения 3D-модели является *конструктивный элемент геометрии* (КЭГ) или *«фичерс»* [5]. Оба состояния интегрируются в единой структуре, однозначно описывающей сформированную 3D-геометрию, называемой *«дерево построения»* или *«дерево модели»*. Дерево модели теряется при конвертации 3D-модели в файл формата ISO 10303 STEP, в результате чего 3D-геометрия называется «немой» [6].

В работе [4] отмечено, что повышение информативности 3D-модели *«стандартными»* подходами, основанными на смысловом наполнении дерева модели, неэффективно ввиду высоких временных ресурсов, а также тяжелых условий для повторного использования конструкторских решений.

При этом именно в дереве построения содержатся параметры и атрибуты всех БО, формирующих совокупность ГЭ, которые составляют структуру 3D-модели, т.е. основная информация обо всей электронной модели.

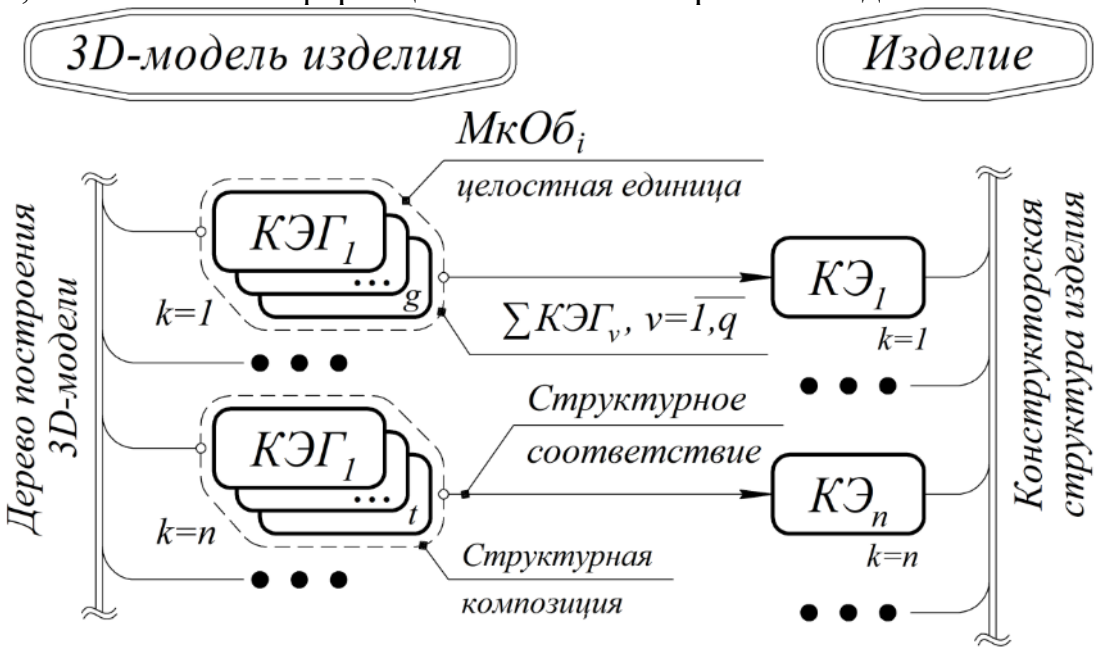


Рисунок 1 – Структурно-семантический подход к конструированию в САПР

Как показано на рисунке, дерево построения 3D-модели представляет собой совокупность макрообъектов, формируемых путем обобщения традиционных КЭГ по их объектной ориентации. При этом КЭГ уже не является структурным элементом 3D-модели нижайшего уровня, т.к. его роль выполняет макрообъект *(МкОб)*, с точки зрения пользователя являющийся целостной структурной единицей и обладающий определенной смысловой наполненностью за счет соответствия строго одному конструктивному элементу (КЭ) [7]. В результате достигается соответствие структурное, описываемое следующим выражением:

$$Дер^{K}(Мод^{3D}(Изд)) = \{ МкОб_{k} \mid \sum_{k=1}^{m} МкОб_{k} \rightarrow КЭ_{i} \}, \; i = \overline{1,n}, \qquad (2)$$

где $Дер^{K}(Мод^{3D}(Изд))$ – это конструкторское дерево построения 3D-модели, содержащее в себе информацию о конструкторской структуре проектируемого изделия, m – общее количе6ство *МкОб* в составе 3D-модели.

Обе структуры, представленные на рисунке как множества, являются равномощными, а следовательно, информативность 3D-модели повышается за счет отображения ею не только геометрических, но и структурных и, что наиболее важно, конструкторских данных.

Таким образом, в процессе конструкторской деятельности инженер уже оперирует не абстрактными терминами и определениями CAD-системы, а реальными смысловыми единицами, относящимися к предметной области проектируемого изделия непосредственно.

Настоящее исследование выполняется авторами в рамках гранта № 16-47-732138 «Разработка моделей, методов и средств информационной поддержки технологий *Concurrent Engineering* на основе интегрированного представления процесса в интеллектуальной базе знаний САПР», поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ).

Литература

1. ГОСТ Р 53394-2017. Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2017. – 28 с.

2. Лихачев, М.В. Применение технологии функционального цифрового макета изделия на этапе предконтрактного проектирования космического аппарата / М.В. Лихачев, Е.А. Шангина // Решетневские чтения. – 2013. – Т. 1, № 17. – С. 24-26.

3. 3D-модели в ИПИ-технологиях : [Электронный ресурс] / Л.И. Райкин, И.Л. Райкин, Р.М. Сидорук, К.В. Лупанов // САПР и Графика. – 2008. – №12. – С. 40-44. – URL: http://sapr.ru/article/19876 (дата обращения: 12.01.2018)

4. Цыганков, Д.Э. Отображение структуры проектируемого изделия в процессе построения 3D-модели / Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2017) : труды Междунар. науч.-техн. конф-ции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара : Изд-во Самарского научного центра РАН, 2017. – С. 1030-1033.

5. Берлинер, Э.М. САПР конструктора машиностроителя : учебник для студентов высших учебных заведений / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов. – М. : Форум, 2015. – 287 с.

6. Ушаков, Д.М. Что нужно технологу: история построения или прямое моделирование? : [Электронный ресурс] // – URL: http://isicad.ru/ru/articles.php ?article_num=17707 (дата обращения: 15.02.2018).

7. Цыганков, Д.Э. Представление процесса проектирования на базе обобщения элементарных операций до уровня семантических единиц / Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 3 (41). – С. 81-88.

П.О. Чурсин, Д.Ю. Полукаров

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(Самарский национальный исследовательский университет)

Современные сети передачи данных требуют натурных или имитационных экспериментов для определения оптимальных режимов работы[1].

Цель данной работы заключается в разработке программного комплекса для функционального и нагрузочного тестирования локальных вычислительных сетей. На рис.1 представлена схема эксперимента, в котором используется разрабатываемое программное обеспечение.

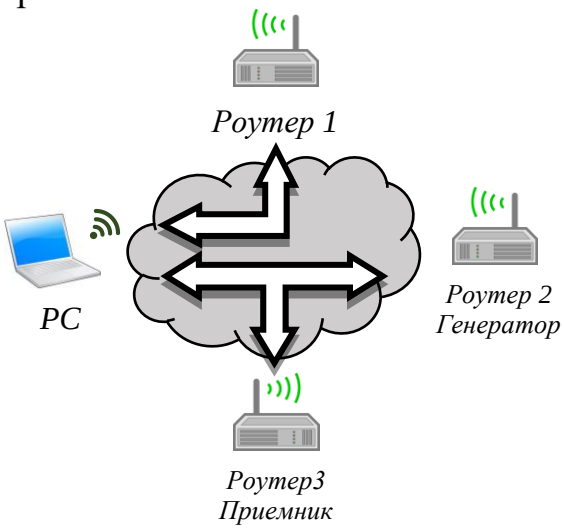


Рис.1. Пример экспериментальной схемы

Сравнительный анализ программ тестирования сети представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели программ тестирования сети

Возможности	nping[2]	Iperf3[3]	packGen
Поддержка протоколов	TCP, UDP, ICMP, ARP	TCP, UDP, SCTP	UDP
Настройка заголовков пакетов	частично	нет	есть
Установка размера пакета	есть	есть	есть
Настраиваемый интервал отправки	есть	нет	есть
Выбор целевой скорости	нет	есть	нет
Интерфейс	CLI + сторонний GUI	CLI + сторонний GUI	только CLI
ОС	Linux, Windows, Mac OS	Linux, Windows, Mac OS	Linux

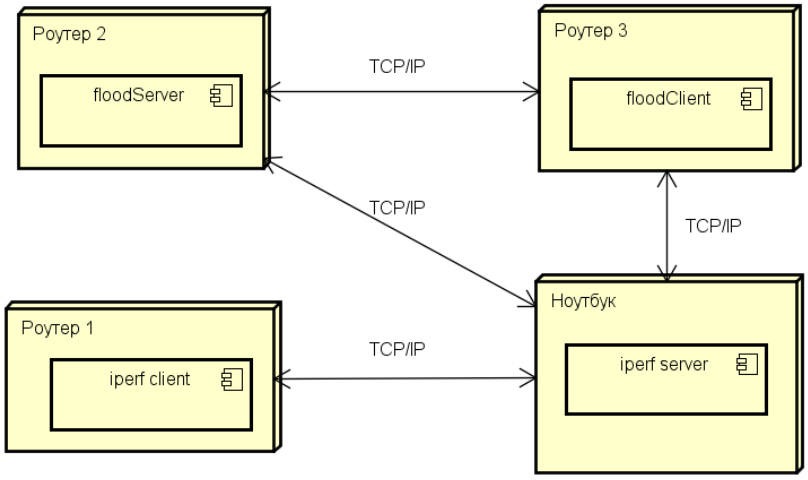


Рис. 2. Диаграмма развёртывания

Программный комплекс позволяет экспериментальным путем определить оптимальные размер пакета данных и задержку между их отправкой. Полученная информация может быть полезна для повышения стабильности соединения особенно при высокой загрузке канала связи или использовании беспроводной сети.

Литература

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер // СПб.: Питер. – 2001. – 672С.

2. Nping - Network packet generation tool / ping utiliy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nmap.org/nping/ (дата обращения: 20.03.2018)

3. iperf3 — iperf3 3.5 documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://software.es.net/iperf/ (дата обращения: 20.03.2018)

Е.Е. Черичен, С.В. Сильнова

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРЕДМЕТНО-ЗАМКНУТОГО УЧАСТКА С УЧЕТОМ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

В настоящее время и в перспективе механическая обработка рассматривается как единственный метод достижения высокой точности и качества деталей машин. Около 80% производимых в Российской Федерации деталей машин подвергается обработке резанием, такое же соотношение имеет место и в ПАО «УМПО».

Управление качеством процессов механической обработки - интенсивно развивающееся научное направление, вызванное к жизни повышением эффективности современного производства.

Качество машины закладывается конструктором при проектировании выбором рациональных схем и прогрессивных рабочих процессов, использованием современных достижений в методах расчета динамики и прочности машин, без которых невозможно избежать вложения в конструкцию лишнего материала, выбором материалов с обязательной ориентировкой на будущую технологию производства, применением унифицированных узлов, деталей, приборов, уже хорошо зарекомендовавших себя в эксплуатации, и многими другими факторами.

Вместе с тем, ни одно предприятие не застраховано от возникновения и негативного влияния технологических рисков. Единственное, что может помочь предприятию в наибольшей мере избежать катастрофических последствий - это предусмотрительное выявление потенциально возможных для процесса производства рисков, их оценка и анализ, а также разработка программы по предупреждению, минимизации и ликвидации последствий их пагубного воздействия.

В работе рассматривается предметно-замкнутый участок механообработки. На него с участка термообработки на через определенные интервалы времени поступают детали, которые последовательно проходят токарную, фрезерную, шлифовальную обработку и направляется на контроль. Для равномерной работы участка задействован: токарный станок, фрезерный станок и 2 шлифовальных станка и контрольное оборудование.

В представленной работе риски выражаются в том, что появляется разброс времени при выполнении технологических и контрольной операций, относительно технологически-обоснованной нормы времени операций. Также возможность возникновения неблагоприятных ситуаций может привести к увеличению нормы штучного времени. Штучное время - интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготовляемых или ремонтируемых изделий или равный календарному времени сборочной операции [5].

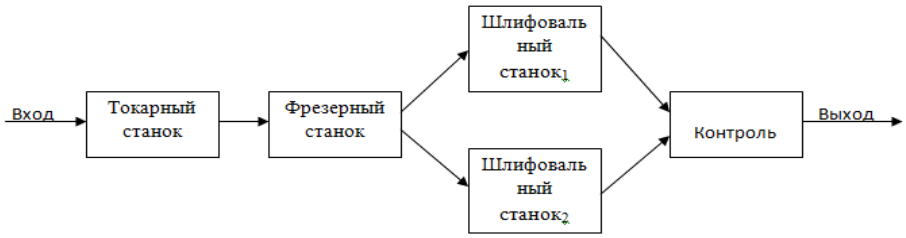


Рисунок 1 – Структурная схема предметно-замкнутого участка

Пусть заявки на обслуживание прибывают в систему. Для детального анализа установлено время моделирования равное 60 минутам, для более общего моделируется рабочая смена. Предположим, что в момент поступления заявки сервер свободен. Тогда обслуживание заявки начинается в этот же момент, т.е. в момент поступления заявки.

Когда сервер завершает обработку текущей заявки, он освобождается и готов принять на обработку следующую заявку, который может поступать из накопителя или генерироваться в данный момент источником. Также возможна ситуация, когда освободившийся канал ожидает генерации очередной заявки (простаивает). При выборе заявки из накопителя подразумевается приоритет обслуживания заявок *FirstOn, FirstOff (FIFO)*. После окончания обслуживания заявка покидает систему.

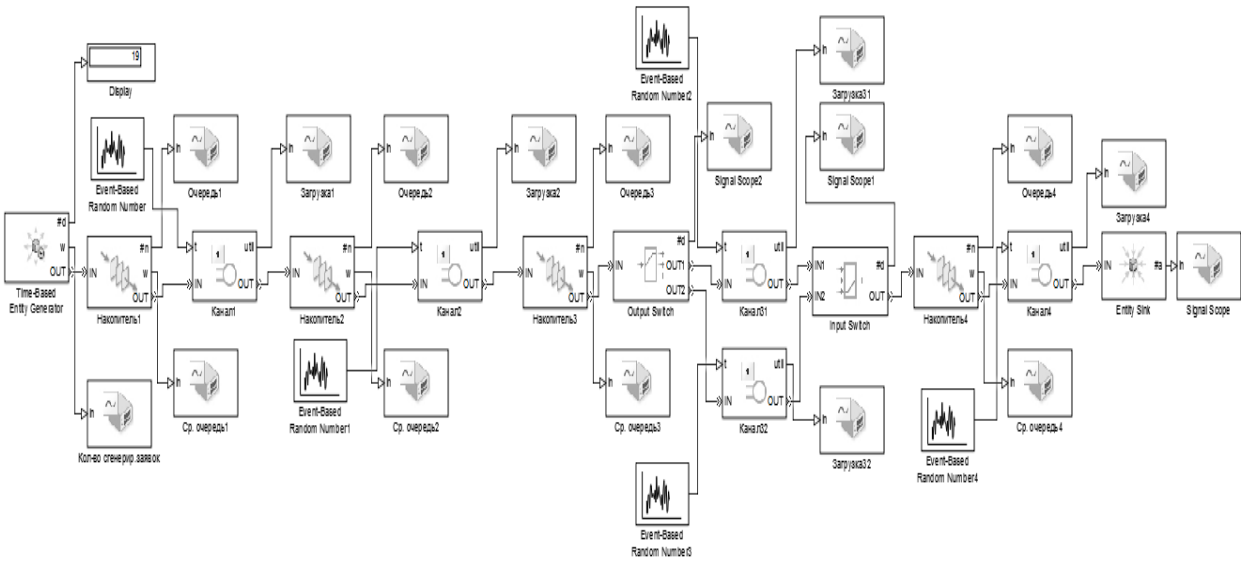


Рисунок 2 – Схема предметно-замкнутого участка

Исходя из данных, полученных на предприятии, были приняты следующие значения:

Таблица 1. Исходные данные

Токарная обработка	Фрезерная обработка	Шлифовальная обработка	Контроль
3,53±0,23	2,58±0,15	5,95±0,15	2,55±0,19

Время формирования деталей в блоке *Time-Based Entity Generator:* 3,3±0,4

Проведена серия экспериментов над имитационной моделью для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием в программе Matlab/Simulink с применением библиотеки SimEventsc временным разбросом.

Установлено время моделирования 60 и получены соответствующие графики.

Для оценки влияния рисков на показатели эффективности проведены серии экспериментов с варьированием среднего значения времени и разбросом, были взяты следующие значения (см. Таблицу 2).

В результате эксперимента получены следующие значения (см. Таблицу 3). Из таблицы видно как меняется загрузка каналов и заполненность накопителей.

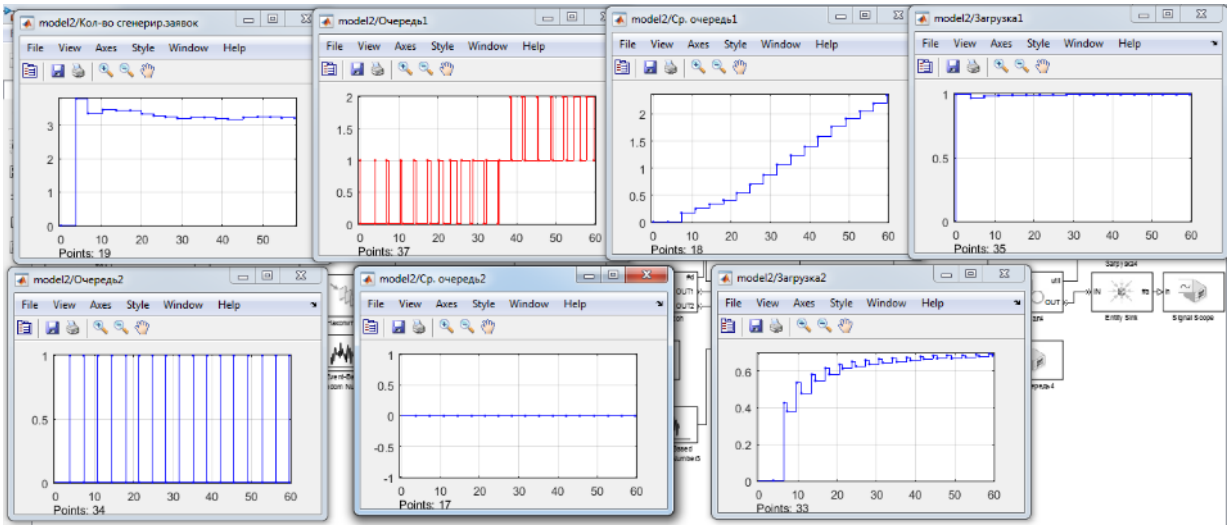


Рисунок 3 – Формирование деталей на обслуживание, формирование числа заявок в накопителе, ожидающих очередь на токарном и фрезерном станках

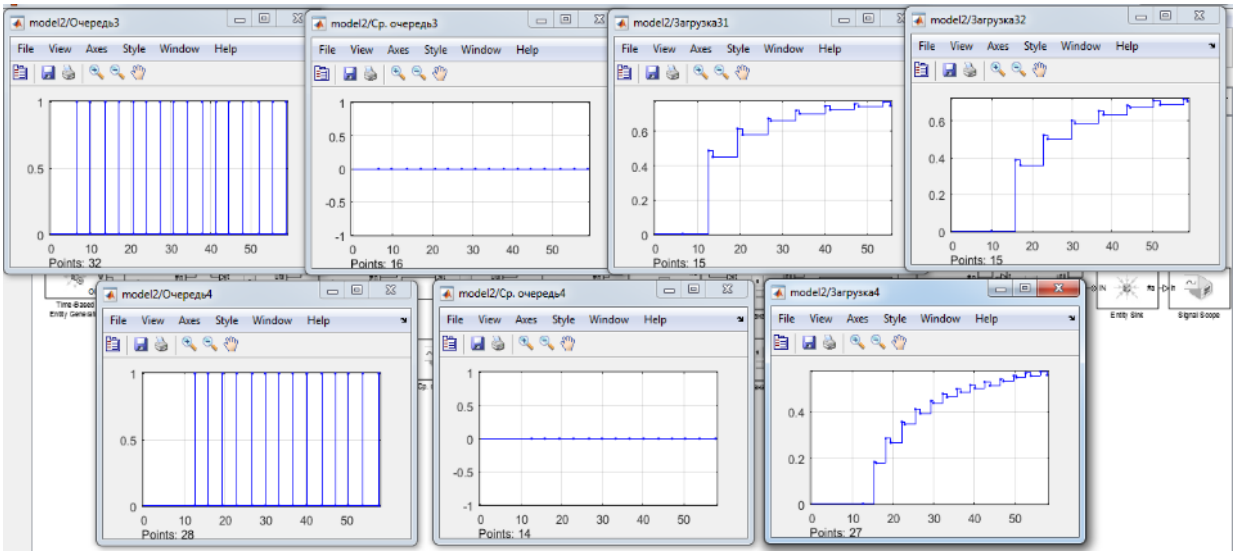


Рисунок 4 – Формирование числа заявок в накопителе, ожидающих очередь

Таким образом, любой технологический процесс сопряжен с различными видами рисков, среди них вероятность изменения времени работы на каждом станке, нуждается в анализе и оценке как имитационная модель технологического процесса.

Таблица 2. Значения среднего времени и разброса

	Поступило		Н1		Н2		Н3		Н4	
	Ср.знач.	Разброс	Ср.знач.	Разброс	Ср.знач.	Разброс	Ср.знач.	Разброс	Ср.знач.	Разброс
1	3,3	±0,4	3,53	±0,23	2,58	±0,15	5,95	±0,19	2,55	±0,3
2	3,3	±0,6	3,53	±0,18	2,58	±0,2	5,95	±0,23	2,55	±0,32
3	3,3	±0,7	3,53	±0,25	2,58	±0,23	5,95	±0,25	2,55	±0,25
1	3,8	±0,4	4,03	±0,23	2,08	±0,15	6,45	±0,19	3,05	±0,3
2	2,8	±0,4	3,03	±0,23	3,08	±0,15	5,45	±0,19	2,05	±0,3
3	2,6	±0,4	3,1	±0,23	2,3	±0,15	5,6	±0,19	2,2	±0,3

Таблица 3. Результаты варьирования данных

		Очередь Н1		К1 (токарн.)	Очередь Н2		К2 (фрезерн.)	Очередь Н3		К31, К32 (шл.)	Очередь Н4		К1 (контроль)
	Поступило	max	ср.время	загрузка	max	ср.время	загрузка	max	ср.время	загрузка	max	ср.время	загрузка
1	3,25	2	2,48	1	1	0	0,68	1	0	0,76 0,71	1	0	0,57
2	3,2	2	2,4	1	1	0	0,68	1	0	0,76 0,71	1	0	0,57
3	3,2	2	2,4	1	1	0	0,68	1	0	0,76 0,71	1	0	0,57
1	4,55	1	0	0,78	1	0	0,42	1	0	0,64 0,56	1	0	0,51
2	2,55	2	2,9	1	1	0,72	0,92	1	0	0,79 0.73	1	0	0.49
3	2,51	4	4,9	1	1	0	0.71	1	0	0,82 0,78	1	0	0.59

В данной работе выполнено имитационное моделирование технологических операций токарной, фрезерной, шлифовальной, контроля, осуществляемых на предметно-замкнутом участке.

В результате в качестве предложения по эффективности работы участка было принято следующее: докупить дополнительное оборудование, разработать стандарт предприятия, сократить время обслуживания станков.

Литература

1. Аналитические модели систем массового обслуживания и их реализация в среде *MATLAB*: Лабораторный практикум по дисциплинам «Системный анализ и принятие решений» и «Моделирование систем» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост.: Л.Р. Черняховская, Р.А. Шкундина. –Уфа, 2007. – 31с.

2. Ашихмин В. Н. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие для студ.вузов / В. Н. Ашихмин , Г. Бояршинов, М. Б. Гитман; под ред. П. В. Трусова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 336 с.

3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 10-е изд., стер. – М.: Академия, 2005.– 576 с.

4. Гомбоев Л.Г. Системы массового обслуживания. Лабораторные работы. URL: http://matlab.exponenta.ru (дата обращения: 18.04.2017)

Ё.А. Юсупов, Д.Б. Абдурасулова

АЛГОРИТМЫ ОЦЕНИВАНИЯ НАСТРОЕК РЕГУЛЯТОРА РОБАСТНО-АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии)

В настоящее время к алгоритмам робастно-адаптивного управления предъявляется ряд требований при управлении технологическими процессами, в частности, при рассмотрении систем управления динамическими объектами [1-4]. К требованиям относят: возможность выполнять требуемые вычисления в такие промежутки времени, за которые выходное значение объекта не изменится заметным образом; требование увязки временных интервалов обработки программ различных уровней иерархии и, как правило, различных приоритетов обслуживания; требование к точности адаптации в установившемся и переходном режимах.

Математическую модель объекта можно записать следующим образом

$$x_{t+1} = F_1(x_t, u_t, r_t, \xi_t, \Theta), \quad (1)$$

$$y_t = F_2(x_t, \xi_t, \Theta), \quad (2)$$

где $F_1(\cdot), F_2(\cdot)$ – некоторые функции; $x_t \in R^n$ – вектор состояния объекта; $u_t \in R^m$ – вектор управляющих воздействий; $r_t \in R^p$ – вектор контролируемых возмущений; $\xi_t \in R^q$ – вектор неконтролируемых возмущений; $\Theta \in R^l$ – вектор неизвестных параметров объекта; $y_t \in R^d$ – вектор выходных переменных.

Алгоритм регулирования и адаптации будем также записывать в виде уравнений состояния

$$\begin{aligned} u_t &= U(u_{t-1}, x_t, r_t, g_t), \\ g_{t+1} &= \Psi(g_t, x_t, u_t, r_t), \end{aligned} \quad (3)$$

где g_t - вектор настраиваемых коэффициентов регулятора.

Динамика всей системы описывается уравнениями (1)-(3), в которых функции $F_1(\cdot), F_2(\cdot)$ заданы с точностью до неизвестных параметров Θ, а функции $U(\cdot), \Psi(\cdot)$ подлежат определению. Точная постановка задачи управления или стабилизации объекта зависит от имеющихся сведений о характере неизмеряемых помех ξ_t [2,3].

Будем считать, что помехи ξ_t в соотношениях (1), (2) случайные, центрированные $(M\xi_t = 0)$, с одинаковой дисперсией $M\xi_t^2 = \sigma^2 \langle \infty$ и независимы в различные моменты времени. При этом величины y_t, u_t также оказываются случайными. Поэтому показатель качества стабилизации естественно задать как среднее значение установившейся ошибки [3]:

$$J_1(\{u_t\}) = \overline{\lim_{t\to\infty}} M[Q(y_t, u_t)], \quad (4)$$

где $[Q(y_t,u_t)] \geq 0$ – квадратичная форма двух переменных.

Задача оптимального робастно-адаптивного управления динамическим объектом (1), (2) состоит в том, чтобы по доступным измерениям синтезировать последовательность допустимых управлений $\{u_t\}$ и выделить по возможности более широкий класс объектов так, чтобы для всех объектов из этого класса траектория y_t замкнутой системы в асимптотике приближалась в некотором смысле к траектории оптимальной системы y_t^0, а именно чтобы

$$J_0 = \lim_{t\to\infty}\left\{y_t - y_t^0\right\}^2 = 0. \qquad (5)$$

Функционал (5) имеет смысл потерь на адаптацию, т.е. потерь, связанных с отсутствием априорных знаний о параметрах объекта (1), (2). В ряде работ [4-6] также приводятся алгоритмы синтеза адаптивных систем по так называемому усредненному критерию оптимальности ансамбля траекторий. Использование критерия (5) оказывается более предпочтительным для управления объектами в реальном масштабе времени, поскольку не предполагает многократного повторения процесса управления.

Для определения параметров настройки регуляторов весьма эффективным представляется подход [2], основанный на критериях адаптируемости по выходу для входов системы. При этом уравнение настройки регулятора имеет вид:

$$LG = N,$$

где L, N - матрицы адаптируемости системы, G - матрица настроек регулятора.

Оптимальные явные алгоритмы настройки управляющего устройства на основе аппарата псевдоинверсии [6] можно определить на основе соотношения:

$$G = L^+N + \left(I - L^+L\right)Z, \qquad (6)$$

где $N \in (R_1 \to R_3), G \in (R_1 \to R_2), L \in (R_2 \to R_3), Z \in (R_1 \to R_2)$ – некоторый оператор.

Уравнение (6) равнозначно условию: $LGx=Nx$ при любом $x \in R_1$. Из этого следует, что для каждого $x \in R_1$ уравнение $LGx=Nx$ разрешимо относительно Gx тогда и только тогда, когда $LL^+Nx = Nx$ [6]. Если это условие выполнено для всякого $x \in R$, то оно принимает вид $LL^+N = N$. Всякое решение уравнения $LGx=Nx$ относительно Gx может быть записано в виде $Gx = L^+Nx + \left(I - L^+L\right)z,$ при некотором $z \in R_2$, или иначе

$$Gx = L^+Nx + \left(I - L^+L\right)Zx, \qquad (7)$$

где $Z \in (R_1 \to R_2)$ - произвольный оператор.

Если данные неточно заданны, то необходимо использовать методы регуляризации для устойчивого отыскания приближенных решений [3,5]. Представим матрицы L, N и G следующим образом [2]:

$$L=\begin{bmatrix} \dots L_1^T \dots \\ \dots \vdots \dots \\ L_{m(2n+n_1)} \end{bmatrix}, N=\begin{bmatrix} \dots n_1^T \dots \\ \dots \vdots \dots \\ n_{m(2n+n_1)}^T \end{bmatrix}, G=\left[g^1 \vdots \dots \vdots g^m\right]. \quad (8)$$

Учитывая принятые обозначения, решение уравнения настройки адаптивного регулятора LG=N можно записать в виде следующего алгоритма рекуррентного оценивания:

$$\begin{gathered} g^i(t+1)=g^i(t)+P(t)l(t+1)\left[n^i(t+1)-l^T(t+1)g^i(t)\right]\left[\alpha I+l^T(t+1)P(t)l(t+1)\right]^{-1}, \\ P(t+1)=P(t)-P(t)l(t+1)\left[\alpha I+l^T(t+1)P(t)l(t+1)\right]^{-1}l^T(t+1)P(t), \\ P(0)=\varphi I,\ \varphi>>0,\ i=\overline{1,m},\quad \alpha>0,\ t=0,1,2,\dots, \end{gathered} \quad (9)$$

Приведенные устойчивые рекуррентные вычислительные алгоритмы оценивания параметров стохастических объектов управления в условиях неполной априорной информации позволяют эффективно вычислять вектор параметров объекта и значения настроек адаптивного регулятора.

Литература

1. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. – М.:Наука, 1987. – 721 с.

2. Ядыкин И.Б., Шумский В.М., Овсепян Т.А. Адаптивное управление непрерывными процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.

3. Деревицкий Д.П., Фрадков А.А. Прикладная теория дискретных адаптивных систем управления. – М.: Наука, 1981. – 216 с.

4. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. М.: Наука, 1981. – 448 с.

5. Цыпкин Я.З., Кельманс Т.К. Дискретные адаптивные системы управления // Итоги науки и техники. Сер. Техн. Кибернетики – М.: ВИНИТИ – 1984. Т. 17. С. 3 – 73.

6. Кельманс Г.К. Непрямое адаптивное управление не минимально-фазовыми по помехе динамическими объектами // А и Т. – 1987. - №11. – с. 144-154.

Л.В. Яблокова, Д.Л. Головашкин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА РАБОТУ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ГАЛОГЕНИДНОЙ ЛИНЗЫ ФРЕНЕЛЯ С ВЫСОКОЙ ЧИСЛОВОЙ АПЕРТУРОЙ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН)

Введение

Задача управления лазерным излучением возникает при рассмотрении множества современных технических и технологических проблем: передачи информации по волноводам и в свободном пространстве, оптической обработки полученной информации, формировании поверхностных и объемных структур разного назначения и др. Среди богатого инструментария решения упомянутой задачи отдельное место занимают дифракционные оптические элементы [1] (ДОЭ), выгодно отличающиеся от рефракционных лучшими массогабаритными характеристиками, лучевой стойкостью, технологичностью изготовления и универсальностью.

К моменту появления дифракционной компьютерной оптики и в ходе достаточно длительного этапа развития этой отрасли, технологии изготовления дифракционных элементов в силу своего несовершенства не всегда позволяли формировать непрерывный микрорельеф, вынуждая производить его квантование и работать со ступенчатыми аппроксимациями [2]. Со временем технологии развивались и точное воспроизведение фазовой функции ДОЭ оказалось возможным даже на алмазных подложках [3], известных своей твердостью. Однако, внимание исследователей к этому моменту уже переключилось на нанооптику и широкого внедрения новых возможностей в практику изготовления и расчета элементов микрооптики так и не произошло. Предлагаемая публикация отчасти восполняет указанный пробел на примере моделирования работы цилиндрической галогенидной линзы Френеля с высокой числовой апертурой.

1. Исследование галогенидных линз Френеля

Галогениды серебра широко применяются при изготовлении оптических элементов для ближнего ИК-диапазона [4], характеризуясь достаточно высокой оптической плотностью. Так, для хлорида серебра n=2 при длине волны λ=1,06 мкм [5]. Все геометрические расстояния далее отнесем к этой длине. Для исследований изначально выбраны две галогенидных линзы. Рефракционная, толщиной 25, апертурой 100, радиусом кривизны 62,5 с фокусировкой излучения на расстоянии f=50 (согласно геометрической оптике [6]) от правого полюса. И Френеля, с толщиной λ/(n-1)=λ, рассчитанная по методике из [1] с поправкой на то, что линза не тонкая.

На рис. 1 и 2 и в таблице 1 представлены результаты моделирования про-

хождения плоской однородной TM-волны через них по методу FDTD [7], разностного решения уравнений Максвелла, с нормированием интенсивности I в вычислительной области на значение данной величины для падающего пучка. Эффективность δ в таблице 1 рассчитывалась как отношение интенсивности в области фокусировки для линзы Френеля к аналогичной величине для рефракционной линзы [1].

Вопреки скалярной теории света работа исследуемой линзы Френеля значительно отличается от рефракционной. Ее эффективность составила лишь 63%, а область фокусировки существенно сдвинута вправо. Авторы настоящего исследования связывают это с двумя факторами: малой шириной крайних зон Френеля (для последних 12 зон она не превосходит длину волны), при которой скалярная теория несостоятельна и влиянии многочисленных внутренних переотражений в тонком элементе, существенном при выбранной оптической плотности.

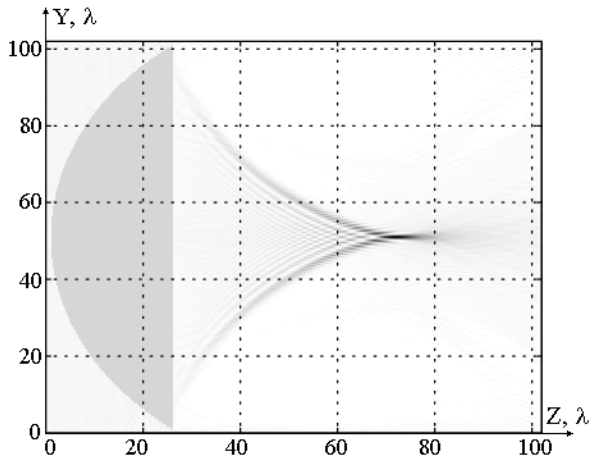


Рис. 1 Распределение интенсивности в вычислительной области для рефракционной линзы

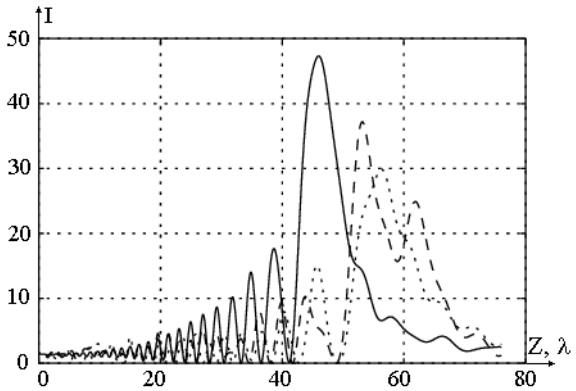


Рис. 2 Распределения интенсивностей на главной оптической оси за правым полюсом для рефракционной (непрерывная кривая) линзы и линз Френеля толщиной 1 (точечная кривая) и 5 (пунктир)

Таблица 1. Характеристики исследуемых линз.

характеристики	рефракционная линза	линза Френеля с 25-ю зонами	линза Френеля с 5-ю зонами
I_{max}	47,31	29,89	37,19
f	46,01	56,3	53,16
δ	1	0,63	0,79

В связи с этим линза Френеля была перерассчитана под толщину 5, при которой ширина крайней зоны составила 4,17. Это повысило эффективность (табл. 1, рис. 2) до 79% и привело к смещению области фокусировки влево, ближе к расчетной.

2. Учет влияния технологических погрешностей изготовления

Важной частью исследования оптических элементов является изучение влияния технологических погрешностей изготовления на их работу. Так, в статье [8] приведены результаты такого исследования для светоделительной бинарной галогенидной решетки, связанные с применением технологии штамповки при формировании микрорельефа. Здесь же, для той же технологии, рассмотрим влияние ошибок по высоте микрорельефа (отклонения на +1 +0,5 +0,25 -0,25 -0,5 -1) для последней линзы Френеля (рис. 3,4, таблица 2).

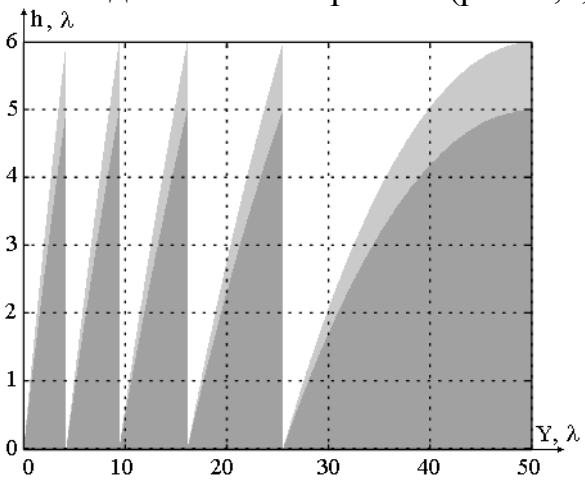


Рис. 3 Расчетный профиль линзы Френеля (тёмный) и профиль с технологическими погрешностями изготовления (тёмный и светлый) при ошибке по высоте +1.

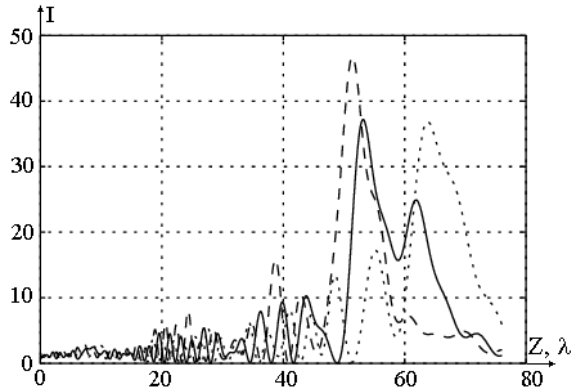


Рис. 4 Распределения интенсивностей на главной оптической оси за правым полюсом для линзы Френеля без погрешностей изготовления (непрерывная кривая) и с таковыми: +0.5 (пунктир) и -0,5 (точки).

Таблица 2. Характеристики исследуемых линз с погрешностями изготовления.

характеристики	-1	-0,5	-0,25	+0,25	+0,5	+1
I_{max}	38,66	36,90	35,06	47,79	46,74	34,58
f	70,75	63,76	62,66	52,39	51,39	47,27
δ	0,82	0,78	0,74	1,01	0,99	0,73

Интересно, что интенсивности излучения в областях фокусировки для линз Френеля с отклонениями +0,25 и +0,5 по высоте (таблица 2) почти совпали с таковой для рефракционной линзы (таблица 1), а положение самих областей значительно ближе к расчетному (50), чем для рефракционной. Авторы не берутся истолковывать это с точки зрения физической теории дифракции, которая здесь, как ранее было замечено, не работает, предлагая учет влияния технологических погрешностей в качестве полезного инструмента при расчете ДОЭ.

Заключение

Изменение фазовой функции дифракционных оптических элементов с учетом технологических погрешностей изготовления может положительно сказаться на характеристиках ДОЭ, что подтверждено методом вычислительного эксперимента на примере цилиндрической галогенидной линзы Френеля с высокой числовой апертурой.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-47-630560-р_а и частичной поддержке Министерства образования и науки РФ.

Литература

1. Дифракционная компьютерная оптика / под ред. В.А. Сойфера.- М.: Физматлит, 2007.– 736 с.

2. Березный А.Е., Сисакян И.Н. Бинарные элементы Бессель-оптики // Компьютерная оптика. – 1987. – Вып. 1. – С. 132-133.

3. Karlsson M., Nikolajeff F. Diamond micro-optics: microlenses and antireflection structured surfaces for the infrared spectral region // Optics Express. – 2003. – V. 11, №5. – P. 502-507.

4. Borodin S.A., Karpeev S.V., Kazanskiy N.L., Pavelyev V.S., Volkov A.V., Yakunenkova D.M., Kononenko V.V., Artushenko V.G., Saharova T.V., Kashina V.V., Golovashkin D.L. Realization and characterization of diffraction microrelief fabricated on the end face of halogenide IR waveguide // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). – 2006, №3. – P. 135-140.

5. Кэй Д., Лэби Т. Таблицы физических и химических констант / пер. с англ. – М. Физматгиз, 1962. – 780 с.

6. Бутиков Е.И. Оптика // Спб.: Невский диалект, 2003. – 480 с.

7. Taflove, A. Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method: 2nd. ed. / A. Taflove, S. Hagness // Boston: Arthech House Publishers, 2000. – 852 p.

8. Golovashkikn D.L., Volkov A.V., Eropolov V.A., Kazanskiy N.L., Karpeev S.V., Moiseev O.Y., Pavelyev V.S., Artushenko V.G., Kashin V.V. Studying fabrica-

tion errors or the diffraction grating on the end face of a silver-halide fiber// Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). – 2007. – V. 16, №4. – P. 263-268.

М.В. Янюкина, М.А. Болотов

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ СБОРОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ КОЛЕС ТУРБИН

(Самарский университет)

Работоспособность изделия в немалой степени зависит от точности сборочного процесса, который определяется качеством производства каждой детали, то есть степенью соответствия конечных геометрических параметров заданным. Однако точность сборки зависит не только от качественного производственного процесса, но и правильности исполнения сборочного процесса. В связи с этим проводят предварительные расчеты этапов сборки на предмет соответствия реальных геометрических параметров их допустимым значениям. Эту задачу выполняют посредством расчета размерных цепей. Одним из актуальных примеров сборочной единицы, в которой присутствуют сборочные размерные цепи, является рабочее колесо турбины ГТД.

Для обеспечения работоспособности сборочной единицы, достигаемые в процессе сборки величины сборочных параметров должны находиться в пределах полей допусков, со значениями, указанными в технических требованиях чертежей деталей. В случае рабочего колеса турбины особое внимание уделяется следующим сборочным параметрам: зазор между бандажными полками соседних лопаток, зазор между замковыми полками соседних лопаток и натяг между стыковыми поверхностями бандажных полок лопаток. При возникновении отклонений сборочных параметров от требований в результате процесса сборки возможно образование клина из лопаток, состоящего из 5-7 единиц.

На рисунке 1 изображен участок диска в соединении с двумя лопатками и отмечена последовательность построения размерной цепи. Размерная цепь берет свое начало на бандажной поверхности лопатки от центра контакта полок соседних лопаток к плоскости замка одной из них (V1). Далее цепь движется так же на поверхности бандажа к плоскости торца замка (V2). Затем происходит переход к центру паза, на обод диска (V3). В этот момент происходит учет качки лопатки. Для этого используется вектор с нулевыми координатами и имеющий только отклонения по углу поворота. Далее цепь проходит через центр оси вращения рабочего колеса турбины (V4) и выходит к оси паза диска для соседней лопатки (V5). Здесь также учитывается качка лопатки в замке. Цепь продвигается к плоскости торца замка на так называемый диаметр натяга (V6). Находясь на поверхности бандажной полки, векторная размерная цепь проходит по оси замка к плоскости замка (его центру, V6). Завершается цепь в месте стыка лопаток (уже со следующей лопаткой, V8).

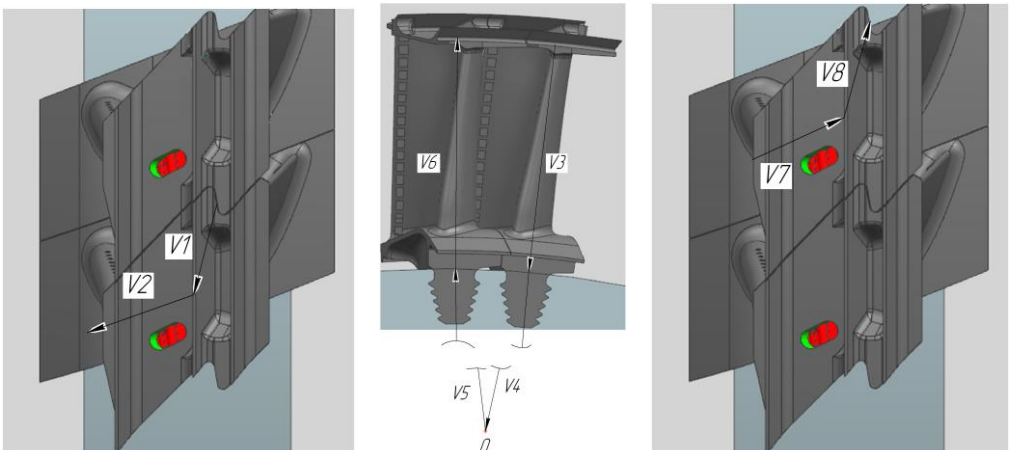


Рисунок 1 – Наглядное представление размерной цепи рабочего колеса турбины (соединение лопатка-диск)

Представленная размерная цепь является пространственной. Согласно [1] пространственной называют размерную цепь, звенья которой непараллельны одно другому и лежат в непараллельных плоскостях. В работе [2] автор предлагает решение такой цепи в программе «Vector», предполагающей суммирование векторов с учётом соответствующих поворотов текущих координатных плоскостей.

В работе предлагается алгоритм решения с использованием аппарата математической статистки, реализованный в программном пакете Matlab. Алгоритм решения поставленной задачи заключается в нахождении замыкающего звена вышерассмотренной размерной цепи и определении поля рассеивания этой величины. В составе алгоритма включены следующие этапы.

1. Загрузка исходных данных.
2. Формирование случайной величины с помощью генератора случайных чисел.
3. Построение пространственной модели суммирования составляющих размерной цепи.
4. Определение вероятностных оценок замыкающего звена.
5. Анализ результатов.

Для корректного расчета в программу загружаются исходные данные параметров расчета. Для каждого вектора необходимо внести данные по 14 позициям: тип рабочей плоскости (XY, YZ, XZ), тип координат, в которых задается размер, значение первой координаты, нижняя и верхняя границы первой координаты, значение второй координаты, нижняя и верхняя границы второй координаты, угол вращения системы координат, нижняя и верхняя границы угла вращения системы координат, параметр распределения первой координаты, параметр распределения второй координаты, параметр распределения угла вращения. Размер (вектор на плоскости) может быть задан несколькими способами: координатами (x,y), (x,z) или (y,z), модулем вектора и углом. Суммарный вектор представляет сумму составляющих векторов. Предельная, максимальная

величина смещения при этом будет равна сумме максимальных модулей составляющих векторов.

Вторым этапом алгоритма решения цепи после внесения исходных данных расчета является определение каждого звена цепи с помощью генератора случайных чисел. Опираясь на опыт исследователей в этой области, выбираем нормальный закон распределения величин. В таком случае функция распределения вероятности значений имеет вид

$$y = \frac{1}{\sigma_x \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}, \quad (1)$$

где x – случайная величина

y(x) – вероятность принятия случайной величиной значения x,

m_x – математическое ожидание,

σ_x – среднее квадратичное отклонение.

Третьим и четвертым этапами работы алгоритма является суммирование векторной размерной цепи и получения результатов вероятностного характера – матрица значений замыкающего звена цепи.

Алгоритм применим и к решению задачи по определению вероятностного зазора между бандажными полками соседних лопаток и зазора между замковыми полками соседних лопаток, а так же для решения любой размерной цепи. В результате расчетов согласно вышеописанному алгоритму получено значение замыкающего звена – ширину лопатки по бандажному диаметру. Что дает нам возможность судить о возможном натяге в месте стыка бандажных полок двух соседних лопаток и его величине. Результат вычислений формируется в виде таблицы с координатами конца вектора.

Для полученных данных координат замыкающего вектора цепи были определены числовые характеристики случайных величин, а именно, моменты распределения. Моменты распределения случайной величины вводятся как математические ожидания некоторых простейших функций от случайной величины [3], которые представляются в виде:

$$\mu_k(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^k}{n}, \quad (2)$$

где k – порядок момента,

x_i – значение случайной величины,

$\bar{x}$ – среднее значение, центр распределения случайной величины,

n – количество реализаций.

Момент первого порядка – математическое ожидание – характеризует среднее значение случайной величины. Дисперсия, момент второго порядка, дает представление о рассеянности величины около ее среднего значения. Моменты третьего и четвертого порядков служат для оценки асимметрии и степени крутости (эксцесс) кривой распределения.

Применяя математические соотношения для моментов распределения первых четырех порядков к полученному массиву данных по координатам замыкающего вектора, получим следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 – Моменты распределения замыкающего звена

Координаты / Момент распределения	X	Y	Z
Математическое ожидание	-2,1728	18,2964	-178,09727
Дисперсия	0,0071	0,0172	0,0050
Асимметрия распределения	-0,0059	0,0383	0,0027
Эксцесс	2,8793	2,9537	2,9118

Анализируя результаты видно, что замыкающий вектор цепи распределяется по нормальному закону. Аналогичный итог наблюдается и в других смежных исследованиях. Коэффициент эксцесса больше нуля, следовательно, кривая распределения более островершинная относительно кривой нормального распределения.

Актуальность расчёта размерной цепи рабочего колеса турбины заключается в необходимости совершенствования технологии сборки. На производстве при осуществлении сборочной операции ротора турбины ГТД по бандажному диаметру может возникать процесс заклинивания соседних лопаток. Величина натяга, проявляющаяся в ходе заклинивания по рабочим поверхностям, может превышать допустимое значение, заданное в конструкторской документации. Превышение величины натяга может привести к частичному разрушению контактирующих поверхностей бандажных полок в ходе работы сборочной единицы. Такая проблема возникает как следствие широких диапазонов допусков на размеры лопатки. Разрешить ее возможно посредством назначения корректирующих мероприятий, сформированных по результатам расчета сборочных размерных цепей.

Литература

1 Якушев, А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник для ВТУЗов/ А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – М.: Машиностроение, 1979. – 352 с.

2 Сурков, О.С. Прогнозирование и обеспечение точности изделий сложной конструктивной формы [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.07.05: защищена 1996/Сурков Олег Станиславович. – Самара, 1996. – 185 с.

3 Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов / Е.С. Вентцель. – 6-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.

М.С. Якубов., Т.А. Хужакулов

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОЕКТОВ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА

(Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий, Узбекистан)

На сегодняшний день правильная, экологическая оценка способствует более быстрому информированию о той или иной опасности, которая может произойти или уже существует на обследуемой территории. Таким образом, само понятие экологической оценки является на сегодняшний день актуальным. В соответствии с мировыми стандартами и многочисленными конвенциями по охране окружающей среды экологическая оценка имеет общепризнанные во всем мире критерии [1].

Экологическая оценка — это процесс систематического анализа и оценки экологических последствий намечаемой деятельности, консультаций с заинтересованными сторонами, а также учет результатов этого анализа и консультаций в планировании, проектировании, утверждении и осуществлении данной деятельности.

Согласно данному определению: экологическая оценка рассматривается как процесс, а не просто как данные или документы, которые получаются в результате этого процесса; экологическая оценка рассматривается как процесс систематический, то есть следующий определенным правилам; экологическая оценка не ограничивается этапом планирования, но охватывает и этап осуществления намечаемой деятельности.

Процесс экологической оценки включает следующие основные составляющие:

- анализ (прогноз) потенциальных воздействий намечаемой деятельности на окружающую среду и оценка их значимости;
- консультации с заинтересованными сторонами с целью поиска взаимоприемлемых решений;
- использование результатов прогноза воздействий и консультаций в процессе принятия решений, относящихся к намечаемой деятельности [2].

Процедуры экологической оценки в разных странах различаются по многим аспектам: для каких видов деятельности проводится ЭО, кто проводит ее, в каких решениях и каким образом учитываются ее результаты. Так, экологическая оценка может проводиться для всех видов деятельности, или, например, только для крупных проектов, осуществляемых по решению правительства, или для видов деятельности, отобранных по определенным правилам. Основную роль в проведении экологической оценки может играть инициатор деятельности или природоохранные органы. Результаты ее могут по-разному использоваться в системе принятия решений. Степень обязательности учета результатов экологической оценки в принятии решений тоже различается от страны к стране.

Несмотря на эти отличия эффективные системы экологической оценки, проверенные временем, отвечают трем основным принципам: превентивности, комплексности и демократичности [3].

Принцип превентивности означает, что экологическая оценка проводится до принятия основных решений по реализации намечаемой деятельности, а также, что ее результаты используются при выработке и принятии решений. Анализ последствий уже принятого решения экологической оценкой по сути не является. Это справедливо независимо от того, является ли такой анализ "обоснованием" решения, ориентированным на оправдание его экологической приемлемости, или же представляет собой объективное и независимое исследование.

Для эффективных систем экологической оценки характерно расширенное понимание превентивности экологическая оценка должна проводиться не только до принятия решения о возможности осуществления намечаемой деятельности (например, выдачи соответствующего разрешения), но и до принятия важнейших проектных решений. Наконец, последовательная реализация принципа превентивности приводит к необходимости стратегической экологической оценки (СЭО), предметом которой являются решения более высокого уровня, предшествующие планированию конкретных проектов.

Один из важных инструментов реализации принципа превентивности - анализ альтернатив. Рассмотрение и сравнение нескольких альтернатив достижения целей намечаемой деятельности и вариантов ее осуществления обеспечивает свободу принятия решений в зависимости от результатов экологической оценки.

Принцип комплексности подразумевает совместное рассмотрение и учет факторов воздействия намечаемой деятельности и связанных с ними изменений во всех природных средах, а также в социальной среде. Этот принцип основывается на представлении о том, что разделение окружающей среды на "компоненты" (воздух, вода, почва) является упрощением реальной ситуации. На самом деле мы имеем дело с единой природной системой, неразрывно связанной с обществом. Задача экологической оценки состоит не только в том, чтобы проследить, насколько соблюдаются "стандарты и нормативы" для отдельных компонентов природной среды, но и в том, чтобы понять, как природно-социальная система в целом отреагирует на воздействие намечаемой деятельности.

На процедурном уровне отражением принципа комплексности является рассмотрение различных воздействий намечаемой деятельности в рамках единой процедуры, а также представление информации о них в едином документе.

Принцип комплексности может быть расширен до рассмотрения и учета в принятии решений экологических и социально-экономических последствий намечаемой деятельности в комплексе. Также принцип демократичности отражает тот факт, что экологическая оценка не сводится к научнотехническому исследованию, а является инструментом принятия взаимоприемлемых решений. Предполагаемое воздействие намечаемой деятельности на окружающую среду затрагивает интересы потенциально неограниченного круга лиц и организаций. Большинство из них не обладают какими-либо формальными полномочиями в

отношении этой деятельности. Инструментом защиты интересов этих сторон (в той мере, в которой они отражены в “интересах общества в целом”) могут служить разного рода системы разрешений и лицензирования, нормы проектирования. Однако принцип демократичности подразумевает признание за этими сторонами права на непосредственное участие в процессе принятия решений. Таким образом, заинтересованные стороны должны иметь возможность участвовать в процессе ЭО, и их мнение должно учитываться наряду с заключениями экспертов при формулировании выводов и использовании результатов процесса ЭО.

Еще одно важное следствие принципа демократичности состоит в том, что для обеспечения возможности участия заинтересованных сторон экологическая оценка должна проводиться в соответствии с определенными правилами, которые известны и понятны всем ее участникам. Таким образом, необходимо наличие регламентированной процедуры экологической оценки. В рамках этой процедуры участники процесса должны иметь определенные права и обязанности.

“Демократические” процедуры ЭО обычно противопоставляются “технократическим”, в которых решения принимаются закрытым образом. В таких системах предполагается, что проблема воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду носит преимущественно научно-технический характер, и при ее рассмотрении значимы только мнения экспертов-профессионалов, а также компетентных лиц, принимающих решения.

Отсутствие демократичности, закрытость и непрозрачность процесса принятия решения часто приводит к тому, что на практике решения в таких системах принимаются на основе неформальных переговоров и соглашений с участием отдельных, наиболее влиятельных заинтересованных сторон. В результате нередко страдает объективность экологической оценки [2, 4].

Предметом экологической оценки является воздействие намечаемой деятельности на окружающую среду. Под воздействием здесь понимаются те изменения в окружающей среде, которые полностью или частично - результат намечаемой деятельности. Прогноз и разработка мер по их смягчению - одна из основных составляющих процесса ЭО. Систематическая, комплексная природа экологической оценки позволяет выявлять те воздействия, которые могут неадекватно учитываться стандартами, установленными для отдельных сред и источников воздействия, - прежде всего, непрямые и кумулятивные воздействия. С другой стороны, для того, чтобы такой систематический анализ был возможен, а результаты его применимы на практике, экологическая оценка должна быть сконцентрирована на наиболее важных, ключевых воздействиях. Воздействия в рамках экологической оценки рассматриваются не только с точки зрения их физической величины, но и значимости для общества в целом, отдельных социальных групп и граждан.

Что же понимается под окружающей средой в контексте ЭО? Прежде всего - природные среды, компоненты окружающей среды, ландшафт. Традиционно в ходе ЭО рассматриваются и историкокультурные ценности. Однако

практически всегда экологическая оценка в той или иной мере затрагивает медицинские, социальные и экономические последствия намечаемой деятельности, связанные с воздействием на окружающую природную среду. Так, ухудшение качества окружающей природной среды может повлечь для местного населения ухудшение здоровья, последствия социального характера (например, ухудшение качества жизни вследствие сокращения возможностей для рекреации), а также экономического характера (например, падение цен на недвижимость). Рассмотрение таких последствий в ходе ЭО является практической необходимостью независимо от того, закреплены ли подобные требования законодательно. Это связано с тем, что экологическая оценка рассматривает воздействия на окружающую среду с точки зрения их значимости для общества в целом, отдельных граждан и групп, которая в существенной мере обусловлена именно социальными и экономическими последствиями [2].

Таким образом, переходя к нашей республике, можно сказать, что ЭО имеет важную роль, т.к. Республика Узбекистан - аграрная страна, где большую часть экономики и занятости населения составляет сельское хозяйство. Узбекистан занимает 2-е место в мире по экспорту хлопка-волокна и входит в десятку крупнейших стран - производителей шелка-сырца. Он - признанный лидер по производству каракуля. В сельском хозяйстве занято около 40% работающего населения. В период реформ в отрасли произошли существенные изменения. Теперь значительную часть продукции (65%) производят в дехканских хозяйствах. Число зарегистрированных фермерских и крестьянских хозяйств достигло 31 тыс. при средней площади участка в 21 га. В общественных хозяйствах в основном сосредоточено производство зерна (72% от общего валового сбора) и яиц (42%).

Резко отрицательный водный баланс и преобладание незакрепленных песков в пустынных районах приводят к тому, что доля сельскохозяйственных земель в стране составляет всего 57% ее общей площади. При этом в структуре используемых в сельском хозяйстве земель преобладают пастбища (81%). Примерно 15% всех земель поливается (более 4 млн га), поэтому всегда значение растениеводства было гораздо весомее (66% от валовой продукции сельского хозяйства). В настоящее время показатели растениеводства и животноводства сравнялись.

В последние годы в структуре растениеводства страны произошли существенные изменения. После обретения самостоятельности Узбекистан стремится к продовольственной независимости. В этих целях изменена структура посевных площадей. Доля в них земель под зерновыми культурами доведена до 40%. В результате к концу 1990-х гг. производство зерна достигло 4.3 млн. т, что в 4 раза больше, чем в советский период.

Предпринимаются попытки стабильного получения двух урожаев с одного поля в год, например, после озимой пшеницы высевают рис или же после яровой кукурузы - озимый ячмень. Зерновые культуры, главным образом озимую и яровую пшеницу (86% валового производства), возделывают почти повсеместно. Основные районы производства риса (8.3% валового производства

зерна) - Каракалпакстан и Хорезмская область. В последние годы душевое производство зерна увеличилось с 93 до 175 кг в год.

Самой главной культурой страны остается хлопчатник. Узбекистан занимал первое место в СССР по посевным площадям и валовому сбору этой культуры (62%). Хлопчатник выращивают на поливных землях в севообороте с люцерной (бобовая культура), и часто его доля в посевах была столь высока, что тип хозяйства мог быть определен как монокультурный. Сейчас производство хлопка-волокна достигает чуть больше 3 млн. т. Примерно четверть его идет на экспорт. В республике насчитывается более 100 хлопкоочистительных заводов. В среднем на каждую область приходится по 10-12 предприятий. Отходы от переработки хлопка-сырца поступают в пищевую (масло из семян) и химическую (целлюлоза) промышленность.

Из других технических культур стоит выделить табак, выращиваемый на востоке Самаркандской и Кашкадарьинской областей, и кенаф (волокно используется для получения грубых тканей и канатов), возделываемый в долине р. Чирчик. Правда, в последние годы площади под кенафом уменьшаются. В постсоветское время в Узбекистане возродились посевы сахарной свеклы. Под ее посевами находится около 100 тыс. га. Уже действуют шесть сахарных заводов. Крупнейший завод по производству сахара находится в Хорезмской области [1].

Основное отличие сельскохозяйственных воздействий от промышленных заключается прежде всего в их распространении на огромных территориях. Как правило, использование больших площадей под сельскохозяйственные нужды вызывает коренную перестройку всех компонентов природных комплексов.

Земледелие. Воздействие земледелия на природный комплекс начинается с уничтожения на больших площадях сообщества естественной растительности и замены ее культурными видами. Следующий компонент, испытывающий существенные изменения, - почва. В естественных условиях почвенное плодородие постоянно поддерживается тем, что взятые растениями вещества снова возвращаются в нее с растительным опадом. В земледельческих же комплексах основная часть элементов почвы изымается вместе с урожаем, что особенно типично для однолетних культур. Подобная ситуация повторяется ежегодно, поэтому существует вероятность того, что через несколько десятков лет запас основных элементов почвы будет исчерпан. Для восполнения изъятых веществ в почвы вносят в основном минеральные удобрения: азотные, фосфорные, калийные. Это имеет как положительные последствия - пополнение запасов питательных веществ в почве, так и отрицательные - загрязнение почвы, воды и воздуха. При внесении удобрений в почву попадают так называемые балластные элементы, которые не нужны ни растениям, ни почвенным микроорганизмам. Например, при использовании калийных удобрений наряду с необходимым калием вносится бесполезный, а в некоторых случаях вредный хлор; с суперфосфатом попадает много серы. Токсичного уровня может достигать и количество того элемента, ради которого минеральное удобрение вносят в почву. Прежде всего, это относится к нитратной форме азота. Избыточные нитраты накапливаются в растениях, загрязняют подземные и поверхностные воды (вследствие хорошей

растворимости нитраты легко вымываются из почвы). Кроме того, при избытке нитратов в почве размножаются бактерии, которые восстанавливают их до азота, поступающего в атмосферу.

Кроме минеральных удобрений в почву вносятся различные химические вещества для борьбы с насекомыми (инсектициды), сорняками (пестициды), для подготовки растений к уборке, в частности дефолианты, ускоряющие сбрасывание листьев у хлопчатника для его машинной уборки. Большинство этих веществ очень токсичны, не имеют аналогов среди природных соединений, очень медленно разлагаются микроорганизмами, поэтому последствия их применения трудно предсказать. Общее название вносимых ядохимикатов - ксенобиотики (чужие для жизни).

В целях увеличения урожая в развитых странах пестицидами обрабатывают около половины посевных площадей. Мигрируя вместе с пылью, подземными и наземными водами, ядохимикаты распространяются повсеместно (они обнаружены на Северном полюсе и в Антарктиде) и представляют повышенную экологическую опасность.

Глубокое и длительное, а часто необратимое воздействие на почву, изменяющее ее коренные свойства, оказывают орошение и осушение земель. В XX в. площади земледелия существенно расширились: с 40 до 270 млн. га, из которых орошаемые земли занимают 13% пашни, а их продукция превышает 50% всей сельскохозяйственной продукции. Орошаемые ландшафты - наиболее преобразованные из всех типов сельскохозяйственных антропогенных ландшафтов. Изменяются влагооборот, характер распределения температуры и влажности в приземном слое воздуха и верхних слоях почвы, создается специфический микрорельеф. Изменения водного и солевого режимов почвы часто вызывают заболачивание и вторичное засоление почвы. Чудовищным последствием непродуманного орошаемого земледелия является гибель Аральского моря.

Для орошения из природных комплексов изымаются огромные массы воды. Во многих странах и районах мира орошение является основной статьей расхода воды и в маловодные годы приводит к дефициту водных ресурсов. Расход воды на сельское хозяйство занимает среди всех видов водопользования первое место и составляет свыше 2000 км^3 в год, или 70% мирового водопотребления, из них более 1500 км^3 - безвозвратное водопотребление, из которого около 80% уходит на орошение.

Огромные площади в мире занимают заболоченные земли, использование которых становится возможным только после проведения осушительных мероприятий. Осушение оказывает очень серьезное влияние на ландшафт. Особенно сильно изменяется тепловой баланс территорий - резко сокращаются затраты тепла на испарение, уменьшается относительная влажность воздуха, увеличиваются суточные амплитуды температур. Меняется воздушный режим почв, увеличивается их проницаемость, соответственно, меняется ход процессов почвообразования (активнее разлагается органический опад, происходит обогащение почвы питательными веществами). Осушение вызывает и увеличение глубины залегания грунтовых вод, а это, в свою очередь, может вызвать пере-

сыхание многочисленных ручьев и даже небольших рек. Очень серьезны глобальные последствия осушения - болота дают основную массу кислорода атмосферы.

Таковы глобальные последствия воздействия земледелия на природные комплексы. Среди них следует отметить и нагрузки, которые испытывает экология от распространенной преимущественно в тропических широтах подсечно-огневой системы земледелия, ведущей не только к уничтожению лесов, но и к достаточно быстрому истощению почвы, а также выбросам в атмосферный воздух большого количества аэрозольной золы и сажи. Пагубно для экосистем выращивание монокультур, вызывающих быстрое истощение почвы и заражение ее фитопатогенными микроорганизмами. Культура сельского хозяйства необходима, так как неразумная распашка почвы значительно изменяет ее структуру, а при определенных условиях может способствовать таким процессам, как водная и ветровая эрозия[5].

Таким образом, экологическая оценка - это процесс систематического анализа и оценки экологических последствий намечаемой деятельности с тремя основными принципами: превентивностью, комплексностью и демократичностью; сельское хозяйство играет большую роль в Республике Узбекистан, так как экономически выгодно; основные виды экологического воздействия на окружающую среду от сельского хозяйства - эрозийные факторы (водная и ветровая), использование удобрений, реагентов и ядохимикатов.

Литература

1. Ким С.Р., Вестник "ТИНБО", № 1, 156 (2012).
2. Черп О.М., Виниченко В.Н., Хотулёва М.В., Молчанова Я.П., Дайман С.Ю., Экологическая оценка и экологическая экспертиза, Эколайн, 2000, 138 с.
3. Мониторинг водных ресурсов: учебное пособие, Тверь, Твер. гос. ун-т, 2009, 77 с.
4. Бузмаков С.А., Костарев С.М., Введение в экологический мониторинг, учебное пособие, Пермь, Перм. гос. ун-т., 2009, 178 с.
5. Хужакулов Т.А., Икрамов Р.К., Тимирова М.Н., Управление водными ресурсами, Ташкент, ТИМИ, 2012, 236 с.

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

F.K.Achilova, S.H.Hasanova, S.S.Berdiyev

CREATING A MOBILE APPLICATION OF THE MULTIMEDIA GLOSSARY

(Karshi branch of the Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan)

Information-communicational technologies are entering consecutively all the spheres of our life. In our country it is being done some restructuring reform works in the system of national economy, society of citizenship, production and industry and educational system. The Resolution of the First President of the Republic of Uzbekistan in the 21st of march 2012 year "The action of developing informational-communicational technologies" and the Resolution of the Establishment of Ministry of the Republic of Uzbekistan in the 19th of December in 2012 year the number of 356 "developing and productively using means of the fund of the developing of informational communicational-technologies" are counted as big stages of development in informational-communicational system.

In the basis of data and distribution of digital telecommunications system and improve the telecommunications and data communications, the development of a national network of electronic technologies in public administration, creating the development of e-commerce, software development up to 2010, digital switching unique technologies, scientific-technical and investment policy, to create a stable and efficient telecommunications sector, all sectors of the economy and telecommunications technologies, information and communication technologies in the field of strategic priorities in order to ensure the implementation of practical measures of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan №200" 0 - number decision-made "On June 6, 2002, on "Further development of computerization and information and communication technologies''.

Mobile systems and technologies, today one of the most important. All spheres are being used and information exchange is crucial.

The convenience of using mobile applications is the ease of working with data processing, information search, sending good fidelity.

The educational system also as well as other areas such as information and communication technologies are being served in order to improve the quality of them and directly used to achieve specific results of the country.

In particular, because there is no multimedia glossary based on new technologies, that meets level of modern requirements, approved and verified information with an *.apk file formats and its practical implementation, independent users of

multimedia systems and information technologies serves to satisfy the needs of the use of preferred Android platform.

The aim of the article and its responsibilities. As the purpose of this article and its responsibilities as a glossary should include a number of facilities:

1. Creating the information base of multimedia glossary;
2. Multimedia Information Systems;
3. Multimedia technology information;
4. Access to all Android devices;
5. Android operating system support;
6. Self-learning facilities;
7. Simple and understandable producing;
8. Details of the alphabet;
9. Copy the opportunity to develop;
10. Technical flexibility;
11. Glossary terms known in Uzbek, Russian and English;
12. Data search function;
13. Glossary part of the design;
14. Members reported to the dispatch function;
15. Glossary logo;

Multimedia systems and technology glossary aim to develop multimedia systems and technologies that are clear and accurate information, to be able to be learnt the meaning of the terminology and concepts, to develop an easy and simple interface.

Firstly, I article theme about “Creation mobile application of multimedia glossary” and I found information about that. Contents of article theme is generated through the collected necessary information. I used software languages which are Java, Android Studio and Eclipse at the process creation of mobile application. This process included two chapters. During the article theme work which is the process of creation mobile application including the following steps:

- I find some references when I study article theme work;
- Making glossary at the “Multimedia” program was studied;
- Data base of glossary was formed;
- The design of glossary was produced;
- Icon was produced;
- The cover of multimedia glossary was produced;
- The information mobile application was entered to article theme work;
- Contents was formed;
- *.apk file was formed;
- Prepared mobile application was copied and installed to phone and used practice;
- Instruction for users was made;

Studying given the tasks based on article work, using on the basis of learned knowledge and skills education system of the University as well as it is important that is suitable modern technologies requirements of produced multimedia glossary mobile application with the help and useful advice of my teachers.

References

[1] O'zbekiston Respublikasining "Axborotlashtirish to'g'risida"gi Qonuni. 2003 yil 11 dekabr, 560-II-son.

[2] Aripov M.M., Muxammadiyev J.U. Informatika. Informatsion texnologiyalar. Darslik, T, 2006.

[3] http://ziyonet.uz/ - Axborot ta'lim tarmog'i

F.K.Achilova, M.O.Odilova, F.E.Qodirov

CREATING A PICTURE DICTIONARY OF THE ENGLISH AND UZBEK LANGUAGES

(Karshi branch of the Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan)

In Independence years in our country in the field of information and communication technology answering the informational law requirements began base data were shaped and it is developing more. Modern requirement and standards also constitution Principe according to Republic of Uzbekistan "About communication", "About information", "About telecommunications", "Laws and the other journal the documents of law were adopted.

A picture of dictionary or pictorial dictionary is a dictionary where the definition of a word is displayed in the form of a drawing or photograph. Picture dictionaries are useful in a variety of teaching environments, such as teaching a young child about their native language or instructing older students in a foreign language, such as in the Culturally Authentic Pictorial Lexicon. Picture dictionaries are often organized by topic instead of being an alphabetic list of words, and almost always include only a small corpus of words.

A similar but distinct concept is the visual dictionary, which is composed of a series of large, labeled images, allowing the user to find the name of a specific component of a larger object.

In Education system as other fields also establishing information and communication technology and achieving the results.

For example, as the result of not having picture dictionary, based on picture dictionary, in the level of modern requirement and field up with examined information formations of many files are being produced. Putting into practice personals and independent users are giving the information about important words in English and Uzbek.

The purpose and functions of project. As the purpose and functions of project producing picture dictionary have to have several comfort:

1. Picture and text of information having in the picture dictionary;
2. Having picture dictionary many picture files;
3. Creating words for using in everyday life;
4. Creating chance to use all computer devices;

5. Creating chance to using mobile phones;
6. Approving operation system;
7. Creating comfort for independent learners;
8. Producing simple and understandable;
9. Creating information according to the alphabet;
10. Producing chance to copy;
11. Producing technical adaptation;
12. Supporting having many users;
13. Producing information of picture dictionary in Uzbek, Russian and English.

This project serves as a useful information to improve the knowledge of the users.

On the topic of "English and Uzbek pictorial dictionary producing" I carry out experiments and gathered necessary information. Based on gathered information, the content of my qualification work was formed. The content consists of three chapter, in one chapter especially the critical information was created. Pictorial dictionary producing process especially Corel Draw, Adobe Flash the means of program were used. I put these processes in second chapter.

During the project the process of producing the means of multimedia including the following steps:

- According to the project topic several references were studied ;
- According to producing pictorial dictionary, dictionaries were studied ;
- Information base of pictorial dictionary was formed;
- The design of pictorial dictionary was produced;
- The cover of pictorial dictionary was produced;
- The information was created in pictorial dictionary;
- The sections were formed;
- exe file was formed;
- The instruction was produced for users.

Studying given tasks based on project, using studied knowledge and practices during the process of educating at university, with the help and useful advice of my teachers, it is important that produced the pictorial dictionary in English and Uzbek suitable for nowadays requirements of moment.

References

[1] O‘zbekiston Respublikasining "Axborotlashtirish to‘g‘risida"gi Qonuni. 2003 yil 11 dekabr, 560-II-son.

[2] Ro’zimov S.K. Kompyuter savodxonligi.T. «Fan», 2006.

[3] Aripov M.M., Muxammadiyev J.U. Informatika. Informatsion texnologiyalar. Darslik, T, 2006.

[4] Kenjaboyev O., Zamonaviy axborot texnologiyalari. Toshkent, 1999.

[5] http://ziyonet.uz/ - Axborot ta’lim tarmog‘i

F.K. Achilova, Z.Q. Ochilova, M.U. Mamatmuradova

CREATING AN INFO GRAPHICS OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES

(Karshi branch of the Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan)

Nowadays, it is essential to use modern technologies and multimedia in the process of education. It was vital at the development of the state in XXI century. Today it is important to create the way to the modern technologies.

Conducting the first president of the republic of Uzbekistan, I.A.Karimov's Resolution about "The development technologies and resource" under PF-3080 in 2002 and decision of the legal office of Ministers of the republic of Uzbekistan called " the process of creating and developing technologies and communication" "About resource" 561-II 11-august 2003, "Movement of electronic documents" 611-II 29-april 2004, and the first president`s "Process of Developing modern telecommunication-technologies" is considered the steps to develop AKT and spreading technologies into other aspects. In addition, to increase local authorities actions, making the opportunity using all the services the order state and economy control, the process of increasing the communications between manual and juridical people; "Statute and the basely interactive state services register" was accepted.

Educational institutions also in other fields, such as information and communication technologies, as well as those used to improve the quality of education directly to aim results in the country. Including, lack of multimedia technology sufficient visual info graphics based on new technologies, at the level of modern requirements, confirmed and verified data is filled with a large number of files in the development and implementation of the educational process of multimedia systems of independent learning and further research and a better system with the ability to work independently needs of the service.

The aim and missions of final practical work owns such kind of requirements:

- To conduct by info graphic, new modern technologies;
- Owning various files art many forms;
- To make using possibility at any type of computers;
- Possibility placing the system of distance study;
- Possibility using internet system;
- To make using possibility at mobile phone;
- To conduct simple and understandable;
- Pictures at high quality;
- To support operation system;
- To create opportunities for self-learners;
- The final practical work serves for users to increase knowledge and it can be useful recourse creating picture dictionaries.

On the topic “Info graphics of multimedia technologies producing” I came out experiments and gathered necessary information. Based on gathered information, the content of my final practical was shaped. The content consists of them chapter in one chapter especially theoretical information created. In the process of producing info graphics especially. I used Corel Draw means of graphic program. These processes were pried in second chapter.

During article the process of producing info graphics includes the following steps:

- According to the final practical work topic, several literature were studied;
- According to multimedia technologies info graphics were studied
- The data base of info graphics were formed;
- The design of info graphics were produced;
- The photos were produced;
- Text information was created;
- Size was formed;
- Pictorial files were formed;
- Prepared multimedia technologies info graphics was used practice;
- The instructions was produced for users;

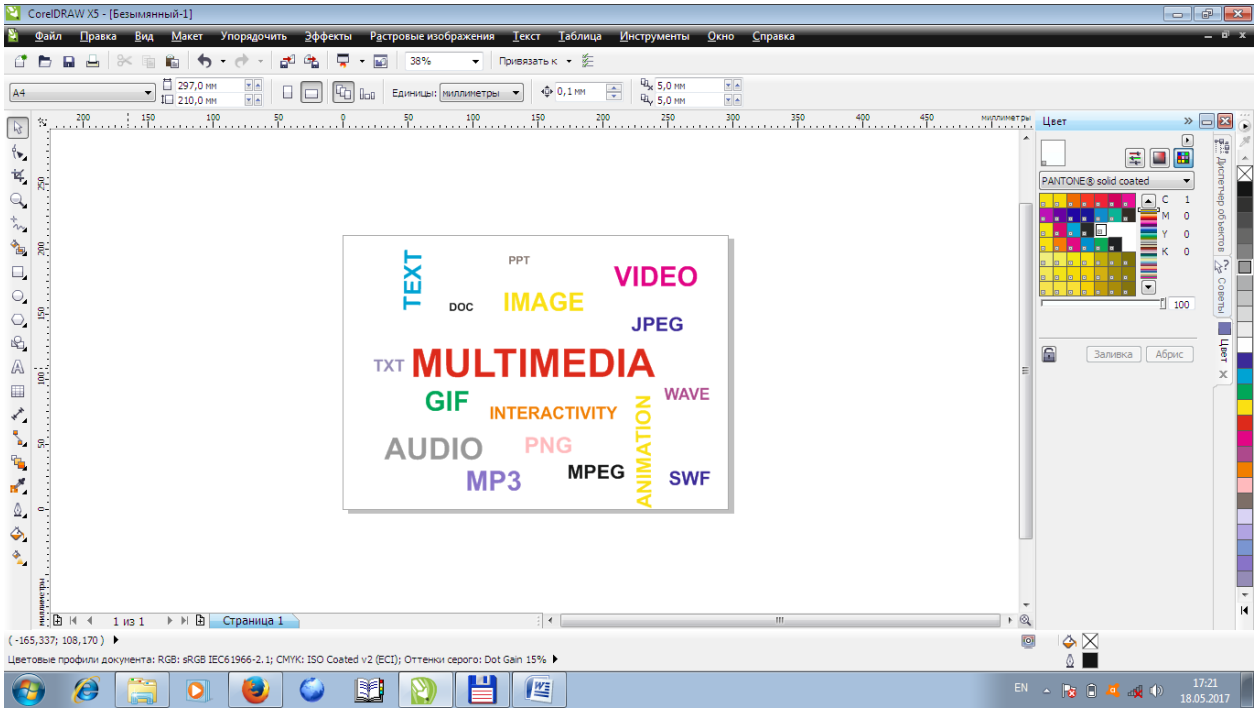


Figure 1. Multimedia info graphics of text style.

Studying given tasks based on article, using studied knowledge and practices during the process of educating at university, and with the help of my teachers and useful advice, it is important that produced multimedia technologies info graphics is suitable for nowadays requirements of moment.

References

[1] O‘zbekiston Respublikasining “Axborotlashtirish to‘g‘risida”gi Qonuni. 2003 yil 11 dekabr, 560-II-son.

[2] Ro'zimov S.K. Kompyuter savodxonligi.T. «Fan», 2006.
[3] Aripov M.M., Muxammadiyev J.U. Informatika. Informatsion texnologiyalar. Darslik, T, 2006.
[4] Kenjaboyev O., Zamonaviy axborot texnologiyalari. Toshkent, 1999.
[5] http://ziyonet.uz/ - Axborot ta'lim tarmog'i

Sh. U. Aktamov, M.A. Toshpulatov, M.T. Payziyeva

THE IMPORTANCE OF SCIENCE AND EDUCATION USING ADVANCED INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGIES (ICT) AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

(Tashkent university of information technologies)

At present, the introduction of information and communication technologies ICT capabilities is a key issue in education in various fields. ICT not only helps us to develop the knowledge and skills of the youth, but also to develop their personality. The role of ICT is also remarkable in the interest of science. The considerations are also mentioned in a number of regulatory documents.

Particular attention was paid to the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan of April 20, 2017 "On measures for further development of the higher education system". Enhances access to higher education institutions with modern information and communication technologies, expanding access of university students, researches to the world education resources electronic catalogs and databases of contemporary scientific literature, 500 million it is planned that more than UZS will be used for the provision of educational and laboratory equipment, furniture and inventory, as well as the creation of laboratory facilities serving all educational institutions for general use and the development of information and communication technologies[4].

In addition, the Strategy for Action 2017-2021 adopted a comprehensive program for the development of higher education. These programs also introduce ICT in the Higher Education system and increase the effectiveness of our educational activities.

We could not do our daily life without modern equipment like TV, radio, mobile phones, computers and tablets. Using them, we can enrich the content of our marriage, and ease our educational responsibilities[5]…

Now, I am thinking of young people, that elementary education is the basis of the world of knowledge in human life. The interest to science in the future is generally the child's first teacher and start is dependent on literacy in the classroom.

[4] April 20, 2017 Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On measures for further development of the higher education system".

[5] Study of the State Program on implementation of the Strategy of Action in the five priority areas of the Republic of Uzbekistan for 2017-2021 at the Year of Communication and Human Interest. Scientifically-methodical brochure T. "Spirituality" 2017-102.p.

As you know today, most modern learners are able to get acquainted with the ICT tools in the family even before they reach the threshold of public education.

They are really born in the age of information and are not yet aware of what happening around them, and they are growing up to date with modern communication devices, computers, and other gadgets that are familiar with their function. The role of the first teacher in shaping the initial capacities of young people to choose the correct information about the information world is crucial. It is also important to include ICT in the process of teaching the learner education, teaching and learning process to ICT for primary education and the teaching of other basic subjects in the curriculum. Teachers of the tertiary education process should have the potential for ICT in order to succeed in meeting the requirements of time. This is one of the urgent tasks of the continuing education system.

In general, the potential of ICT is the ability of a person to have a computer literacy, both in his daily life and in his professional activities. It is no secret that today elementary school student tools and access to computer literacy.

In pursuance of the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan from May 21, 2004 of UP-3431 “On the State National Program for the Development of school Education for 2004-2009” and to radically improve the system of general secondary education, the Cabinet of Ministers on June 9, 2004, to create equal conditions for the education of children through the gradual overhaul of the material base of rural and urban schools, the formation of the educational standards meeting modern requirements, of the Constitution of the Republic of Uzbekistan.

In his speeches, the first President of the Republic of Uzbekistan Islam Abduganiyevich Karimov said, “The future of our country depends on the future of our people on the way to the society of our country, in the first place, our children, first of all, grow and grow into life. We should never forget the truth, and if we are friendly, we are one person in the interests of our people, and nobody will ever win the Uzbek people if we do not go out of our way”.

In the above-mentioned statements, I emphasized the importance of using science with modern ICT and innovative technologies for students.

References

1. April 20, 2017 Decree of the President of the Republic of Uzbekistan “On measures for further development of the higher education system”.
2. Study of the State Program on implementation of the Strategy of Action in the five priority areas of the Republic of Uzbekistan for 2017-2021 at the Year of Communication and Human Interest. Scientifically-methodical brochure T. “Spirituality” 2017-102 p.
3. WWW.Ziyonet.uz
4. WWW.moodle.tuit.uz

U. Karimov, I. Kasimov

THE IMPORTANCE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN DEVELOPMENT OF DISTANCE EDUCATION

(Ferghana branch of Tashkent University
of Information Technologies, Uzbekistan)

Until now there have been made a lot of scientific researches on producing innovation technologies, and applying to education widely, and achieving fruitful results. Besides there is being used modern pedagogical technologies in teaching subjects in all spheres of education, being prepared teaching and methodical manuals.

Distance learning - it is an opportunity to learn in an individual mode, regardless of time and place, the possibility of lifelong learning. In all countries of the world, an increasing number of students studying remotely, increasing the number of universities that use these technologies in the educational process; created a large number of international educational institutions and etc. Modern education - is the integration of content and technology training.

Among the technological means of distance learning are three main groups: case-technology, TV-technology and network technology.

When a case-technology training materials are completed in a special set (case). This set is sent to the student for independent study with occasional reference to the faculty advisors in created for these purposes Training Centers. In particular, this group includes the traditional technology of distance learning. It is believed that with sufficient motivation student is able to self-learn and a considerable amount of material on a wide range of disciplines.

TV-technology, as its name implies, is based on the use of television lectures.

By networking technologies include Internet technology and client-server technology in local area networks. As Internet technology is used to provide Internet training students teaching materials, as well as for the interaction between teachers and students.

Internet - is a convenient and accessible source of diverse information. It opens up new horizons in the information support of science, providing access to information in electronic form, creating fundamentally new resources, forms of organization and direction of research and educational activities. However, the unlimited amount of a wide variety of form and content of public network resources, which do not always meet the requirements of both students and teachers. It turns out that the Internet is not enough high-quality, well-structured and available resources. This issue is becoming increasingly important in self-searching scientific and educational information.

At the same time, online distance learning technology has several significant advantages over the other. It allows you to study on an individual schedule, having regular contact with the teacher, other students and the administration of the training center. Connectivity "many to many" is a fundamental difference between Internet

technology from other distance learning technologies, creating the effect of "presence" and is generated by a phenomenon called "virtual university".

The Internet is an almost perfect technical tool for distance learning. It can deliver up to any student teaching material (textbook, video lectures or demonstrations of the experiment), and even to test. Any training requires a certain organizational and information support. Must have the following components: training center (school) - the organizational structure of distance education; information resources - training courses, reference, methodical and other materials; means of providing distance learning technologies - organizational, technical, and other software; teachers, students.

The main functions that must be met to organize and maintain the proper functioning of the system of distance education: support for training courses; delivery of educational material to students; support of reference materials (library); counseling; control of knowledge; organization of communication students (collective training).

Therefore, for a distance course requires four components that provide the educational process: information resources; means of communication; system testing; system administration.

Provide a means of communication as a process of interaction with the student's training center (in particular, with the teacher) and with other students, which is important.

Means of communication are, as a rule, e-mail and interactive conference. You can use off-line conferencing, built on the basis of e-mail, as well as modern means of on-line communication: ICQ, NetMeeting, and others.

System testing is one of the more important components. It should provide current control, and at the final stage to give an objective assessment of the students on the basis of which the issue of certificates and diplomas. Here is a very important issue of data protection and means of identifying students that do not allow substitution and distortion of the test results.

The most important component of a distance course - Information Resources, which focuses substantial part. Today, the materials on which are e-learning courses, has a multimedia nature - text, images, video, computer animation, music and voice. Therefore, one of the most important tasks is to organize heterogeneous (multimedia) information in the form of a unified information system, which is a training course.

Use as a tool of the Internet and other data transmission systems "bring together" the teacher and students who are away from each other, closer to the traditional distance education, in direct communication with the student teacher, lecturer with the audience, group seminars, proven for centuries. That is why distance learning is often called the form of education of the XXI century.

References

1. WWW. Ziyonet.uz
2. WWW. Lex.uz

A. Karimov, D. Abdurasulova, M. Iminjanov

INNOVATION TECHNOLOGIES IN TEACHING SPECIALTY DISCIPLINES

(Ferghana branch of Tashkent University
of Information Technologies, Uzbekistan)

As we know that at present interactive methods, innovation technologies and information technologies have been on of important tasks in integrating in education and teaching. Because modern technologies help the youth to gain knowledge, to learn independently, to analyze and make conclusions on the knowledge they gained. The announcement of the President of the Republic of Uzbekistan on "Supporting active business, innovation ideas and technologies" encourages every citizen to move actively, to work fruitfully in every sphere.

For over the years of independence the Republic of Uzbekistan has carried out fundamental, structural and substantive reforms that have encompassed all levels of education system and its components, which were aimed at ensuring its compliance with the long-term objectives and interests of the country, modern requirements, as well as international standards. The appropriate legal framework reforming this sector was created, which defined as a priority the growth of investment, as well as the investments in human capital, training of educated and intellectually developed generation, which is the crucial asset and a decisive force in the achievement of democratic development, modernization and renewal, ensuring stable and sustainable growth of the economy.

One of the culminating problem while creating the Democratic society is the change of human's education and thinking. The creation of new type of thinking, will become the principal factor of development which is based on the directions democratic society of the person's place and understanding the role in today's progress. Human is a main wealth in every nation. It can be concluded from this, the primary way of improving nation's wealth and power is to increase the each person's own creative skills. Nowadays the amount of money which are spent on education are just not simple expenses, probably they are considered as investments which bring economical income in a fast rate.

Innovation - is theoretically grounded, focused and practice - oriented innovation. The objectives of the innovative education are:

- Ensuring a high level of intellectual and personal and spiritual development of the student;
- Creation of conditions for mastering the skills they scientific way of thinking;
- Teaching methodology innovations in socio-economic and professional spheres.

Nowadays required to prepare a new professional quality, society needs not just a competent worker, and the expert, capable to self-oriented creative approach to business, with high culture of thinking, multilateral development people.

Many teachers of special subjects now ask, what should be a lesson for modern students with the knowledge of the maximum of what they are given.

We need to teach students how to learn for life, and for that the teacher must be capable of continuous updating of techniques to work with the new generation, to fit in a constantly changing environment, encourage students in their creative approach to the subject, using a variety of non-traditional forms and methods of teaching , innovative technologies.

Particular emphasis is placed on student-oriented technologies - cooperative learning, project-based learning, technology individualization and differentiation, multilevel training. Individualization technology is widely used in conducting training courses with course design, graduation design. Students' progress in the protection course or research projects show performance. Collective learning technology is used during the lessons in the form of workshops, talks, discussions, dialogues as a result of which is the solution of the problem situation to a student, for example, on the railways.

Training is carried out in co-operation during the laboratory and practical works on disciplines special cycle.

Learning is based on binary Stepping organization of cognitive and practical activities of students.

These lessons are lively, emotionally, in an atmosphere of high activity of students and cover material more than one discipline.

Under the prism of innovative technologies change the system checks the students in the knowledge of specialized disciplines. Modern methods of measuring the level of training of students, focused on the use of computer technology (computer testing), and fully meet the realities of the present, provide fundamentally new opportunities, increase the effectiveness of the teacher. A significant advantage of these technologies is that they provide new opportunities and student. Student of the object of study is transformed into a subject of study, consciously involved in the learning process and make their own decisions associated with it. Forte computer test control of knowledge is the ability to capture in the process of testing a large amount of material, and thus get a really broad view of knowledge of the student test that allows you to significantly increase the objectivity, the detail and accuracy of the estimation results of the learning process.

Conducting lessons of special subjects using video, computer presentations - is a powerful incentive to learn. Through these lessons the students become active mental processes: perception, attention, memory, thinking; much more active and quicker arousal of cognitive interest. Information technologies provide information in various forms and thus make the learning process more effective. Saving the time required studying a particular material, the average is 30%, and acquired knowledge stored in the memory is much longer. Thus, the use of ICT in conjunction with the right technology training and create the necessary level of quality of education, variation, differentiation and individualization of learning.

In this regard, the following conclusions and highlight a number of advantages such a lesson in comparison with the ordinary:

- Improves the absorption of new material, as a result of the predominance of Visual thinking students easily perceive the information thus supplied;
- In the course of the students formed spatial and logical thinking;
- Naturally achieved by optimization of the pace of work of students;
- It is possible with the help of computer animation in the classroom to create a problematic situation, resulting in a lesson assumes the character of educational games, and most of the students increases the motivation of educational activity.

Integration of conventional lessons with a computer allows the teacher to shift part of their work on a PC, while making the learning process more interesting, diverse and intense. In particular, it is faster recording process definitions, objectives, and other important parts of the material, because the teacher does not have to repeat the text several times (he brought it to the screen), the student does not have to wait until it is again required him to fragment.

All this shows that the lesson using computer presentations has a higher efficiency compared to a conventional lesson.

The essence of innovative technologies aimed at the formation of skills is precisely to ensure that the students of these problems, in the solution of which they have mastered the techniques of activity.

All of the above leads to the conclusion that the major features innovative learning can be considered:

- Intensive development of the individual student and teacher;
- Democratization of their joint activity and communication;
- Humanization of the educational process;
- Focus on creative teaching and active learning, student initiative in forming themselves as future professionals;
- Modernization of the means, methods, technologies and facilities of learning, contributing to the formation of innovative thinking of the future professional.

In conclusion we can say applying innovation technologies are the main factor of the development of the country. We think that every citizen must be initiative and active in accelerating the process of applying innovation technologies.

References

1. I.Jurayev. Innovation technologies. T., 2006 y.
2. S.Axmadjanov. Pedagocical. Text. T., 2007 y
3. WWW. Referat.uz

R.X. Maxamadov, M.A. Toshpulatov, M.T. Payziyeva

TARGETING THE AFFECTIVE STATE OF STUDENTS STUDYING MATHEMATICS ON A WEB-BASED ILE

(Tashkent university of information technologies)

In this paper, we discuss that diagnosing and taking appropriate action based on students' motivation and effort, as well as other affective characteristics, is an important part of effective ILEs. Acknowledging that a student's affective state is influenced by the environment and didactical situation, we conduct research by employing an already integrated web-based environment, namely walls, which students consider part of the teaching and learning process. The system's use and ongoing evaluation permits more realistic research on affective aspects which will be conducted by employing appropriate motivational theories and student models. Keywords is affective characteristics, modelling effort and performance, mathematics.

Lately, one of the main AIED issues has been intelligent learning environments (ILEs) that would teach and assist learning by targeting not only the cognitive, but also the, affective state of the student. Recent research and relevant literature observes the importance of these aspects. Our focus lies on systems' ability to diagnose and take action based on characteristics such as motivation and effort, in particular for mathematical domains. On the other hand, developing such educational systems is difficult due to the existence of numerous conflicting theories, and the complexity of evaluating them because of the influence of the didactical situation in the way students appreciate and interact with educational software. Particularly for mathematics the influence is stronger because of the importance of the accurate display of notation, the difficulties in inputting answers and the existence of multiple correct answers. All these should neither be neglected nor held as assumptions as they can easily lead to erroneous results. Therefore, we argue that it is better to investigate such issues in a specific context. Conveniently, the first author's occupation and interests involve the development of interactive materials for the teaching of mathematics as additional support to science and engineering students. This group of students is intriguing, mainly because they carry traceable misconceptions from school, they have diverse backgrounds, undertake different degrees and yet they attend the same modules.

To support these students, the School of Mathematics has integrated the web-based environment walls that contains interactive parts (multiple choice/response questions, self-practice questions) and embedded exploratory activities, which employ an adaptation of Dante’s mechanism as described. These provide context sensitive feedback at a text area at the bottom of the browser while students are able to ask for help or what to do next via a help button. The type of help students can get, is currently 'naive' as it has only the ability to suggest material according to predefined goals, prompts students not to abandon a page when they have not completed it, and it is based on several assumptions such as the reason that students ask for help. On

the other hand, particular attention was given during the development of the system to take into account students' needs through iterative pilot tests, careful observations, and students' interviews. For instance, both the feedback frame and the main window use appropriate mathematical notation and students can provide answers using their usual mathematical notation and not linear format which was proven to be confusing for them and obstructed their learning (together with our research in affective aspects as they were often frustrated and demotivated because of that).

Preliminary results and further work is the fact that it is now applied and in constant use makes students value its very existence: support for their studies and not an experiment in which they are called to participate. This allows detailed observations on students behave our and reactions, the evaluation of long-term retention and more realistic results. For brevity we cannot elaborate on the results, which show that the feedback and even the naive suggestions are closely followed by most of the students perceiving it as additional support during their interaction, but rather emphasize the fact that the logging facilities of walls permit detailed analysis of students' interactions, which often involve actions that might not have been taken in a strictly controlled experiment. These observations will facilitate further research on how to model effort, performance and generally their interaction with the system. Of course disentangling effort from the rest of the affective characteristics is a rather difficult task. Therefore, as a general framework, we propose to use de Vicente's model and aspects of the planner described to regulate the instruction. In addition, in order to be able to evaluate the system in reality, it will be enhanced with a model that takes into account cognitive aspects and students abilities. For instance, Active Math's student model fits particularly this description (especially since its designed for mathematical domains) and considering its usefulness as a framework we have already attempted to incorporate aspects of its API. The results from our preliminary data could inform the design of a "diagnose" of effort, performance or other characteristics (such as sensory interest). This analysis will be improved by a qualitative study to investigate what students perceive of their interaction. The latter, in conjunction with the paradigm where experts were questioned about students' interaction should inform further the design of a motivational component and the actions the system should take but also result to some insight into issues related to mathematics education where affective aspects are often neglected.

M.R. Khalikova

THE NEW METHODS OF TEACHING ENGLISH

(TUIT Karshi branch. Uzbekistan)

There are many methods of teaching languages. Some have had their heyday and have fallen into relative obscurity; others are widely used now; still others have a small following, but contribute insights that may be absorbed into the generally accepted mix.

The grammar translation method instructs students in grammar, and provides vocabulary with direct translations to memorize. It was the predominant method in Europe in the 19th century. Most instructors now acknowledge that this method is ineffective by itself. It is now most commonly used in the traditional instruction of the classical languages.

At school, the teaching of grammar consists of a process of training in the rules of a language which must make it possible to all the students to correctly express their opinion, to understand the remarks which are addressed to them and to analyze the texts which they read. The objective is that by the time they leave college, the pupil controls the tools of the language which are the vocabulary, grammar and the orthography, to be able to read, understand and write texts in various contexts. The teaching of grammar examines the texts, and develops awareness that language constitutes a system which can be analyzed. This knowledge is acquired gradually, by traversing the facts of language and the syntactic mechanisms, going from simplest to the most complex. The exercises according to the program of the course must untiringly be practiced to allow the assimilation of the rules stated in the course. That supposes that the teacher corrects the exercises. The pupil can follow his progress in practicing the language by comparing his results. Thus can he adapt the grammatical rules and control little by little the internal logic of the syntactic system. The grammatical analysis of sentences constitutes the objective of the teaching of grammar at the school. Its practice makes it possible to recognize a text as a coherent whole and conditions the training of a foreign language. Grammatical terminology serves this objective. Grammar makes it possible for each one to understand how the mother tongue functions, in order to give him the capacity to communicate its thought.

The direct method, sometimes also called natural method, is a method that refrains from using the learners' native language and just uses the target language. It was established in Germany and France around 1900. The direct method operates on the idea that second language learning must be an imitation of first language learning, as this is the natural way humans learn any language - a child never relies on another language to learn its first language, and thus the mother tongue is not necessary to learn a foreign language. This method places great stress on correct pronunciation and the target language from outset. It advocates teaching of oral skills at the expense of every traditional aim of language teaching.

According to this method, printed language and text must be kept away from second language learner for as long as possible, just as a first language learner does not use printed word until he has good grasp of speech.

Learning of writing and spelling should be delayed until after the printed word has been introduced, and grammar and translation should also be avoided because this would involve the application of the learner's first language. All above items must be avoided because they hinder the acquisition of a good oral proficiency.

The audio-lingual method has students listen to or view recordings of language models acting in situations. Students practice with a variety of drills, and the instructor emphasizes the use of the target language at all times. The audio-lingual method was used by the United States Army for "crash" instruction in foreign languages dur-

ing World War II. Due to weaknesses in performance, audio-lingual methods are rarely the primary method of instruction today.

Communicative language teaching (CLT) is an approach to the teaching of languages that emphasizes interaction as both the means and the ultimate goal of learning a language. Despite a number of criticisms, it continues to be popular, particularly in Europe, where constructivist views on language learning and education in general dominate academic discourse.

In recent years, Task-based language learning (TBLL), also known as task-based language teaching (TBLT) or task-based instruction (TBI), has grown steadily in popularity. TBLL is a further refinement of the CLT approach, emphasizing the successful completion of tasks as both the organizing feature and the basis for assessment of language instruction.

Language immersion puts students in a situation where they must use a foreign language, whether or not they know it. This creates fluency, but not accuracy of usage. French-language immersion programs are common in Canada in the state school system as part of the drive towards bilingualism.

Paul Rowe's minimalist/methodist approach. This new approach is underpinned with Paul Nation's three actions of successful ESL teachers.[citation needed] Initially it was written specifically for unqualified, inexperienced people teaching in EFL situations. However, experienced language teachers are also responding positively to its simplicity.

Language items are usually provided using flashcards. There is a focus on language-in-context and multi-functional practices.

Directed practice has students repeat phrases. This method is used by U.S. diplomatic courses. It can quickly provide a phrasebook-type knowledge of the language. Within these limits, the student's usage is accurate and precise. However the student's choice of what to say is not flexible.

Code switching, that is, changing between languages at some point in a sentence or utterance, is a commonly used communication strategy among language learners and bilinguals. While traditional methods of formal instruction often discourage code switching, students, especially those placed in a language immersion situation, often use it. If viewed as a learning strategy, wherein the student uses the target language as much as possible but reverts to their native language for any element of an utterance that they are unable to produce in the target language, then it has the advantages that it encourages fluency development and motivation and a sense of accomplishment by enabling the student to discuss topics of interest to him or her early in the learning process -- before requisite vocabulary has been memorized. It is particularly effective for students whose native language is English, due to the high probability of a simple English word or short phrase being understood by the conversational partner.

Blended learning combines face-to-face teaching with distance education, frequently electronic, either computer-based or web-based. It has been a major growth point in the ELT (English Language Teaching) industry over the last ten years. Some people, though, use the phrase 'Blended Learning' to refer to learning taking

place while the focus is on other activities. For example, playing a card game that requires calling for cards may allow blended learning of numbers (1 to 10).

Tutoring by a native speaker can be one of the most effective ways of learning. However, it requires a skilled, motivated native tutor, which can be a rare, expensive commodity. That tutor may draw on one or several of the above methods. New online offerings allow for language tutoring over the internet.

References

1. Betty Shrampfer Azar. Understanding and using. English grammar. 2002 y.

O.V. Porubay, M.V. Lazareva

TEACHING PROGRAMMING IN HIGHER EDUCATION USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

(Fergana Branch of Tashkent University of Information Technology named after Muhammad Al-Khorazmi)

Introduction

The actual problem of today's education is preparation of individual, freely adaptable enough in today's complex world, able to realize their interests, abilities, and claimed to be useful in modern life. The most important role in this matter is given to enhance the cognitive activity, development of creative abilities of students, which is one of the conditions for their successful socialization. Future demands from today's students a wealth of knowledge in the field of information and communication technologies. Already proposed jobs require quite a considerable amount of computer knowledge, and this volume is growing, expanded and updated. Students should acquire the necessary skills in the application of information and communication technologies, as they penetrate deeper into our lives. Information and communication technologies are having an increasing impact on all spheres of human activity. The use of such technologies in education can improve the performance of teachers and students enhance the effectiveness of teaching and learning. Such knowledge includes the ability to work with information to solve common information tasks with the help of modern public information resources (tools and resources). The learning process is largely based on the information. Information processing and communication have always been and remain the main types of training activities.

One of the major challenges facing education is mastering studying information and communication technologies to develop skills to work with information. It is obvious that, using only traditional training methods can not solve this problem. Therefore, in the present time, there is the need to organize the learning process based on modern information and communication technologies, where the sources of information are increasingly using electronic means. Another argument in favor of the use of information technology in the learning process is fast and efficient control of knowledge of students. This form allows you to submit the material as a system of

support images of bright, full of structured information in a comprehensive algorithmic order. In this case, different channels are utilized enrolled perception that enables information not only to lay to the facts, but in the form of an associative memory of students.

The purpose of the task

In the USSR, the training of engineers in many universities was mostly reported some theoretical information and decision training, that is formalized, task - design of products or parts of products based on this information. Currently relevant to this issue has changed, and the preparation of software engineers is very specific, since programming is a key tool for the development themselves information and communication technologies, which allows to penetrate task deeper into all spheres of human activity. I understand the need for serious practice and produce a certain experience. The activity cannot be a programmer to start "from scratch". This part use pre-engineered, and its work with a prototype or a stranger. In addition, the work of such expert is searching for information, testing and test changes. Therefore, the main task of teaching these subjects is the training of specialists even with a modest, but the experience and actual results obtained by them. The conclusion is:

It requires a close relationship between the university and industry, various research institutes and design bureaus of various kinds.

In my opinion, teaching programming teaches the student to search for information, to the interaction with colleagues (including with specialists in other areas), to the construction of formal models of real events and situations to work with prototypes and blocks (program libraries), testing (testing) and time-consuming finding and fixing errors. Therefore, it can be useful in the preparation of all experts and engineers, and scientists. And in all areas, since the skills listed are common. Of course, it must be sufficiently specific training program. On the one hand, it should be based on the appropriate level of thinking, psychology and motivation of students, on the other hand, it should give more practical training, and for a limited time. The training aimed at the development is general engineering and general scientific skills - searching for information, interaction with colleagues, building models, prototypes and working with blocks, testing, finding and fixing bugs.

But there is another important point to be considered. By studying the different software products, the student sometimes not even think about how to make these software products, by what means, how they function. That is, various information technologies are a kind of "black box" in the understanding of the student. It is known that the effective use of any means of processing material (e.g, any tools) need to know how it is arranged and from which it is made. Then we can know exactly where and how this tool can be used, it is possible to understand the patterns of use of the funds to the correct job quickly and competently to solve these problems. When using information technologies also need to first explain how, for what purpose and by what means this technology is made; only then can we talk about the efficient use of the proposed package, which is based on an understanding of the principles of, the laws of creation and, consequently, the rules of use. Only a systematic approach to the study is able to form a coherent picture of the world.

Equipping educational system information and communication technologies is one of the tasks of modernization of the higher education system. This system is built into the online world, close to the growing needs of the country's economic development. Variability of content, organizational forms, methods of training, depending on the cognitive needs, interests and abilities of students is important at all stages.

Function module

Research in this area led to the conclusion that weakest students have time to do a little bit using a new information and communication technologies, but get satisfaction from their academic work. Strong students have the opportunity, without waiting for the comrades to take the initiative and go deeper in the search operation. A big helper in this matter may become the electronic whiteboard. Students can see a large color images, visual program, the process of programming all stages of preparation, inspection programs and the result of the program. When using a conventional interactive whiteboard lesson becomes more spectacular, more dynamic lesson, opens the possibility of video-action and video interaction. Students can immediately show the work of the program, the results achieved and to ask questions. The teacher can draw attention to the different sections of the program, show alternatives, explain the unclear point, compare the work of the various options and to carry out comparative analysis. At the same teacher, using minimal effort on their part, may reside in the information field of any industry. Clearly shows all the positive aspects of the conduct of the activity:

Increases the motivation of students to educational activity, there is a revitalization of training, expanding possibilities of differentiation and individualization of the learning process, it is possible to obtain an independent learners additional knowledge.

The introduction of information and communication technologies in the learning process the following problems occur:

• transformation of the training course for its computerization;

• organization of educational process with the use of a computer;

• by what means, and how to control knowledge, assess the level of consolidation of skills and abilities;

• What information and communication technologies used for the realization of pedagogical and didactic problems.

When teaching the disciplines of programming, all these problems in connection with the specifics of subjects addressed in one way or another. Any programming is closely connected with the computer and uses it. The learning process itself is unthinkable without the use of a computer. Control lucid and clear - the work programs and the results obtained; fixing the level of skills and knowledge - and the level of complexity of the program. Teacher provides learning process by using materials which are called means of education. And one of the means of teaching programming (a conclusion suggests itself) - a computer. The same computer is an essential part of information and communication technologies.

Electronic textbooks promote them thoroughly and in detail to provide learning material, breaking it into small blocks, with optimum information richness and clari-

ty, and to combine this division into small blocks structuring. In addition, online tutorials allow you to use features not available in the usual poster - is the animation of individual elements, the use of audio and video elements. And again - the discipline of programming are perfectly combined with e-learning aids, because they themselves are the product of programming: a clear demonstration of the modules and parts of the program, the possibility of multiple repetition, each time minor changes.

This processes of change in the system of education linked, in addition, with the introduction of new technologies of education. Along with the traditional education system and successfully developed a new form of education - distance. Distance learning, maintaining educational technology, methods, forms. It means of traditional training, extensive use of arrays of educational Internet, information and communication technologies. Disciplines programming well with this form - in fact the result of the program need to get yourself trained, you can ask questions, clarify unclear point. In the Internet a lot of different forums of programmers to help overcome the problem, consider this situation.

Conclusion

Summarizing all the above, conclusions can be drawn:

The student must master the complex knowledge, skills and abilities to develop those personal qualities that will ensure the successful implementation of professional tasks and comfortable functioning in the information society, in which information is crucial efficiency.

It is necessary to increase the level of training by improving learning technologies and the widespread introduction in the educational process of e-learning tools and technologies, interactive learning, providing access to new sources of knowledge and conduct operational control of mastering the material students. For the development of these areas using modern information technology, by which creates informational and educational environment on the basis of which the remote learning and educational management in general. Programming itself is already part of these areas. The student ceases to be a passive listener and engage in active cognitive activity, and the teacher becomes the coordinator of the educational process.

Information and communication technologies play an increasingly important role in human society. They penetrated into all areas of activity. To service the public needs in the automation of labor, storage, communications and other fields, developing and programming. If before the programming was used only to create programs for the automation of computing processes, but nowadays they are used for different tasks, and the implementation of various projects.

References

1. Chernov A.A. Ctanovlenie globalnogo informatsionnogo obschestva: problemyi i perspektivyi. – M.: Izdatelsko-torgovaya korporatsiya "Dashkov i K°", 2003. – 232 s.

2. Dyakonov V.P. Intel. Noveyshie informatsionnyie tehnologii. Dostizheniya i lyudi. - M.: Izd-vo "SOLON-Press", 2012. - 416 s.

3. Kernigan B., Ritchi D. Yazyik programmirovaniya S. 2-e izdanie. : Per. s angl. — M.: Izdatelskiy dom "Vilyame", 2009. — 304 s.: il. — Paral. tit. angl. ISBN 978-5-8459- 0891-9 (rus.) ISBN 0-13-110362-8 (angl.)

4. Uilson Metyu. C. Prakticheskiy podhod k resheniyu problem programmirovaniya. Kudits-Obraz, 2006. - 736 str. ISBN: 5-91136-006-3.

5. Zhukova E.L. Elementyi analiza uchebnyih zanyatiy s primeneniem informatsionnyih tehnologiy. [Elektronnyiy resurs] – rezhim dostupa: http://ito.edu.ru/2006/Rostov/V/V-0-10.html

O.V. Porubay, M.V. Lazareva

VIRTUAL LABORATORY AS A MEANS OF IMPROVING THE QUALITY AND EFFECTIVENESS OF EDUCATION STUDENTS IN HIGHER EDUCATION

(Fergana Branch of Tashkent University of Information Technology named after Muhammad Al-Khorazmi)

Introduction

At present, the computer plays a particularly active role in training: from a means used only for classes in computer science, computer turns into an assistant lecturer in lectures, seminars, practical and laboratory classes.

The use of computers in teaching allows you to:

• activate the cognitive activity, to reach a higher level of perception and learning. The perception of the unusual and bright quality of information contributes to the formation of interest in the subject, the desire for self-learning, provides the basis for development;

• implement the ideas of individual approach in the learning process;

• prepare students for active work in modern conditions;

• assist teachers in organizing proper monitoring, provide an objective assessment of students;

• to create conditions for the development of creativity, logical thinking, memory. Maintain a dialogue with the computer requires students the ability to analyze, to take independent decisions, as well as care and accuracy.

Since the introduction of computer technology in education is an objective and inevitable process, which is the result of scientific and technical progress, the problem of virtualization training as a means of implementation of this is really important.

In today's world, the educational process becomes more effective when using interactive, multimedia rich educational resources to ensure active learning methods. Well these requirements correspond to educational resources and virtual reality systems. In my opinion, an example of such electronic resources are virtual labs that can simulate the behavior of real-world objects in a computer learning environment and help students acquire new knowledge and skills in science and natural sciences, such as chemistry, physics, mathematics, computer science, biology.

Applications of information technology in education depend on the specifics of a particular discipline, as well as the level of technical and programmatic support to the course.

One of the types of software used in the preparation of students in various specialties are simulation and modeling software tools.

Virtual Labs allowing to simulate the behavior of real-world objects in a computer learning environment and providing assistance to students in independent mastering new knowledge and skills to attract attention of educators. According to many professionals working in this direction, the virtual laboratory is an "integrated information environment, including training, educational, practical, reference, control and training, and test and control materials."

Under the virtual laboratory is meant a set of programs or software and hardware, as well as a set of documentation for their use, allowing to carry out the experiment completely or partly on a mathematical model.

The purpose of the task

The combination of virtual reality and makes extensive use of students and help the scientific literature, teaches to think independently and make decisions, encourages self-education and allows you to discover their creative potential.

One of the goals of the virtual labs - the desire for a comprehensive visualization of the processes under study, and one of the main tasks - to provide opportunities to prepare the student to the most complete perception and understanding of their essence.

Virtual laboratories help to enhance the visibility, interactivity, as well as the formation of cognitive and creative activity of students.

Virtual lab can simulate objects and processes of the world, to provide access to real laboratory equipment.

Simulation of electronic devices in the computer lab or at home, and visualization of the results in the form of charts, graphs, characteristics, indications of virtual instruments contributes to a better understanding of the subject. Experiments on models complement and extend the real physical experiments, t. To. Enable us to investigate the situation intolerable for the navigation tests, allowing a deeper grasp of the essence.

It should be noted the economic efficiency of simulation and modeling software.

Function module

The main objectives of the virtual computer lab, in my opinion, are:

• development of complex corporate and other software, to carry out its task of creating a cycle of virtual servers: Deploy and configure the software, as well as its use in problem-oriented practical examples to form professional competence and develop a constructive, analytical and systematic thinking of students;

• organization of research projects involving the potential of leading IT companies;

• practical implementation of the educational process of the University of public products and information technologies at IBM, provided the school / university with-

in the framework of academic initiatives for core subjects / specialties and areas of training graduates. This area has been successfully tested by teachers of our university;

• case studies within seminars. This area was used by me in the direction of preparing students "Information Technology" in subjects "Multimedia Systems and Technologies", and "Digital Image Processing";

• allowing the remote use of enterprise software and other software used in the educational process, for self;

• Conduct training to improve skills;

• preparing pupils, students and post-graduate students to participate in presentations at conferences and competitions at various levels with the publication of the results of scientific research.

The use of virtual labs enables:

• initiate a large enough interest among the students, along with available to them;

• enhance the effectiveness of the training sessions, the assimilation of educational materials, as well as the effectiveness of training as a whole;

• reduce the time spent on preparation for classes;

• demonstrate during class experiments that can not be put in real life;

• organize an individual approach to the student.

Working in a virtual lab allows no large material costs to complete any decisions to select the optimal path, and then implement it.

Stressing the benefits of a virtual laboratory, we can assume that this means that "significantly reduces the time to develop teaching materials and to focus on the study of the theory and methods of analysis of the results." Having studied the pedagogical literature on this issue, I can say that virtual information and educational laboratory:

• used as an effective learning tool, not replacing any of the teacher in the learning process, providing for the student the freedom to choose the pace and path of learning with elements of self-learning and self-control;

• combines the advantages of a good tutorial with computer capabilities, making it possible to store large amounts of information, clarity, a combination of text, graphics, audio and video information.

The main advantages of laboratory tasks in a virtual laboratory include:

• illustrations and confirmation of the validity of the studied laws;

• the possibility of self-assembly schemes, the calculation of the parameters and monitoring processes;

• ensuring complete safety of the experiments, and clean air in the classroom;

• the possibility of individual performance tests, which can not but affect the development of independence of pupils, their design skills and technical ingenuity;

• implementation of virtual labs during class time eliminates the barrier between the theoretical and practical sessions, thereby increasing the efficiency and quality of training, activization of independent informative activity of students;

• Information and educational virtual laboratory provides wide opportunities in the experiments the research nature, which allow to use them as a supplement to the real laboratory facilities in certain, methodically justified situations;

• computer laboratory provides students personal experience in dealing with unusual and problematic situations.

Conclusion

The main value of the virtual labs is its substantive content. Excellent navigation, color palette, fast loading and high reliability of the virtual experiments are only auxiliary elements transfer and adaptation of knowledge. Virtual labs are "empty table", in which a student with special instruments can create lab facilities, arrange them as necessary to each other, to establish links between objects, set their initial values. In fact, a laboratory can create virtual based on the same laboratory module different interactive model.

Thus, the virtual process in today's secondary education is directed to the use of a rich pedagogical potential of traditional training provided transferring it to a new level - the level of virtual computing. In addition, the study of new areas of knowledge through educational simulations in a virtual information-educational laboratory the students activated self-employment in the knowledge of the phenomena of the world, forming the ability to independently find solutions to emerging problems in the process of life, readiness to apply this knowledge in practice. Consequently, the use of virtual laboratories, contributing to the development of independence of pupils, is an integral part of the success in the implementation strategy of the electronic educational computer products.

References

1. Gurina N.A., Medvedeva O.A. Virtualnaya informatsionno-obrazovatelnaya laboratoriya kak sredstvo razvitiya samostoyatelnosti shkolnikov // Informatika i obrazovanie, #3, 2007.

2. Krasnyanskiy M.N. Razrabotka shkolnyih virtualnyih laboratoriy na baze sredyi programmirovaniya LabVIEW //Uchebno-metodicheskoe posobie, 2007.

3. Mihaylov V.Yu., Gostev V.M., Kugurakova V.V., Chugunov V.A. Virtualnaya laboratoriya kak sredstvo obespecheniya kollektivnoy nauchno-metodicheskoy rabotyi. // Sb. trudov XII mezhdunarodnoy konferentsii «ITO-2002». M.: Prospekt, 2002.

4. Morozov M.N., Tanakov A.I., Gerasimov A.V., Byistrov D.A., Tsvirko V.E. Razrabotka virtualnoy himicheskoy laboratorii dlya shkolnogo obrazovaniya // Mariyskiy gosudarstvennyiy tehnicheskiy universitet, Yoshkar-Ola, Rossiya, 2005.

5. Yakushkina A.A., Alekseeva E.V. Virtualnyie laboratorii. // Voprosyi informatizatsii obrazovaniya, #7, 2005.

Sh.J. Xolmatov

DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN MODERN PRODUCTION AND FORMATION OF SOCIAL ACTIVE PERSON

(Ferghana branch of Tashkent University of Information Technologies, Uzbekistan)

One of the culminating problem while creating the Democratic society is the change of human's education and thinking. The creation of new type of thinking, will become the principal factor of development which is based on the directions democratic society of the person's place and understanding the role in today's progress. Human is a main wealth in every nation. It can be concluded from this, the primary way of improving nation's wealth and power is to increase the each person's own creative skills. Nowadays the amount of money which are spent on education are just not simple expenses, probably they are considered as investments which bring economical income in a fast rate.

According to the prediction of scholars, in 21st century there will be vast invention's epoch in the following spheres, humanity, notably psychology, pedagogy, humanitarian and social subjects. This process discovers the new knowledges about person's reserve, hidden and blur capabailities for us. So, there will be change in person and his education, nurture and the meaning of education.

These days one of the most important task is connected with the globalization and the development of information communications. "Globalization at first is the acceleration of life pictures. As every social event has advantageous and disadvantageous side, globalization process is not an exception".[6]

It is important to note that, Globalization has very wide meaning as a scientific, scientific and philosophical, lifestyle. From general point of view, this entirely new process with the new sort of meaning of social – political and natural – biological origination of global environment at the same time, current national and local problems are beginning to change to the level of Global village's challenge.

Nowadays, globalization process is being seen obviously in information arena. Notably, information is going on with the help of globalization which are extremely connected.

"At this moment the global tendension of event and processes in the world leads to improvement in impact between one another among nations and countries. In today's world look through the mankind history from another perspective like civilization processes, different types and levels of them takes the higher position"[7]. Actions in the modern information arena are so fast that, it is impossible to look at simply, the event has been occurred very far from here, we do not have contact. According to the politicians, Globalization is a improvement of dependence, relationship of whole zones and even economical integration of continents as well as production and exchange in all nations. Today it is impossible to imagine any nation's prosperity without information technologies.

The definition of technology has been entered to science in 1872 with the same pace of technological prosperity. Technology means from Greece techne – art, logos

[6] I.Karimov. Lofty spiritual is an insurmountable strength. Tashkent, "Manaviat", 2008 year, 24-page

[7] M.Nazarov and so on. Training of educational perfection and national idea of youth. T., 2010 year, 23-page

– skill. "Technology" term has been developed and revolutionized in every period by keeping its uniqueness. "Pedagogic technique" can be understood as a pedagogic mastery, skill in education process. It can be any activity or technique, or art. Art is based on inner feeling, technology is based on science.

Upbringing – education process is first of all "development" and "maturing". If we pay attention to those meanings "development" is a change, whereas "change" is seen in every person's life in a positive or negative way. Moreover "development" term of course belongs to human's all life activity, notably includes distance from cradle to grave. "Maturing" – is a development of education under the outer environment influence, notably social environment, family or exact social group. The development of person is scrutinized during his lifestyle, whereas maturing takes its place by first step of its life activity. So that, the most crucial side of education process is a "person formation".

It is also interesting to note that, social activism is a characteristic that every person has. Because person is a social conscious creature. All human characteristics in person are mainly developed and educated with the help of social factors. Because of the discrepancy of different social factors which have impact on person, social activist also finds himself in its whole universe.

It is obvious that, social activism is a wide ranged concept, it is explained as following: it is a role of every person's life and existence, social reality, the change which is seen in it, attitude towards news. The comprehension of factors of developing and educating of social avtivism is done by pedagogy, psychology and social subjects. It can be said from this, social activism is a philosophical as well as sociological problem.

According to the sociological and psychological researches, social avtivism in person is based on understanding himself and management over himself. From this can be concluded, understanding himself and management over himself at the same time explain the educational perfect in person as well as healthy lifestyle. So that, understanding himself, management over himself, person and society prosperity.

The origination of human personality is a rare sociological news. In that case, the prize proportionality between family and society is the intellectual prize of socity. It is true that, after being developed of social person he will be indeed for understanding himself and for educating. For person understanding his responsibility before the society, parents and community plays great role. After forming person's personality, there will work powerful mechanism which controls it's the effect of social environment and which develops itself.

Originating social active person and using new methods and equipments by using information communication, in the usage of pedagogical techniques.

In that case there should be realized the following tasks:

- Active person's main character –knowing foreign languages;
- Materials which are being taken from the Internet should be separated whether it is right or wrong;
- Pay attention to teacher's activity;
- It would be better to use new interactive method, pedagogical techniques in the lesson.

According to rules of the Republic of Uzbekistan Constitution

- In the education accomplishment of youth, the role of our great ancestors in education-upbringing methods and footages about them is very high.

References

1. I.Karimov. Lofty spiritual is an insurmountable strength. Tashkent, “Manaviat”, 2008 year.
2. M.Nazarov and so on. Training of educational perfection and national idea of youth. T., 2010 year.

Н.Э. Абдурахимова, А.К. Мирзаахмедова

МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

(Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта, Ташкент)

Укрепление сотрудничества Республики Узбекистан с развитыми странами происходит во всех сферах, в том числе и образовательной. Последняя предусматривает в целях совершенствования образовательно-воспитательного процесса, повышения его эффективности и использование современных учебно-технических средств. Основными задачами обучения современности являются: обеспечение преемственности и последовательности звеньев непрерывного образования, обновление содержания образования по учебным дисциплинам, внедрение в учебный процесс обновленных государственных образовательных стандартов и модернизированных учебных программ. А также воспитание будущих учителей в духе национальных и общечеловеческих ценностей, подготовка к последующему воспитательному процессу, демократизация и гуманизация педагогических отношений в высших педагогических образовательных учреждениях, формирование и развитие методической подготовки будущих учителей математики в духе современных требований.

Система профессиональной подготовки специалиста в педвузе сильно зависит от сущности предстоящей сферы его профессиональной деятельности, для которой осуществляется подготовка специалиста. Процесс преподавания математики в средних специальных и профессиональных образовательных учреждениях республики является такого рода областью, т.к. преподавателю математики приходится работать в подобной среде.

Происходят серьезные изменения в содержании математического образования в средних общеобразовательных школах и средних специальных профессиональных образовательных учреждениях нашей страны. Масштабы этих изменений так велики, что они в корне меняют представления о деятельности преподавателя математики и выдвигают все новые требования к его подготовке.

Когда говорят о подготовке преподавателя математики, прежде всего, имеется в виду его образовательный аспект. Несмотря на это, необходимо отметить, что подготовка преподавателя в сфере профессиональной педагогической деятельности не менее важна, чем подготовка по математической дисциплине в целом. Иными словами, подготовка преподавателя математики – обучение, направленное на будущую профессиональную деятельность, в которой в равной мере значимы как образование, так и профессиональный аспект. В высшем образовательном заведении подготовка преподавателя математики осуществляется по трем основным направлениям: общекультурному, интеллектуальному и по предметному материалу (математике). Кроме того, обязательна общая психолого-педагогическая подготовка. На последних курсах осуществляется методическая подготовка к деятельности преподавателя математики в общеобразовательных школах и средних специальных профессиональных образовательных учреждениях на профессиональном уровне. Данное направление подготовки преподавателя принято называть методическим.

В настоящее время в высших педагогических образовательных учреждениях методическая подготовка преподавателя математики – это целенаправленный, организованный учебный процесс, направленный на усвоение теоретических и прикладных основ преподавания математики, психолого-педагогических знаний, практических навыков и умений.

Общие направления системы методической подготовки преподавателя математики в вузах нужно привести в соответствие с новыми направлениями современного специального математического образования в общеобразовательных школах и средних специальных профессиональных образовательных учреждениях.

Студенты и выпускники сталкиваются с рядом трудностей в применении соответствующей методики к различным ситуациям в преподавании математики в современной школе, среднем специальном образовательном учреждении (в частности, в дифференциации учащихся по их одаренности и уровню). Не достаточно овладевают они и навыками проектирования занятия, т.е. математического содержания. Внедрение инновационных методов в процесс преподавания требует от них особой активности. Студенты выпускных курсов, подчеркивая важность как математической, так и профессионально-методической подготовки, особо отмечают важность знания психологических аспектов преподавания математики, способов объяснения нового материала и решения задач, организации учебно-познавательной деятельности учащихся на занятиях.

Анализ результатов методической подготовленности будущих преподавателей математики в педагогических вузах позволил определить актуальные и востребованные компоненты системы математического образования средних специальных профессиональных образовательных учреждений, которые необходимо формировать у выпускников.

Модернизация математического образования требует совершенствования учебников математики, форм и методов её преподавания. Это, в свою очередь, предусматривает совершенствование вузовского курса методики преподавания

математики, форм, методов и средств занятий, которые студенты должны усвоить.

Для этого необходимо определить следующие общие методические навыки, которые необходимо формировать у будущего преподавателя математики:

- знание и умение применять на уроках математики научных методов, как анализ материала урока с методической точки зрения, синтез, абстрагирование, обобщение, сравнение, сопоставление, индукция, дедукция, наблюдения;

- умение анализировать основные понятия, содержания тем и логической структуры курса математики;

- умение правильно подбирать строгую научную степень изложения нового материала; - научить учащихся работать с учебником математики;

- умение предвидеть возможные затруднения в изучении учащимися конкретной темы и организовать работу по их устранению;

- умение выделить и систематизировать важное в изучаемом материале;

- уметь классифицировать учебные задачи, выбранные для решения на уроке.

Одним из важнейших из перечисленных умений является классификация учебных задач, выбранных для решения на уроке, и объяснение в доступной форме с учетом индивидуальных и возрастных особенностей учащихся.

Подобные задачи можно классифицировать следующим образом:

а) задачи, в решении которых преобладает синтез, т.е. решение задачи сводится к получению самых простых результатов из её условия. Обычно, это самые простые задачи, их относят к уровню минимального планирования результатов обучения;

б) задачи, решения которых начинается непосредственно с применения метода «анализа», т.е. учащиеся начинают с установления причин (фактов), которые необходимо доказать. В решении подобных задач обязательно присутствует синтезирующая деятельность;

в) часто приходится решать задачи, где требуется сначала синтез, затем анализ, затем снова синтез (такой синтез может повторяться). Решение подобных задач принято называть аналитико-синтетической деятельностью. В ситуациях а) и б) также выполняется подобная деятельность, однако там по причине преобладания анализа или синтеза их называют соответственно «аналитической» или «синтетической».

Одним из основных факторов, влияющих на успешное усвоение учащимися учебного материала, является адекватность методики изучения проблемы эмпирическому и теоретическому развитию. Степень развития теоретического мышления определяет оптимальный уровень строгости в изложении материала. Нарушение этого соответствия оказывает отрицательное влияние, как на результаты обучения, так и на развитие мышления учащихся.

Из сказанного выше следует, что при планировании материала, который должны усвоить учащиеся, преподаватель должен индивидуализировать количество выполняемых заданий и задач.

Преподаватель математики, исходя из возможностей, способностей и потребностей учащихся, должен четко представлять объем и содержание теоретических знаний.

«Цепь новой информации», связанная с основными математическими понятиями и их свойствами служит основой изучения теоретического содержания курса математики.

Вместе с тем, трудно сказать, что будущий преподаватель, прочитав учебник, может сразу уловить эту «цепь», и учесть идею непрерывной дифференциации. Усвоение подобных «цепей» означает интересы и одаренность учащегося, а для преподавателя – степень его грамотности. Основная функция математических задач, решаемых в общеобразовательной школе и среднем специальном профессиональном образовательном учреждении – развитие сознания учащихся, прочное усвоение основ математических знаний и формирование навыков сознательного применения их в учебной практике. Поэтому необходимо, прежде всего, выбрать соответствующие программе задачи и теоретический материал, необходимый для его решения.

Задачи, содержащие новую информацию можно разделить на несколько видов. Первый вид – задачи, которые можно решать параллельно с изучением основного материала, для их решения введение дополнительного теоретического материала или новых методов не требуется.

Второй вид – это задачи, решение которых параллельно с изучением теоретического материала, изучаемого в классе или аудитории, невозможно. Для их решения требуются дополнительный теоретический материал или новые методы.

Первый вид задач, содержащих новую информацию, подразделяется на две группы: а) задачи, являющиеся основой в усвоения теоретического материала, изучаемого в классе, в учебниках или пособиях они ярко выделяются. Такие задачи необходимы для изучения учащимися теоретического материала; б) задачи, которые содержат новую информацию, без усвоения которых невозможно решать задачи пункта а).

Вторая группа задач близка к изучаемому теоретическому материалу. Ограничения здесь носят субъективный характер, и решение подобных задач применяется при изучении нового учебного материала.

Таким образом, к задачам первого и второго вида относятся задачи, содержащие новую информацию и задачи, составляющие базовое содержание преподавания математики.

К третьему виду задач, содержащих новую информацию, относят чаще задачи, применяемые в изучении различных геометрических фактов и их применения. Большинство таких задач невозможно решать на базе изучаемого курса математики.

К четвертому виду задач, содержащих новую информацию, относят задачи, направленные на развитие мышления учащихся. Такие задачи предназначены для школ и классов с углубленным изучением математики.

К пятому виду относят задачи, демонстрирующие учащимся новые свойства изучаемого объекта. Однако такие задачи нельзя решить при изучении данного объекта, так как учащимися не сформированы необходимые теоретические основы и методы. Такие задачи можно решать лишь после специальной подготовки.

Таким образом, в качестве основного фактора развития методической подготовки преподавателя математики является подготовка к решению задач. Методы «мыслительной деятельности», «составление цепи задач, содержащих новую информацию» – основные средства при решении задач рассмотренных типов.

Н.П. Алексанина

СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПО МЕХАНИКЕ

(Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»)

В настоящее время при обучении широко используются компьютерные технологии. Компьютерное тестирование является значительным шагом на пути развития методики контроля над усвоением учащимися учебного материала. Тестовая система за счет своей универсальности представляет собой автоматизированную поддержку самостоятельной работы учащихся, позволяющую проводить контроль и самоконтроль уровня усвоения материала, выступать в роли тренажера при подготовке к экзаменам.

Необходимость создания адаптивной системы тестирования по механике обусловлена тем, что с ее помощью легче групповым способом оперативно проконтролировать степень усвоения знаний и приобретения умений и навыков учащимися на занятиях теоретического и практического обучения.

Разработанная система адаптивного тестирования включает в себя:

- собственно проведение самого тестирования;
- обработку результатов, результатом которой является оценка усвоения материала курса физики;
- сохранение результатов тестирования;
- возможность регистрации нового пользователя в системе;
- возможность авторизации уже существующего пользователя;
-разграничение прав пользователей по категориям «Преподаватель» и «Студент».

Преподавателю доступны следующие функциональные возможности:

- создание/изменение/удаление тестов;
- заполнение тестов (создание/изменение/удаление вопросов и вариантов ответов к вопросам);

- просмотр результатов тестирования отдельного студента и всей группы в целом;

- установка прав и уровней доступа.

В качестве заданий теста представлены задачи, включающие в себя ряд понятий раздела «Механика» - масса, скорость, сила и т.д.

Таблица 1. Характеристика теста

Понятие / № задачи	Масса	Скорость	Сила	Путь	Ускорение	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия	Работа
1	+	+						
2	+		+	+	+			
3	+	+			+	+	+	
4			+					+
5		+		+	+			
6		+		+	+			
7		+		+				
8	+	+				+	+	
9	+	+	+	+				+
10								+
Сумма, сколько раз понятие встречалось в тесте								
$\sum = 31$	5	7	3	5	4	2	2	3

Уровень усвоения понятий разделен на 3 уровня: высокий (70-100% правильных ответов), средний (30-70% правильных ответов), низкий (30% и менее правильных ответов) и вычисляется по следующей формуле:

$$R_{\text{общ.}} = \frac{\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} p_i}{\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} q_i}$$

Где: k – количество понятий теста;

n – количество заданий теста;

p = (0, 1) – число, определяющее входит ли данное понятие в задания, на которые был дан верный ответ;

q = (0, 1) – число, определяющее, входит ли данное понятие в задания теста.

Для среднего и низкого уровня выводятся рекомендации, в которых указано, какие понятия не были усвоены достаточно хорошо в ходе изучения раздела.

Уровень усвоения каждого понятия в отдельности вычисляется по следующей формуле:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i}{\sum_{i=1}^{n} q_i}$$

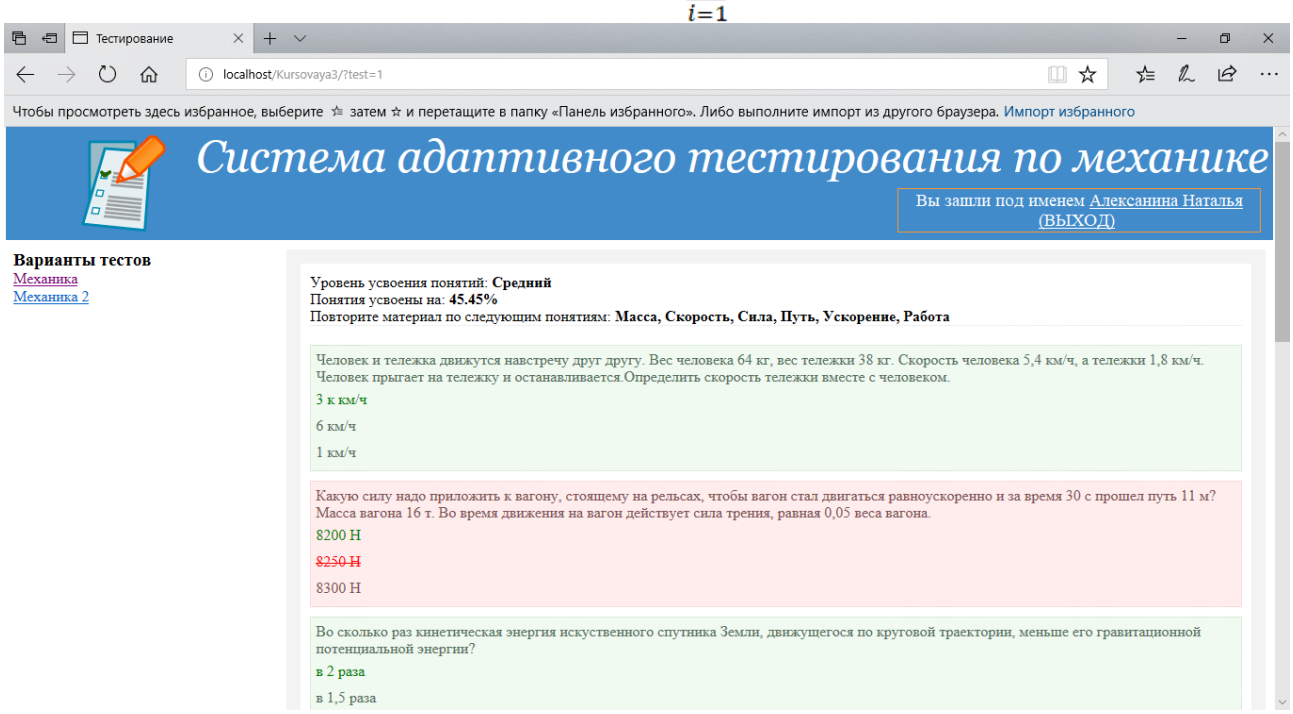


Рисунок 1 – Система адаптивного тестирования по механике. Отображение результатов тестирования

Система адаптивного тестирования по механике – универсальный инструмент для определения уровня усвоения понятий студентами на занятиях теоретического и практического обучения. Не маловажной особенностью данной системы является учет тех понятий, которые были недостаточно усвоены в ходе изучения материала курса.

Д.Г. Андронов, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «ЗАДАЧА О КАМНЯХ»

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

При проведении единого государственного экзамена (ЕГЭ) по предмету «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» используются контрольные измерительные материалы, представляющие собой комплексы заданий стандартизированной формы двух видов: задания с кратким ответом и задания с развернутым ответом, или так называемые «творческие задания», которые проверяются экспертами на соответствие особым критериям. К ней же относится и задание 26 или «задача о камнях».

На настоящий момент практически не существует программ, которые помогали бы выпускникам проверять решения заданий данного типа, при этом

они предоставляют только ответ без какого-либо пояснения решения. Это усложняет подготовку учащихся к экзамену и оценку собственных способностей.

В связи с этим становится актуальной задача разработки обучающей системы «Задача о камнях», которая позволила бы:

− преподавателю составлять задания данного типа и сохранять их в базу данных (БД), находящуюся на удаленном сервере;

− обучаемому выполнять решения заданий, и при этом обеспечила бы динамическую визуализацию процесса решения и автоматическую проверку решения.

Система должна быть построена по двухзвенной клиент-серверной архитектуре (см. рис. 1), клиентская часть должна состоять из двух независимых модулей «Учитель» и «Ученик», расположенных на различных компьютерах. Модули должны взаимодействовать между собой по протоколу HTTP с помощью файлов, которые будут храниться на северной части системы. Кроме файлов на серверной части системы будет храниться база данных с регистрационными данными пользователей и списком заданий.

В модуле «Учитель» должны быть реализованы следующие функции:

1) создание нового задания и настройка его параметров:
   − задание количества куч камней;
   − задание количества камней в каждой из куч;
   − задание операций, применяемых к кучам;
   − задание условия завершения задания;
2) построение эталонного дерева решений по параметрам задания;
3) сохранение задания в файл и в базу данных;
4) удаление задания из базы данных;
5) управление доступом учеников к заданию.

В модуле «Ученик» должны быть реализованы следующие функции:

1) выбор и решение задания (создание дерева решений):
   – совершение хода;
   – удаление хода;
   – редактирование дерева решений;
   – пометка заключительных позиций;
2) автоматическая проверка построенного решения (сравнение с эталонным решением);
3) выставление оценки за задание;
4) просмотр эталонного дерева и/или допущенных ошибок;
5) сохранение решения в файл.

За выполнение перечисленных функций отвечает соответствующая подсистема.

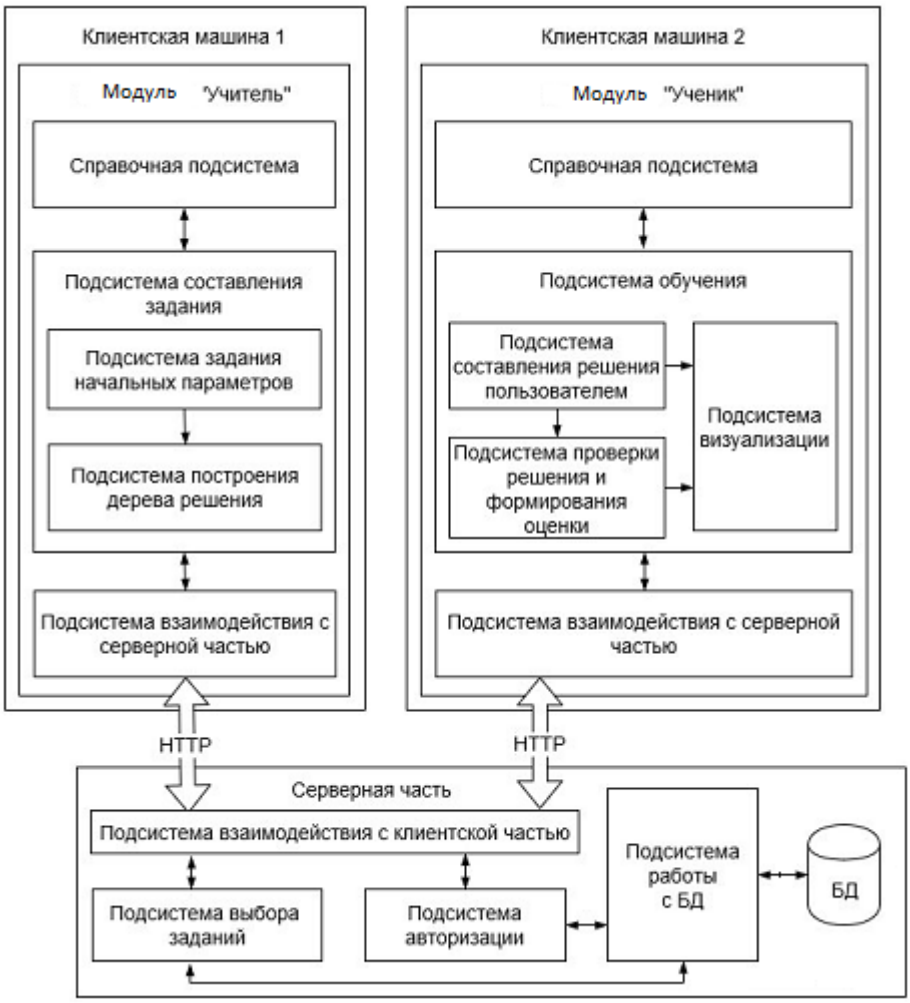


Рис. 1. Структурная схема системы

Система представляет собой настольное приложение, реализованное с помощью языка программирования Java 8 в среде программирования IntelliJ IDEA 2017. В качестве системы управления базой данных выбрана система Oracle Database.

А. Артыков, *Ш. Насырова, *М. Махмудова

ЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ

(Узбекистан, Ташкентский химико-технологический институт
*Навоийский государственный педагогический институт)

С каждым днем растет роль системного мышления и принятия решения на основе системного анализа в реализации образовательных реформ. В течение прошедших лет наряду с экономическими реформами определены приоритетные задачи развития духовно-просветительской, особенно, образовательной сферы. Последовательно осуществляемые общечеловеческие программы, направленные на улучшение будущего молодежи имеют единственную цель. В Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 — 2021 годах намечено коренное изменение по повышению активности молодежи в процессе осуществляемых реформ в стране. Определяет актуальность данной темы также обращенное отдельное внимание в Указе Президента Республики Узбекистан от 5 июля 2017 года за № ПФ-5106 «О мерах по повышению эффективности государственной молодежной политики и поддержке деятельности Союза молодежи Узбекистана» на «разработку и внедрение на основе системных изучений и анализа предложений по совершенствованию актов законодательства и правоприменительной практики с целью повышения эффективности государственной молодежной политики».

Известно, что анализ развивая мышление, помогает в ее формировании. Исходя из этого, опираясь на какие факторы образования можно провести системный анализ? Какие следует дать рекомендации? Первоначально, следует определить, что работа начинается с полного изучения объекта – системы (группы студентов) и самого процесса. Анализ системы и происходящего в нем процесса, определение его параметров и взаимосвязи между ними дает возможность найти правильное решение. Здесь уместно воспользоваться алгоритмической формулой системного анализа.

Студенческая группа включает в себя взаимосвязь между исследовательскими, взаимосвязанными и впечатляющими, а также направленными на общую цель элементами. Каждый из элементов и взаимосвязь между ними имеют такие решающие явления (показатели), которые включают совокупность известных решений.. Обращаясь к методу системного анализа воспримем студенческую группу как основной педагогический объект. Это будет специфическими входными и выходными параметрами педагогического объекта.

Выразив студенческую группу как неизвестное, т.е. как "черный ящик" (рис.1), входные показатели в начале занятия начинают влиять на "черный ящик", т.е. на студенческую педагогическую группу. Входные параметры

“черного ящика” и внутренние его особенности влияют на выходные параметры. Если удастся найти их взаимосвязь, “черный ящик” начинает светлеть. В результате наилучшего определения взаимосвязей он полностью осветлеет.

Здесь основная задача направлена на повышение знаний и студентов. Их знание повышается образованием, моральные качества в том числе культура формируется воспитанием.

Учитывая алгоритмическую формулу системного анализа, три этапа анализа пути его решения в педагогической группе осуществляется в следующей последовательности [1]:

Первый этап (первоначальный системный анализ).

- Первоначально полностью изучается выбранный объект – студенческая группа. Педагогический объект – формируются требования к студенческой группе.
- Педагогический объект – происходит множество процессов в студенческой группе. Из процессов выбираются необходимые процессы, т.е. процессы обучения и воспитания, для правильного нахождения решений поставленной задачи.
- Педагогическая система – анализируются входные и выходные параметры студенческой группы и изучаемого процесса (обучения и воспитания).

К входным параметрам педагогического объекта – системы студенческой группы и педагогических процессов относятся:

- слушатель – первоначальные занния студентов;
- слушатель – личностные качества студентов;
- показатели педагога: влияние, т.е. знание, одежда, степень применения знаний и другие показатели качества, мастерсто применения педагогических технологий;
- показатели пространства, где проводятся занятия;
- необходимые для передачи знаний учебные наглядные пособия, оборудование и источники;
- книги, компьютер, обучающие оборудования и другие средства;
- факторы руководства, влияющие на обучение;
- показатели окружающей среды, влияющие на обучение и др.

Выходные параметры можно разделить на два вида:

- Первий вид – показатели уровня знаний, эта цифровые показатели, точно выражающие в степень числа. Проще относительно в качестве обучения, т.е. выражается путем оценивания знания обучаемого человека. В задаче - Как нужно определитцифрах – используются различные критерии.
- Параметры второго вида – это показатели воспитания. Для определения показателей воспитания несмотря на внесение весомых предложений, мнений различного характера полноценные предложения не определены.

➢ Несмотря на это воспользуемся показателями качества. Используем в качестве оценки показателй качества такие показатели как "плохо", "средний", "хорошо","оцень хорошо" и др. Но количественные показатели полностью не определены. Раз так, как можно определить показатель качества совершенного человека, подняв его на высшую ступень?

Во многих случаях педагогический объект – требует определения систем внутри его для определения взаимосвязи параметров студенческой группы и внедрения системы.

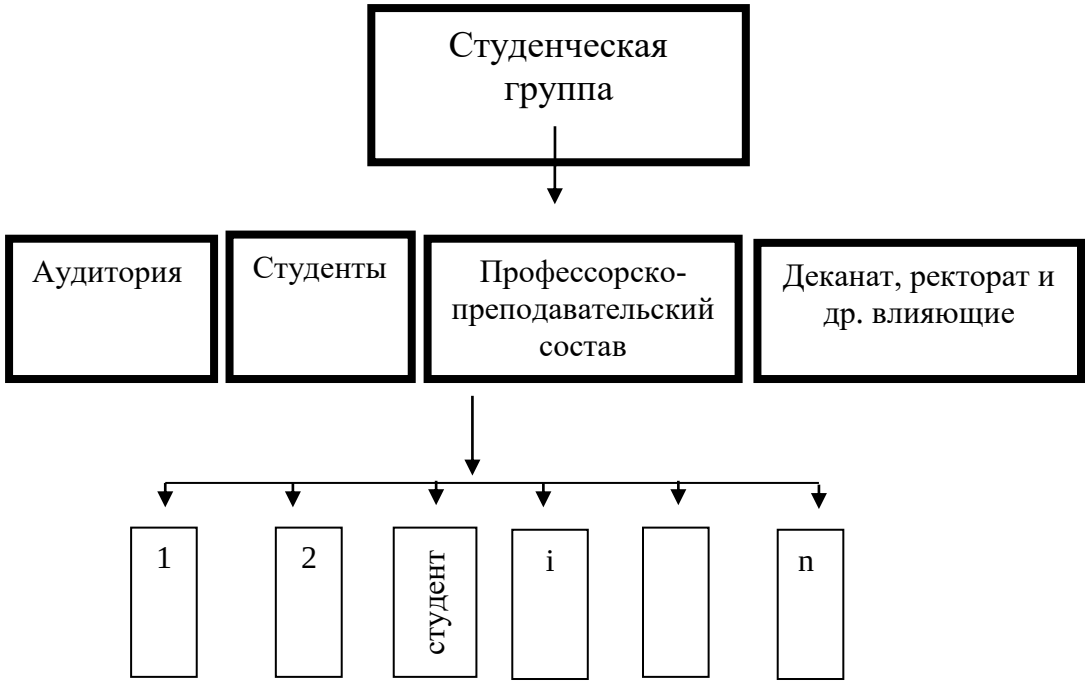


Рис. 1

Определив начальный объект (студенческую группу), состоящую из системы и процесса, начинается полное их изучение. Анализ системы и процесса в нем, определение его параметров и их взаимосвязи, дает возможность нахождения правильного решения.

Во второй иерархической лестнице можно определить педагогического объекта –студенческой группы, педагога, места проведения занятий и др. Для каждого из выбранных элементов и процессов определятся его параметры – показатели. Таким образом появляется возможность глубоко анализировать студенческую группу.

Во второй иерархической лестнице большое значение имеет организация закрытой цепной системы для управления студенческой группой.

В третьей иерархической лестнице рассматривается сам студент.

В последующих работах планируется анализ управляемых и управленческих элементов педагогической группы и в следующей иерархической лестнице взаимовлияния таких элементов как студент, педагог, оценивающий и т.п.

Второй этап (продолжение системного анализа, определение взаимосвязи параметров).

Использовав результаты предыдущих экспериментов можно найти взаимосвязь между входными и выходными показателями объекта. В дальнейшем намечается планирование и проведение экспериментов по определению содержания управления студенческой группой.

Следует отметить, что в течение долгих лет повышается опыт профессоров-преподавателей и на основе этого опыта могут определить какие из входных параметров как будут влиять на критерии процесса преподавания.

В будущем по результатам экспериментов определят взаимосвязь параметров можно испльзовать методов нечеткие множество, строение статистических моделей или использование “Сетей нейрона” и др. Затем следует перейти к третьему этапу.

Третий этап (выбор оптимального решения**).**

Здесь можно перейти к поиску оптимальных условий учебно-воспитательного процесса на основе системного мышления и анализа. В качестве критерия и условий оптимизации в педагогической группе достижением указанной в учебной программе степени знаний студентов и улучшив их поведение, намечается достичь наилучших результатов. Исследования продолжатся. Путем нахождения оптимальных решений усовершенствуется учебно-воспитательный процесс.

После определения в течение долгих лет влияния входных параметров на критерии процесса преповадания и выяснения, какие параметры нужно усовершенствовать, а какие незначительны опытными профессорами-преподавателями, повысилась возможность нахождения лучших решений. В будущем в результате определения взаимосвязи параметров определятся оптимальные решения.

Таким образом, следует отметить, что системный анализ открывает путь многочисленным имеющимся в педагогике методам [2,3,4] путь в поиске оптимальных систем. Путем повышения личностного опыта и мышления преподавателя улучшаются результаты учебно-воспитательного процесса в студенческой группе.

Литература

1. JamshidGharajedaghi,Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity A Platform for Designing Business Architecture Third Edition Morgan Kaufmann. 2011. 374p.

2. Кузьмина Н.В. Профессионализм преподавательской деятельности. – М., 1993.

3. Оспанова Б.А. Технология формирования креативности будущего специалиста в условиях университетского образования. – Туркестан, 2006.

4. Артыков А., Компьютерные методы анализа и синтеза химико-технологических систем учебник. Ташкент «Ворис нашриёт» - 2010. 160с.

Ш. Аскарова, Б. Мирзаев

СРАВНЕНИЕ ВЕРСИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ

(Ферганский государственный университет)

Применение компьютерной техники привело к резкому увеличению сферы использования компьютерных программ. Обработка текстовой информации (текстовые редакторы), анализ динамики показателей (применение диаграмм и бах данных), расчет параметров величин (использование функций типа среднее, дисперсия и корреляция), распознавание объектов (определение номера транспортного средства) и другие операции сейчас выполняются с использованием программ, работающих на компьютерной технике.

Развитие и увеличение потока цифровой информации привело к уделению внимания на повышение качества обработки графических файлов. На первом этапе достаточно было использование графических компонентов текстового редактораMicrosoftWord иPaint. На данном этапе имелись проблемы привязки графического объекта к поверхности, сохранение качества изображения после увеличения, доводка до нужного качества рисунка в случае некоторых искажений в оригинале. Данная программа имеет 2 версии: начала 1990-годов и 2012 года. Указанная первым имеет форму показа в виде панели инструментов с размерами рабочей области 1680пт на 1440 пт. Следующая версия более высокие значения для рабочей области: 10550 пт на 7580 пт. Здесь используется ленточная представление панели инструментов.

Для решения данных проблем были созданы программы Photoshop, CorelDraw. Первая программа имеет несколько версий, но они в общих чертах повторяют основную идею программы. Вторая программа имеет версии - CorelDraw (до 12), CorelDrawSuite (X3-X7).

Обе приведенные программы работают с несколькими слоями рисунка, а графический редактор Paint только с первичным слоем. Графический редактор CorelDrawSuite X3 имеет пакетный форму. В него входят компоненты для обработки рисунков форматов типа Paint, с дополнительным включением для Photoshop. Другая компонента может обрабатывать видеофайлы.

Многие версии графического редактора Photoshop, CorelDraw имеют малые периоды действия ключа идентификации. Но данная проблема решена путем продления временного ключа, имеющего срок 15 дней. Он формируется при использовании программы «генератора ключа».

Версия CorelDrawSuite X5 может работать в среде Winwows 8/8.1. При работе требуется наличие средних размеров оперативной памяти (до 2Гб) и быстродействия 4,5 ГГц. Следующая версия - CorelDrawSuite X7 уже имеет более высокие параметры: оперативная память – 4 Гб, быстродействие – 7,2 ГГц, размер постоянной памяти – 1 Тб, видеопамять – 800 Мб, размер видеоинтерфейса – 3,2 Гб.

Что касается интерфейса и поддерживаемых форматов файлов, следует отметить, что операции и виды файлов зависят от графического редактора. Например, Paint дает малые и среднее качество для фрагментов рисунков, а Photoshop и CorelDraw более высокое качество обработки фрагмента или целого рисунка при наличии большого количества эффектов для фигуры.

В общем, нужно отметить, что использование графических редакторов независимо от вида (векторный или растровый) нужно использовать в образовательном процессе. Многие операции с фрагментами рисунков применяются для подготовки документов. Исходя из вышесказанного, следует вывод – знание возможностей графических редакторов улучшает информационную полноту документа.

Литература

1. Котова С.А., Прокопеня Г.В. Система портфолио для новой начальной школы. // Народное образование. - № 5. – 2010. – с.185-191
2. Меттус Е.В. Живая оценка: Программа «Портфолио в школе« М.: Глобус, 2009. – 272с.
3. Муштавинская И.В. Технология развития критического мышления на уроке и в системе подготовки учителя. СПб.: КАРО. – 2008

Ш. Аскарова, С. Кодиров

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

(Ферганский государственный университет)

В настоящее время процесс информатизации проявляется во всех сферах человеческой деятельности. Так использование современных информационных технологий является необходимым условием развития более эффективных подходов к обучению и совершенствованию методики преподавания. Особую роль в этом процессе играют ИТ. Так как их применение способствует повышению мотивации обучения учащихся, экономии учебного времени, а интерактивность и наглядность способствует лучшему представлению, пониманию и усвоению учебного исторического материала.

Само дистанционное обучение представляет собой метод обучения, при котором от обучаемого не требуется физического присутствия в определѐнном месте в процессе обучения. Эта классификация включает в себя локальные и сетевыеИТ. . Подобное многообразие говорит о неоднозначности мнений авторов в видении ИТ в образовательном процессе. В этой связи следует принять ту классификацию (или некий симбиоз классификаций), которые наиболее полно отражают цели и задачи поставленные педагогом для реализации в образовательном процессе. Рассмотрим примеры применения ИТ в процессе обучения. ИТ прежде всего используются для: • Организации учебного процесса, • подготовки учебных пособий, • изучения нового материала (можно выделить два

направления – самостоятельная презентация учителя и использование готовых программ). • компьютерного контроля знаний учащихся, • получения и работы с информацией из сети Интернет, • создания и работы со школьным сайтом, позволяющим связать между собой учеников, родителей и учителей. Например, при изучении нового материала можно выделить два направления – самостоятельная презентация учителя и использование готовых программ. Самое поверхностное использование компьютера – иллюстративный материал. Монитор компьютера (или экран проектора) освобождает не только от необходимости тащить кучу книг, делать в них закладки, но и экономит время, давая учителю возможность заранее отсортировать изобразительный материал, а также добавить аудиоматериалы в тех объемах, которые ему удобны. Компьютер помогает сделать урок более продуктивным и научить школьников навыкам конспектирования.

Ведь обычно все записи на доске учитель вынужден выполнять быстро, не затрачивая на это большое количество времени (и, что немаловажно, пока он пишет на доске, он не видит класс), а, кроме того, увы, не все обладают каллиграфическим почерком. Особое значение приобретает компьютер при составлении схем и таблиц.

Заранее подготовленный пошаговый материал дает возможность задать темп урока и в то же время позволяет вернуться к любому промежуточному построению. Здесь могут помочь уже готовые компьютерные программы. Но, увы, их крайне мало. Методика проведения уроков с помощью готовых компьютерных программ: во-первых, восприятие готового курса отличается в восприятии школьников от учительской презентации - они зачастую воспринимают сюжет на экране как кино. Поэтому задача учителя побудить учеников к конспектированию, сформулировать проблемные вопросы, чтобы знакомство с материалом шло интенсивно. Как это иногда не обидно, строить подачу нового материала только на просмотре программы (даже, если компьютерный урок хорошо разработан), как правило, нецелесообразно, потому что притупляется внимание. Естественно, можно применить методы активизации, которые позволят это внимание удержать. То есть применение готовых компьютерных программ требует от учителя большого количества времени на разработку уроков. Широко применимы в процессе обучения истории, контролирующие программы. Программы данного типа состоят из набора заданий, которые постепенно подводят учащихся к решению учебной задачи урока и помогают повторить и обобщить материал изученной темы. Оценка проделанной учащимся работы делается учителем, либо при помощи автоматической проверки результатов, либо на основе собственных представлений учителя о полноте, точности и грамотности ответов.

Литература

1. Котова С.А., Прокопеня Г.В. Система портфолио для новой начальной школы. // Народное образование. - № 5. – 2010. – с.185-191

2. Меттус Е.В. Живая оценка: Программа «Портфолио в школе« М.: Глобус, 2009. – 272с.

3. Муштавинская И.В. Технология развития критического мышления на уроке и в системе подготовки учителя. СПб.: КАРО. – 2008

Ш.М.Аскарова

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОБУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ

(ФерГУ)

В работе предложены применение инновационной технологии в процессе обучения предметов математики, информатики и иностранного языка, основное внимание при этом уделяется интеграции различных родственных предметов.

In the work is proposed the use of innovative technology in learning subjects of mathematics, science and foreign language, with emphasis on the integration of various related subjects

В условиях интенсивного развития информационно-телекоммуникационных технологий одной из составляющих методической компетентности учителя является умение проектировать и конструировать педагогические инновации. Понятие «инновация» означает новшество, новизну, изменение. Инновация как средство и процесс предполагает введение чего-либо нового. Применительно к педагогическому процессу инновация означает введение нового в цели, содержание, методы и формы обучения и воспитания, организацию совместной деятельности учителя и учащегося.

Инновация — нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления, основанное на использовании достижений науки и передового опыта, обеспечивающее качественное повышение эффективности производственной системы или качества продукции.

Основным критерием инновации выступает новизна, имеющая равное отношение, как к оценке научных педагогических исследований, так и передового педагогического опыта. Поэтому для учителя, желающего включиться в инновационный процесс, очень важно определить, в чем состоит сущность предлагаемого нового, каков уровень новизны. Для одного это может быть действительно новое, для другого оно таковым может не являться. Инновационные процессы, идущие сегодня в системе образования наиболее остро ставят вопрос о поисках резервов совершенствования подготовки высокообразованной, интеллектуально развитой личности. Сама жизнь диктует системе образования, повышению роли семьи, махалли и общественности новые ориентиры и перспективы в развитии образования. Интеграция информатики и информационных технологий с другими общеобразовательными предметами является реальной необходимостью. Такая интеграция является средством расширения воз-

можностей средней и средне специального профессионального образования, способом методического обогащения педагога и повышения качества обучения. Сегодня наиболее очевидно, что новое качество образования невозможно получить, решая педагогические проблемы устаревшими методами. Введение интеграции предметов в систему образования позволит решить задачи, поставленные в настоящее время перед колледжам и обществом в целом. Интеграция — (лат. Integratio - восстановление-восполнение) процесс сближения и связи наук, состояние связанности отдельных частей в одно целое, а также процесс, ведущий к такому состоянию.

Узкопредметный подход в рассмотрении явлений и процессов реального мира приводит к фрагментарности знаний учащихся, их неумению поместить полученную информацию в более широкий смысловой контекст, увидеть существенные связи и взаимодействия. Это давно осознавалось учителями и методистами в области образования. Поиски выхода из сложившегося противоречия между предметным построением учебного процесса и потребностями целостных, системных знаний учащихся привели к активному использованию идей интеграции в образовании. Анализ различных подходов к раскрытию сущности понятия «интеграция» показывает, что в общем значении – это процесс и результат становления целостности. В современном образовании интеграция используется как дидактический метод организации учебных занятий, но может стать и генеральным принципом для выстраивания образовательного пространства.

Задача интегрирования – не просто показать области соприкосновения нескольких учебных дисциплин, а через их органическую, реальную связь дать учащимся представление о единстве окружающего нас мира. Иначе интеграция превратится в поверхностную констатацию – пародию на межпредметные связи. Обращение к интеграции, как средству создания целостного восприятия учебного материала, объясняется рядом преимуществ этого вида образовательной деятельности. Интегрированные занятия развивают потенциал самих учащихся, побуждают к активному познанию окружающей действительности, к нахождению и осмыслению причинно - следственных связей, к развитию логики, мышления, коммуникативных способностей. В большей степени, чем обычные уроки, они способствуют развитию речи, формированию умения сравнивать, обобщать, делать выводы. Форма интегрированных занятий нестандартна, интересна. Использование различных видов работы в течение занятия поддерживает внимание учащихся на высоком уровне, что позволяет говорить о достаточной эффективности данных занятий. Интегрированным урокам присущи значительные педагогические возможности. Здесь учащиеся получают глубокие разносторонние знания об объектах изучения, используя информацию из различных предметов, по-новому осмысливают события, явления. Все это стимулирует аналитико-синтетическую деятельность учащихся, развивает потребность в системном подходе к объекту познания, формирует умения анализировать и сравнивать сложные процессы и явления объективной реальности.

Благодаря этому достигается целостное восприятие действительности как необходимая предпосылка формирования научного мировоззрения.

Интегрированные уроки – необычные по замыслу, организации, методике проведения – больше нравятся учащимся, чем традиционные учебные занятия, поэтому практиковать такие уроки следует всем учителям. Но они не могут стать главной формой работы из-за неизбежно возникающей при этом проблемы недостатка времени на подготовку, перегрузки учащихся и педагогов. Эффективность интегрированных уроков в большей степени зависит от высококачественной предварительной подготовки.

Инновационные процессы, идущие сегодня в системе образования, наиболее остро ставят вопрос о поисках резервов совершенствования подготовки высокообразованной, интеллектуально развитой личности. Интеграция информатики и информационных технологий с другими общеобразовательными предметами является реальной необходимостью. Интеграция является средством расширения возможностей среднего и средне-специального профессионального образования, способом методического обогащения педагога и повышения качества обучения.

Идея интегрированного обучения появилась в результате поисков оптимальных средств и форм обучения учащихся, стимулирующих их мотивацию.

Признание приоритета личности ребенка, его права на проявление своих интересов и взглядов, а, следовательно, формированию новой модели обучения, ориентированной на потенциальное развитие личности, личностно ориентированное обучение и воспитание учащихся с учетом их склонностей и способностей, позволило развить идею интегрированного обучения.

Интеграция – это система, предлагающая объединение, соединение, сближение учебного материала отдельных родственных предметов в единое целое.

Исходя из вышеописанного можно сделать вывод: некоторые возможности при интегрированном построении учебного процесса, позволяющих качественно решать задачи обучения и воспитания учащихся:

1. Переход от внутри предметных связей к меж предметным позволяет ученику переносить способы действий с одних объектов на другие, что облегчает учение и формирует представление о целостности мира.

2. Увеличение доли проблемных ситуаций в структуре интеграции предметов активизирует мыслительную деятельность учащихся.

3. Интеграция ведет к увеличению доли обобщающих знаний, позволяющих учащихся одновременно проследить весь процесс выполнения действий от цели до результата, осмысленно воспринимать каждый этап работы.

4. Интеграция увеличивает информативную емкость урока.

5. Интеграция позволяет находить новые факторы, которые подтверждают или углубляют определенные наблюдения, выводы учащихся при изучении различных предметов.

6. Интеграция является средством мотивации учения учащихся, помогает активизировать учебно-познавательную деятельность учащихся, способствует снятию перенапряжения и утомляемости.

7. Интеграция учебного материала способствует развитию творчества учащихся, позволяет им применять полученные знания в реальных условиях, является одним из существенных факторов воспитания культуры, важным средством формирования личностных качеств, направленных на доброе отношение к природе, к людям, к жизни.

Реализовать все вышеназванное помогают интегрированные уроки информатики с другими учебными предметами.

Интегративная система предполагает равномерное, равноправное соединение родственных тем всех предметов, изучение которых взаимно переплетается на каждом этапе урока.

Интегрирование - это новый подход к преподаванию предметов. Такие уроки позволяют экономить время, т. к. дают возможность не дублировать материал на разных предметах.

Как уже говорилось выше, информатика сегодня обладает данными и необходимым инструментарием для интегрированного обучения учеников. Немаловажно и то, что учителя информатики обладают большими знаниями в области ИКТ, чем другие предметники, и интеграция знаний позволяет поднять авторитет всех учителей в глазах детей и родителей.

Уроки информатики — это универсальное связующее звено, позволяющее «соединить» практически все школьные дисциплины. Используя инструментарий информационных технологий и уровень подготовленности школьников, можно построить интегрированный урок, создать интегрированные задания, интегрированный модуль для обучающихся любого возраста. Изучая электронные таблицы, можно решать задачи математики и физики, строить графики функций, решать уравнения, выполнять приближенные вычисления, моделировать физические процессы и т. п. Осваивая сервисы и службы Интернет, ученики могут узнавать интересные факты из истории Отечества, знакомиться с мнением литературных критиков, узнавать о последних научных достижениях и т. п., обрабатывать и систематизировать найденную информацию. Изучая базы данных, можно формировать навыки классификации и структурирования информации. Этот список можно продолжать. При этом интегративный характер курса реализуется в рамках требований обязательного минимума содержания среднего (полного) общего образования.

Интегративная система предполагает равномерное, равноправное соединение родственных тем всех школьных предметов, изучение которых взаимно переплетается на каждом этапе урока.

Основные приемы интеграции в учебном процессе заключаются в следующем:

- ✓ Уроки проводятся по сопряженным темам, изучаемым в различных предметных областях;
- ✓ Уроки проводятся в форме творческих лабораторий;

✓ Уроки используют математические методы решения, тем самым, подтверждая целесообразность изучения предмета математики и английского языка;

✓ Уроки наполняются музыкой, рисунками, поделками.

Интеграция курсов математики, информатики и английского языка увлекают новизной, возможностью включения в школьный курс альтернативных идей и нестандартных подходов. Новизна исследования заключается в определении эффективных форм, методов, приёмов работы для реализации интеграции курсов математики, информатики и английского языка в современной школе; в создании условий для активной познавательной деятельности обучающихся, для развития творческой активности и повышении качества образования учащихся. Сама же информатика и информационные технологии являются, по сути, базисной инновацией с большим инновационным потенциалом и степенью новизны. Использование различных математических ЭУ, ПО, презентаций, видео-звуко материалов, офисных приложений способствует развитию зрительного, слухового, мыслительного восприятия на интегрированных уроках. Темы интегрированных уроков подбираются таким образом, что для их рассмотрения, реализации целей уроков необходимы быстрота ориентировки в новых условиях, умение видеть новое в известном, умение выходить за рамки привычного способа действий — это развивает гибкость мышления. Характерная черта интегрированных уроков — это поиск необычного способа решения поставленных проблем, что развивает оригинальность мышления. При интеграции знаний очень важно выделять существенное, уметь видеть цель работы, подводить итоги решения рассматриваемой проблемы для того, чтобы после обобщения использовать полученные результаты в дальнейшем,— всё это развивает глубину, целенаправленность и широту мышления. Кроме того, в процессе такой работы у учащихся возрастает любознательность.

Современное понятие *"образование"* связывается с толкованием таких терминов как *"обучение", "воспитание", "образование", "развитие"*. Однако, до того, как слово «образование» стало связываться с просвещением, оно имело более широкое звучание. Словарные значения рассматривают термин "образование", как существительное от глагола "образовывать" в смысле: *«создавать», «формировать» или «развивать» нечто новое. Создавать новое – это и есть инновация.*

Литература

1. Котова С.А., Прокопеня Г.В. Система портфолио для новой начальной школы. // Народное образование. - № 5. – 2010. – с.185-191

2. Меттус Е.В. Живая оценка: Программа «Портфолио в школе» М.: Глобус, 2009. – 272с.

3. Муштавинская И.В. Технология развития критического мышления на уроке и в системе подготовки учителя. СПб.: КАРО. – 2008

И.Н. Ахмедова

ОБРАЗОВАНИЯ, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ НА ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВА РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

(ФРГУНГ(НИУ) им. И.М.Губкина в г. Ташкенте, Республика Узбекистан)

Аннотация: *рассматриваются вопросы интеграции образовательных учреждений с производственными процессами, проанализированы способствующие и препятствующие факторы, влияющие на успешное ее функционирование как интегрированной системы, исследованы механизмы повышения эффективности региональной системы профессионального образования, исследовано современное состояние интеграции образование с производством, выявлены основные механизмы для успешной интеграции.*

Ключевые слова: *интеграция, региональные особенности, интегрированная система, инновационная технология, конкурентоспособность.*

Интенсивное развитие средств коммуникации придает информации уникальное положение в обществе. Она стала оказывать непосредственное влияние на все сферы хозяйственной и духовной деятельности человека, превратилась в интернациональное средство взаимодействия и взаимовлияния государств, отраслей, фирм и даже отдельных специалистов. Возник высокий уровень взаимодействия между наукой, образованием и производством, так как носителями информации здесь часто выступают одни и те же лица - специалисты, использующие единую информационную среду. Интеграционные процессы между рассматриваемыми видами деятельности, во-первых, экономичны и эффективны, во-вторых, ускоряют научно-технический прогресс, в-третьих, позволяют рационально использовать интеллектуальный потенциал науки и высшей школы не только отдельной страны, но и мирового сообщества в целом. Обобщение, анализ и использование этого опыта может принести огромные выгоды всем участникам этого процесса.

Проблемы обеспечения инновационного развития экономики и формирования общества, основанного на знаниях, требуют изучения взаимодействия между различными институтами в сферах науки, образования и производства. Интегративное взаимодействие таких институтов дает мультипликационный эффект, как о том свидетельствует, в частности, опыт Китая, Израиля и Финляндии, где стимулирование развития небольших инновационных предприятий при поддержке государства стало одним из факторов экономического роста. Малые и средние предприятия, развитие которых связано с быстрым освоением научно-технических достижений, составляют основу экономической жизни большинства промышленно развитых стран. Их влияние на формирование рынка труда побуждает власти заботиться об улучшении их инфраструктуры и условий деятельности, что позволяет снизить уровень безработицы и улучшить экономическую ситуацию [1].

В условиях модернизации и формирования инновационной экономики в стране быстротекущие процессы модернизационно-инновационного характера, современные интеграционные тенденции требуют интенсификации научных исследований механизмов взаимодействия институтов в сложных экономических системах. В первую очередь требует решения проблема управления, как самими процессами интеграции, так и вновь возникшей интегрированной структурой. В этой связи исследование проблем интеграции образования с производством в мезоэкономике представляется в достаточной мере актуальной.

Стратегическое партнёрство в высшей школе может охватывать два вида взаимоотношений:

- между структурами высшего и среднего профессионального образования, которые осуществляют аналогичную или схожую деятельность. В этом случае речь идёт о «превращении» конкурентов в партнёров;

- между организациями, вовлечёнными в процесс (цепочку) создания продуктов и услуг интеграционной системы.

Первый вид стратегического партнёрства базируется или на объединении ресурсов партнёров для достижения взаимно согласованных целей, или на обмене ресурсами, позволяющими укрепить их рыночные позиции.

Второй вид стратегического партнёрства в интеграционном процессе формируется «по вертикали» в технологической цепочке создания ценности продуктов и услуг. Этот вид означает переход с «ориентации на сделку», известной из теории и практики маркетинга раннего периода, на «ориентацию на партнерство», которое предполагает наличие многократных, повторяемых сделок, а значит сокращение издержек взаимодействия и возможность использования стандартных методов в управлении контрактами [2].

С точки зрения управления процесс интеграции науки, образования с производством на мезоуровне предполагает комплексное воздействие по трём главным аспектам:

- структурному (преобразование внутренней структуры и системы внешних взаимосвязей субъекта интеграции);
- финансово-экономическому (преобразование структуры активов и пассивов субъекта интеграции);

правовому (юридические процедуры и технологии взаимодействия субъектов интеграции).

Экономические условия интеграции науки, образования и производства связаны с объединением ресурсов для получения народно-хозяйственного и коммерческого эффектов. Интеграция различных сторон деятельности учебных заведений позволяет сокращать расходы, более рационально и эффективно использовать трудовые, финансовые, материальные ресурсы. Значимым экономическим условием поиска принципиально новых моделей интеграции является диверсификация источников финансирования научно-исследовательской работы, образовательных технологий (гранты, договоры с хозяйствующими субъектами, реализация научных разработок, научное консультирование, экспертиза, информационные услуги, проектные, организационные услуги, реализация па-

тентов, лицензий и т.д.). Она достигается за счет использования гибких схем мобилизации внебюджетных средств (при использовании органами управления современных методов мониторинга и контроля).

Интеграция обучения, науки и производства предусматривает их органическое соединение в деле подготовки высококвалифицированного конкурентоспособного кадра по избранной специальности в образовательных учреждениях. Эффект от такого соединения существенно зависит от формы его реализации, причем открытое пространство образования строится в виде системы формальных и неформальных отношений, предоставляющих, студентам единые возможности для профессионального роста и последующей деятельности в соответствии с полученной квалификацией.

Каждая из этих форм, в свою очередь, имеет свои особенности в различных условиях и конкретных образовательных учреждениях. В тоже время, каждой форме присущи общие черты, которые и легли в основу их определения.

К вопросу интеграции образования, науки и производства требуется комплексный стратегический подход, в реализации которого можно выделить три главных направления.

Во-первых, следует наладить эффективное взаимодействие образовательных учреждений с потенциальными работодателями и рынком труда в целом. Этому способствует следующее:

- вовлечение специалистов-производственников в учебный процесс;
- участие предприятий в разработке учебных программ и пособий;
- тесное взаимодействие вузов и предприятий по вопросу организации производственной практики, а также трудоустройства выпускников;
- финансирование предприятиями целевой подготовки студентов и переподготовки кадров;
- проведение совместных исследований в области инновационных разработок, способствование предприятиями внедрению их в производственный процесс;
- совершенствование условий для закрепления и адаптации молодых специалистов на рабочих местах;
- проведение совместных исследований рынка труда, направленных на выявление тенденции его развития.

Во-вторых, необходимо создание и поддержка бизнес-инкубаторов, технологических парков, центров коллективного пользования и других интегрированных научно-образовательных структур. Бизнес-инкубатор решает задачи поддержки малых, вновь созданных предприятий и начинающих предпринимателей, связанные с оказанием им помощи в создании жизнеспособных коммерчески выгодных продуктов и эффективных производств на базе их идей. Технологический парк (технопарк) – это специализированный научно-производственный территориальный комплекс, на базе которого создаются благоприятные условия для развития инновационной деятельности, становления малых и средних наукоёмких предприятий посредством предоставления субъ-

ектам инновационной деятельности в пользование помещений и оборудования, финансовой и кадровой помощи, необходимых услуг.

В-третьих, необходимо основывать взаимодействие высшей школы с производственной сферой на принципах равноправного партнёрства. В условиях рыночной экономики это может рассматриваться как некоторый бизнес-проект, в котором консолидируются ресурсы нескольких хозяйствующих субъектов для осуществления той или иной деятельности. Как показывает практика, подобный подход оказывается взаимовыгодным, так как помимо прочего происходит обмен знаниями, идеями и опытом, ведущий к их накоплению и упрочнению [3].

Интеграционный процесс можно наглядно представить в виде следующей схемы (**рис. 1**).



Рис. 1

Интегративное взаимодействие таких институтов дает мультипликационный эффект, как о том свидетельствует, в частности, опыт Китая, Израиля и Финляндии, где стимулирование развития небольших инновационных предприятий при поддержке государства стало одним из факторов экономического роста. Малые и средние предприятия, развитие которых связано с быстрым освоением научно-технических достижений, составляют основу экономической жизни большинства промышленно развитых стран. Их влияние на формирование рынка труда побуждает власти заботиться об улучшении их инфраструктуры и условий деятельности, что позволяет снизить уровень безработицы и улучшить экономическую ситуацию. Хотя академическая наука не решает конкретных производственных или финансовых задач, ее открытия и достижения

влияют на экономическую и производственную сферу через развитие техники, совершенствование производственных технологий, улучшение социальной организации. В сферу науки как области теоретического знания не входит выполнение конструкторских разработок в производственной и хозяйственной практике.

Приятые законы о науке некоторых областей устанавливают, что учебно-научные комплексы могут быть образованы на базе не только государственных вузов и научных организаций, но и негосударственных организаций и учреждений, занимающихся научной, научно-технической или инновационной деятельностью. Экономические условия интеграции науки, образования и бизнеса связаны с объединением ресурсов для получения народнохозяйственного и коммерческого эффектов. Необходимо создать комфортную среду для развития инноваций в различных отраслях науки и образования. Предлагается предусмотреть налоговые и экономические льготы для предприятий, занимающихся освоением в производстве новой техники и технологий, обеспечить создание особых экономических зон и т.д. Говоря об экономических условиях интеграции, следует отметить, что дестабилизирующее воздействие на развитие науки, образования и бизнеса оказали и продолжают оказывать негативные экономические явления, сопутствующие переходному периоду: социальная и экономическая нестабильность; дефицит финансовых средств; старение и несоответствие материально-технической базы современным потребностям научной и образовательной деятельности; устойчивая тенденция к уменьшению численности молодых кадров и сокращению контингента научных и научно-педагогических работников вследствие низкой оплаты их труда. Основные трудности вызваны экономической слабостью организаций, находящихся на стадии вовлечения в рыночные отношения. Сегодняшнее информационное пространство отечественной экономики состоит из слабо связанных между собой информационных секторов (государственных и коммерческих, ведомственных и региональных), каждый из которых в силу различных причин малодоступен для использования и расширения. В то же время в последние годы наметилась положительная тенденция в развитии отечественного инновационного бизнеса: прирост числа малых инновационных предприятий, увеличение внутренних затрат на исследования и разработки, повышение удельного веса внебюджетных средств во внутренних затратах на исследования и разработки. В этих условиях исследование влияния интегрированного развития информационных технологий на развитие предпринимательства в стране становится как никогда актуальным. По мнению ряда авторов [4,5], специфическим условием развития интеграционных процессов в науке, образовании и бизнесе в нашей стране является необходимость экономической перестройки этих социальных институтов в связи с развитием рыночных отношений.

В настоящее время отечественные наука, образование и бизнес находятся на стадии поиска жизнеспособных форм интеграции. Они строятся по сетевому, а не по иерархическому принципу. Сетевое взаимодействие уравнивает его участников, разных по институциональной и организационной специфике. Се-

тевая форма взаимодействия позволяет учитывать особенность, характерную для отечественного делопроизводства. Она заключается в том, что при решении вопросов о партнерстве большинство руководителей предпочитают персонифицированное ("личное"), а не институциональное взаимодействие. При этом, важнейшим компонентом интеграции выступает неформальная коммуникация, возможности для осуществления которой по существующим каналам связи, в том числе основанным на современных компьютерных технологиях, весьма ограничены. Между тем доверие является наиболее значимым фактором создания социальных сетей, особенно если речь идет о сетях с плотной структурой, предполагающих высокий уровень надежности. Институциональное доверие в данном случае не заменяет доверия трансперсонального, формируемого через устойчиво повторяющиеся личные контакты. Межличностное взаимодействие выступает решающим условием эффективного взаимодействия социальных сетей. Необходимость систематических личных контактов в сочетании с ограниченностью временного ресурса, в свою очередь, делает практически неизбежной концентрацию социальных сетей на небольших территориях, где имеются условия для осуществления успешных взаимодействий. Именно поэтому интеграционные комплексы, существующие в образовании, науке и бизнесе, зачастую располагаются на территории, прилегающей к одному из образовательных учреждений. Формирование любого образовательного учреждения, включенного в трехсторонние отношения образования, науки и бизнеса, способствует объединению в его стенах трех непременных элементов современного общества - науки, образования и рынка. Влияя друг на друга, они дают возможность сформировать новый образ университета, а следовательно, и новую политику, основанную на единстве рыночных сил и социальной защищенности университета, его преподавателей и студентов в мультикультурных условиях, что обеспечивается связями университета как центра науки и культуры и в то же время как центра предпринимательства [6]. Необходимо отметить, что в процессах взаимодействия науки, образования и бизнеса в стране преобладает двухсторонняя интеграция, а предпочтения выбора партнера по интеграции (образование, наука или бизнес) зависят от опыта взаимодействия, от представлений об основополагающих видах деятельности партнера. Вузы и научные учреждения более склонны к интеграции друг с другом в фундаментальных сферах научной и образовательной деятельности; в прикладных сферах деятельности они отдают предпочтение бизнесу. Бизнес отдает предпочтение науке в исследовательской сфере, а вузам - в образовательной. В случаях трехстороннего взаимодействия среди его участников чаще всего выделяется ведущее звено: представители науки, образования или бизнеса выступают с инициативным предложением о создании трехсторонних договоров, совместных центров, лабораторий, или о сотрудничестве в рамках научно-образовательного комплекса. Актор-инициатор в дальнейших взаимодействиях занимает ведущую позицию, определяя приоритетных партнеров и направления деятельности. В условиях повышения требований общества к результативности образования с точки зрения эффективности совокупных затрат, необходимости удовлетворения ожиданий

обучающихся на получение достойной занятости чаще всего инициатором выступают технические образовательные учреждении, имеющие традиции в области прикладных научных разработок и их внедрения. Одной из наиболее распространенных форм интеграции при этом является создание учебно-научно-производственных комплексов. Благодаря этой форме достигается синергетический эффект использования возможностей работающего промышленного оборудования в учебном процессе, обмена знаниями между учеными, преподавателями и производственниками. Другой формой интеграции, при которой инициатива в большей степени принадлежит бизнесу (как правило, это крупное предприятие), выступает формирование образовательных программ подготовки специалистов "в соответствии с пожеланиями заказчика". Интегративные комплексы по инициативе научных институтов и организаций создаются в нашей стране значительно реже. В последнее время в ходе интеграции науки, образования и бизнеса стали появляться организационные структуры, составляющие некое "четвертое звено" процесса формирования внешних неформальных структур. Это развитие гибких сетевых структур (инновационных кластеров), создаваемых на основе многосторонних соглашений и объединяющих образовательные учреждении, научные организации, предприятия, инновационные фирмы, являются необходимыми условиями для успешного функционирования интегративных комплексов.

Литература

1. Гордеева, А. Н. Правовое обеспечение интеграции науки и образования / А. Н. Гордеева, М. В. Пучкова // Закон.— 2010. — №4. — С. 21.

2. Глущенко Л. Ф. Основы интеграции науки, образования и производства /Л. Ф. Глущенко, Н. А. Глущенко, А. С. Лебедев // Успехи современного естествознания.— 2009. — № 5. — С. 32–33.

3. Шарова, О.О. Развитие инновационной деятельности в условиях партнерства бизнеса и науки / О. О. Шарова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело.—2011. — Т. 2010. — № 1.

4. Якубов М.С., Усмонов Ж.Т. Становление и перспективы развития электронного правительства в республике Узбекистан. ВЕСТНИК ТашГТУ № 2. 2013г. 186-190с.

5. Якубов М.С. Концепция конкурентоспособности и модернизация системы управления экономикой. Международная конференция “Актуальные проблемы развития инфокоммуникаций и информационного общества”. 26-27.06.2012. Ташкент. VI секция. с. 609-614.

6. Целевая подготовка специалистов на факультетах при предприятиях - заказчиках / В.Н. Герди, А.А. Дорофеев, В.И. Заварзин, С.С. Юдачев. // Полет. 2000. Спец. выпуск - МГТУ имени Н.Э. Баумана -170 лет. С. 67-70.

З.Р. Бакиева, Б.Б. Мухаммадхўжаев

ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ УЧАЩИХСЯ

(Ташкентский государственний педагогический универси имени Низами, Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий)

В настоящее время Узбекистан начал вхождение в мировое образовательное пространство, это требует модернизации образовательной системы. Целью образования является создание условий для развития и самореализации каждой личности, формирование поколения, способного учиться на протяжении всей жизни.

Фронтальная система обучения (один учитель против целого класса) имеет жесткие ограничения - педагог не может уделить достаточно внимания каждому ребенку, учесть его индивидуальные особенности, направленность. Кроме того, при такой системе даже самый успешный ученик не сможет развить очень важные в современном обществе навыки, такие как: умение самому разрабатывать план своих действий и следовать ему; умение находить нужные ресурсы (в том числе - информационные) для решения своей задачи; умение ориентироваться в незнакомой профессиональной области.

Новые технологии, методики и способы обучения разрабатываются для того, чтобы каждый ребенок, окончив школу, смог добиться успеха в жизни, используя все свои возможности.

Психологическую основу обучения составляет процесс усвоения знаний, оптимальная организация которого предполагает учет его компонентов и закономерностей. К основным компонентам процесса усвоения знаний относятся: *первоначальное восприятие*, *осмысление*, *обобщение* (формирование понятий), *закрепление знаний* и *формирование* умений и навыков, их *применение*, *проверка* и *оценка* (самооценка).

Образовательных технологий в педагогике существует несколько десятков, но ключевой технологией XXI века является применение информационно-коммуникационных технологий. Как показывает практика, обучение с использованием ИКТ дает возможность активизировать познавательную деятельность учащихся, формировать *направленное восприятие.* При этом использование возможностей ИКТ позволяет обеспечивать учащихся специфичной наглядно-образной информацией в сочетании с графической и алфавитно-цифровой. Восприятие информации является важнейшим этапом, так как от адекватности восприятия реальному образу зависит результат процесса усвоения. Эффективное применение информационных технологий в процессе обучения предполагает включение обратной связи уже на этапе восприятия, а непрерывный индивидуальный контроль дает возможность корректировать направление восприятия, формировать верный образ. ИКТ позволяют активизировать непроизволь-

ное восприятие, что достигается путем выделения отдельных элементов с помощью изменения цвета, анимации, применения инверсного изображения, выгодного расположения информации на экране, "растяжения" или "сжатия" во времени необходимых процессов и других приемов.

В процессе *осмысления* учебного материала устанавливаются связи между отдельными частями изучаемого объекта и предполагается формирование умений оперировать укрупненными единицами знаний. Понимание свойств изучаемого объекта зависит от интеллектуального развития личности: особенностей памяти, наблюдательности, внимания, навыков аналитико-синтетической деятельности.

Анализ состояния умственной деятельности определяет вид помощи обучаемому. Если же обучаемый не владеет навыками аналитико-синтетической деятельности, то может быть задан алгоритм простого, а затем сложного рассуждения, которое используется для действия по аналогии.

Особая роль в формировании личности принадлежит словесно-логическому мышлению. При изучении какого-либо явления или процесса анализ можно реализовать расчленением его на отдельные части, выделением определенной детали или образа различными приемами. Синтез может быть осуществлен программными средствами путем получения конструкции или образа из отдельных элементов.

Богатые возможности имеет ИКТ и при развитии умственных операций *умозаключения*, *сравнения* и *обобщения*, активизация которых достигается возможностью использования динамического изображения на мониторе (например, мультипликации с использованием игровых персонажей). Оптимизация восприятия может быть достигнута применением примеров и задач, максимально приближенных к реальным условиям.

Процесс *закрепления* учебной информации тесно связан с развитием памяти, поэтому установка на запоминание выдается после анализа результатов осмысления и обобщения. Хотя индивидуальные особенности памяти различны, именно информационно-коммуникационные технологии могут предоставить каждому обучаемому возможность продвигаться в работе со своей скоростью и полностью учесть индивидуальные возможности каждого.

Основным условием запоминания считается осмысленность материала. При использовании возможностей ИКТ осмысленному запоминанию способствует выделение главного в содержании и концентрация на нем внимания (использование цветовых гамм, инверсное изображение, рациональное размещение информации на экране и т. д.). Активизировать запоминание также можно, используя ассоциативные внешние связи и выбор обучаемым индивидуального темпа восприятия. Информационные технологии позволяют осуществлять контроль за основными характеристиками памяти, корректировать их с помощью специальных упражнений, предлагаемых в процессе работы, что способствует тренировке и развитию памяти.

Одним из основных этапов в активизации познавательных процессов является *воспроизведение*, так как именно этот этап позволяет определить уровень

сформированности знаний. ИКТ позволяют оптимизировать процесс воспроизведения знаний с помощью специальных программ тестирования, аудирования, экспертной оценки и др.

Условиями качественного усвоения знаний является полнота и объективность *контроля* на основных этапах процесса усвоения. ИКТ позволяют проводить “следящую обратную связь с непрерывной коррекцией”, что предполагает контроль и корректировку на каждом этапе усвоения знаний.

Таким образом, целью ИКТ является формирование активной, творческой личности будущего специалиста, способного самостоятельно строить и корректировать свою учебно-познавательную деятельность.

Литература

1. Г.М.Киселев, Р.В.Бочкова «Информационные технологии в педагогическом образовании». Учебник. Москва. 2013г.
2. Дичковская И.М. Инновационные педагогические технологии. – К., 2004г.

П.С. Барабанова

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СИНХРОНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В МУЛЬТИПРОГРАММНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Многопоточная работа с вычислительными процессами открывает много возможностей для программирования, но довольно сложна в разработке. Так как процессы работают параллельно возможны конкуренция и конфликты при доступе к общим ресурсам. Для предотвращения возможных конфликтов, операционная система предлагает определенные средства, такие как синхронизация процессов, разделение ресурсов для правильного функционирования системы.

Пренебрежение вопросом синхронизации или недостаточно квалифицированное использование синхронизирующих объектов приведет к снижению надежности и к возрастанию уязвимости системы, неправильному решению задачи или краху системы. Сейчас компьютеры применяются практически в любой области и их корректная работа определяет качественное управление объектами, безопасность человека, поэтому надежность системы или программного продукта – основной фактор их применения [1]. Синхронизация используется для исключения гонок и тупиков при обмене данными между потоками, разделении данных, при доступе к процессору и устройствам ввода-вывода. Но такие аспекты параллельного программирования вызывают много вопросов, по-

этому необходимо представить, в наиболее удобном для студентов, интерактивном виде.

Основная трудность заключается в умении правильно использовать достоинства мультипрограммной системы и объектов синхронизации. Если средствами пользоваться неаккуратно, то в мультипрограммной системе процесс будет находиться в состоянии взаимоблокировки (тупика), когда он ожидает события, которое никогда не произойдет, т.е. использование системы будет ненадежно [2].

Изучение этих разделов и их применение традиционно сложный вопрос для студенческой аудитории, поэтому целесообразно разработать интерактивную систему – программный комплекс, который позволит повысить эффективность изучения этих разделов.

Для повышения эффективности изучения процессов синхронизации в операционных системах предлагается программный комплекс, позволяющий моделировать эти процессы и обеспечивать интерактивный режим обучения, интегрирующий изучение теоретического материала и лабораторные занятия.

Программный комплекс содержит две компоненты: контент (содержание лекций по теме синхронизации) и набор подключаемых гиперссылками, практических примеров (программ), иллюстрирующих теоретический материал.

С учетом, необходимых требований, был разработан графический пользовательский интерфейс программного комплекса для изучения процессов синхронизации вычислительных процессов в мультипрограммных системах.

Данный интерфейс позволяет в интерактивном режиме:

изучать работу синхронизирующих объектов (блокирующие переменные, семафоры, мьютексы, мониторы, барьеры, сообщения) [2];

демонстрировать условия возникновения взаимных блокировок, а также обнаруживать и устранять их при наличии одного или нескольких ресурсов каждого типа [2];

изучать теоретический материал по синхронизации и взаимным блокировкам процессов и потоков;

проверять результаты усвоения материала с помощью контрольных вопросов.

Программный комплекс отличается возможностью в интерактивном режиме изучать теоретические аспекты синхронизации и возникновения взаимоблокировок, т.е. позволяет перейти от технологии обучения «лекции и лаборатория» к «лекция - лаборатория», что повышает эффективность усвоения изучаемого материала

На рисунке 1 представлена панель выбора лекций с выбранной лекцией «Семафоры»

На рисунке 2 представлен конец данной лекции, в котором размещены контрольные вопросы по лекции и гиперссылки на примитив синхронизации. Для лучшего понимания теории работа синхронизирующего объекта показывается на примере конкретной задачи с применением синхронизации и без нее.

На рисунке 3 показан пример работы семафора с помощью такой классической иллюстрации проблемы синхронизации, как «Проблема обедающих философов».

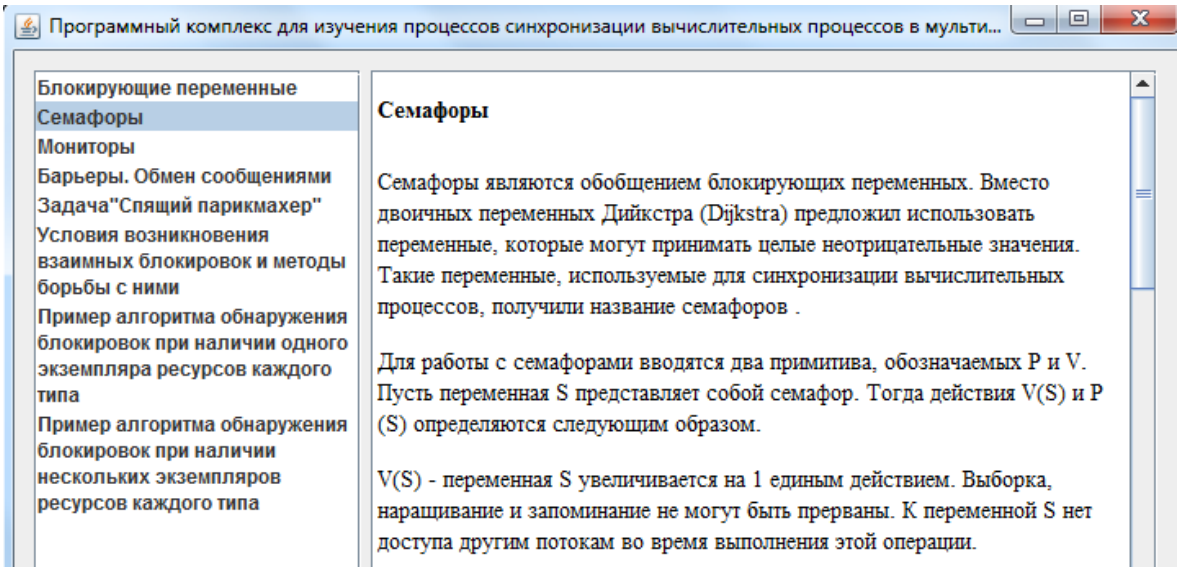


Рисунок 1 – Лекция «Семафоры»

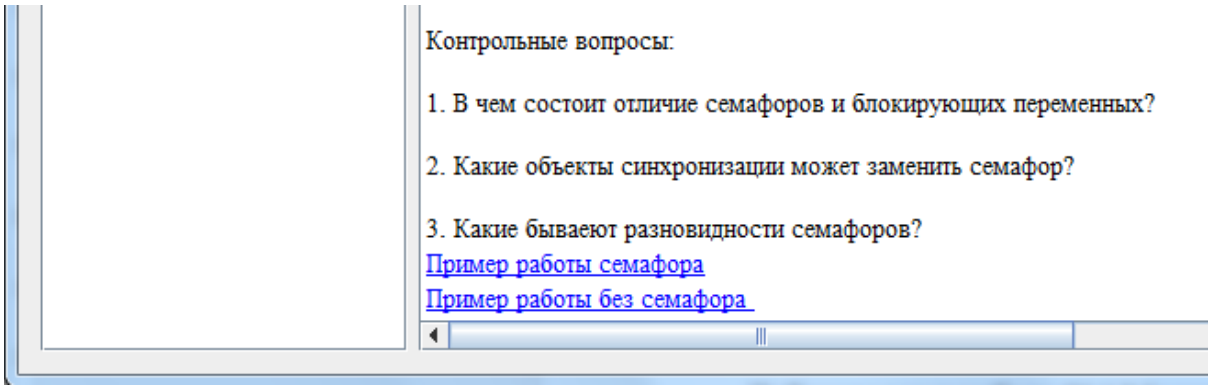


Рисунок 2 - Контрольные вопросы и гиперссылки на примеры

В комплексе также рассматриваются взаимные блокировки, условия их возникновения и алгоритмы обнаружения при наличии одного или нескольких экземпляров ресурсов каждого типа [2].

Если каждый процесс из множества процессов ожидает события, которое только другой процесс данного множества может вызвать, тогда все процессы множества находится в тупиковой ситуации. Ни один из них не сможет инициировать событие, которое разбудило бы другого члена множества, так как все процессы чего-то ожидают, и, следовательно, все процессы будут спать.

Рассмотрим пример с обнаружением взаимоблокировок при наличии одного экземпляра ресурсов каждого типа, на панели лекций представлена лекция «Пример алгоритма обнаружения блокировок при наличии одного экземпляра ресурсов каждого типа».

В конце данной лекции есть гиперссылка на пример, необходимо перейти по ней. В качестве примера выполнения были использованы начальные данные, указанные на рисунке 4.

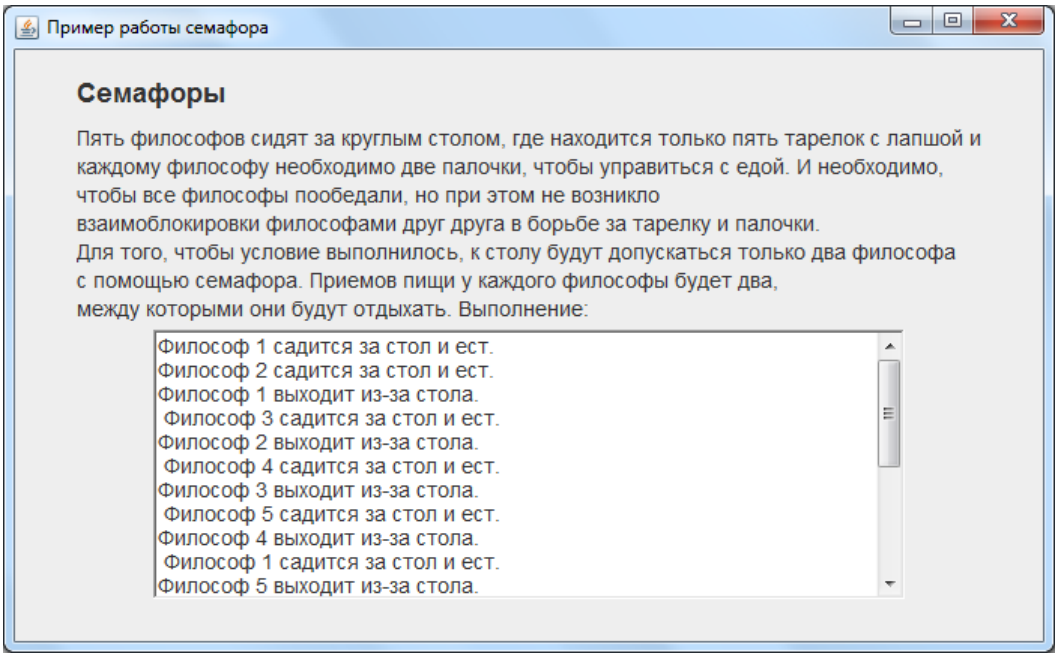


Рисунок 3 – Решение классической проблемы семафором

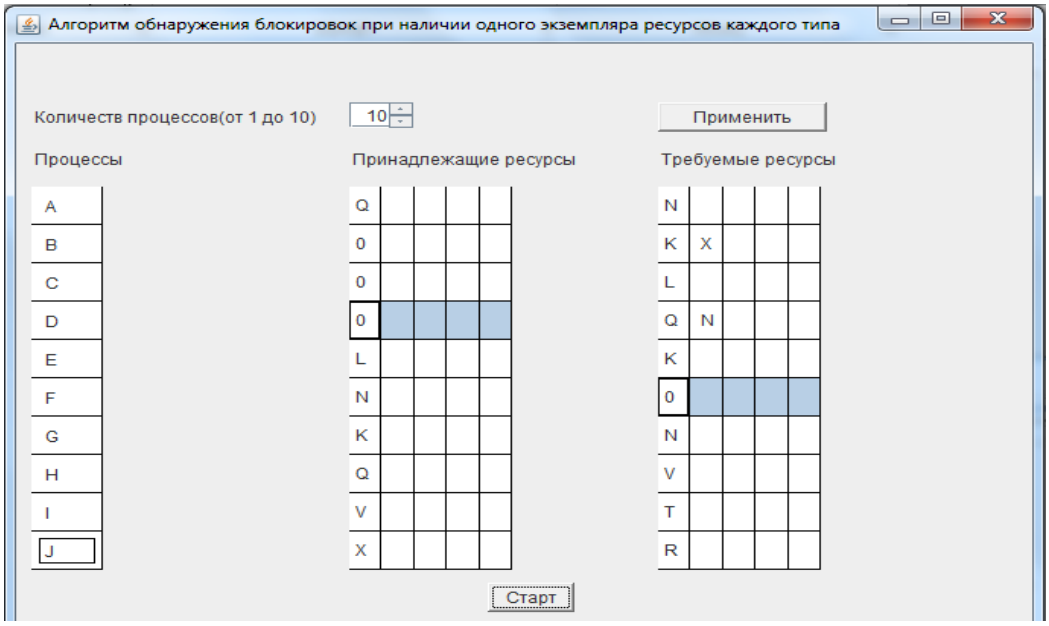


Рисунок 4 – Программа обнаружения блокировок при наличии одного экземпляра ресурсов каждого типа

Если взаимная блокировка обнаруживается, то комплекс выдаст сообщение: «Обнаружен цикл».

Программный комплекс успешно применяется при решении прикладных инженерных задач, например, для моделирования взаимодействия вычисли-

тельных процессов в системах реального времени для мониторинга по динамическим параметрам различных транспортных объектов.

Важнейшей задачей таких систем является идентификация сигналов источников информации в узлах объектов, недоступных для прямых измерений [3]. Вычислительные эксперименты на базе комплекса позволили разработать программное обеспечение и выбрать оптимальную по соотношению «производительность – цена» архитектуру вычислительной системы для обработки в реальном времени сигналов системы идентификации по геометрическим параметрам подвижного состава железнодорожного транспорта.

Литература

1.Липаев В.В. Надежность и функциональная безопасность комплексов программ реального времени: монография. – М.- Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 281 с.

2.Таненбаум Э. Современные операционные системы. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2002. - 1040 с.3. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Сетевые операционные системы. – СПб.: Питер, 2002. – 544 с.

3.Засов В.А. Алгоритмы и устройства для идентификации входных сигналов в задачах контроля и диагностики динамических объектов /В.А. Засов, М.А. Тарабардин, Е.Н. Никоноров // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. акад. С.П. Королева, 2009, №2(18). – С.115-123.

М.Е. Воронухин, В.А. Засов

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Одним из разделов при изучении курса операционных систем является мультипрограммный способ организации вычислительных процессов, в который входит тема планирования и диспетчеризации процессов и потоков операционной системой. Разнообразный и сложный материал по этой теме затрудняет ее изучение студенческой аудиторией, особенно в условиях ограничений аудиторных часов.

Для повышения эффективности изучения планирования процессов и диспетчеризации в операционных системах предлагается программный комплекс, позволяющий моделировать эти процессы и обеспечивать интерактивный режим обучения, интегрирующий изучение теоретического материала и лабораторные занятия.

Целью работы является разработка программного комплекса, позволяющего: представлять содержимое темы в виде интерактивных лекций, при изучении которых дается возможность познакомиться с примерами моделей алго-

ритмов планирования вычислительных процессов в операционных системах, смоделировать эти модели, определять и устранять опоздания при выполнении задач, проверять полученные знания на контрольных примерах и задачах.

Программный комплекс позволяет моделировать широкий класс алгоритмов планирования: квантованием времени, абсолютными и относительными приоритетами, динамически меняющимися приоритетами, определяемыми предельными сроками выполнения задач, частотно-монотонными алгоритмами и т.д [1,2].

Комплекс позволяет для заданных периодов и сроков выполнения задачи выбрать и моделировать планировщик, обеспечивающий, с одной стороны, соблюдение сроков выполнения задач, с другой – минимальное время холостого хода вычислительных систем.

Графический интерфейс позволяет в удобной и понятной студентам форме отображать профиль выполнения процессов, временные диаграммы процессов для разных алгоритмов планирования.

Данный разработанный программный комплекс может использоваться как на занятиях с преподавателем, так и при самостоятельной работе студентов. Также комплекс может быть применен в научных исследованиях и прикладных инженерных задачах при разработке вычислительных систем.

Подробно изучить теоретический материал темы позволяет графический интерфейс со списком лекций (рисунок 1). В лекциях содержатся гиперссылки, с помощью которых можно открыть модель алгоритма планирования и изучить его работу непосредственно во время работы с лекцией (рисунок 2).

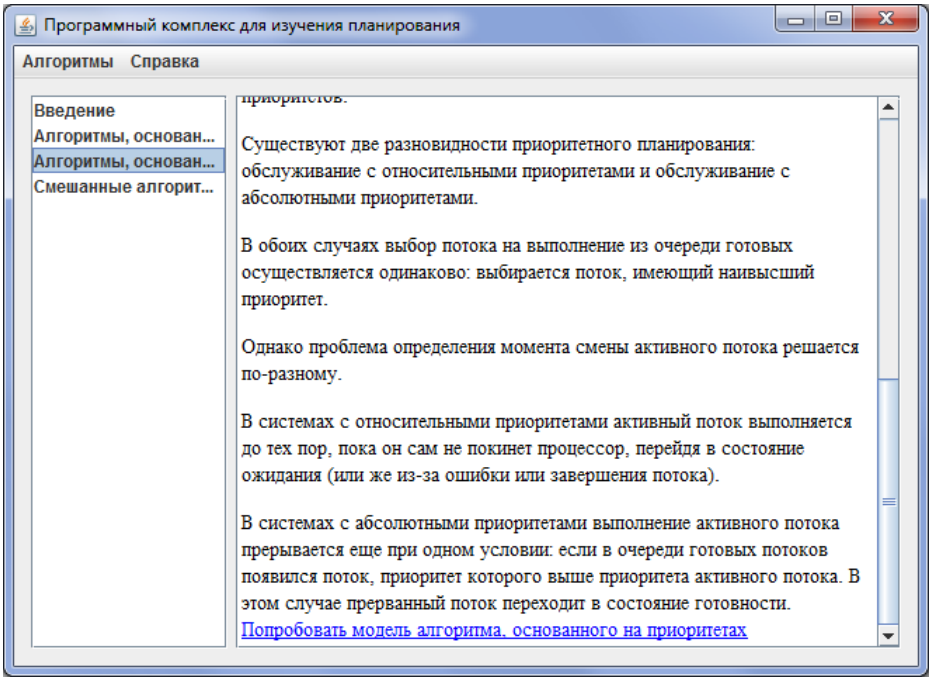


Рисунок 1 - Список тем лекций

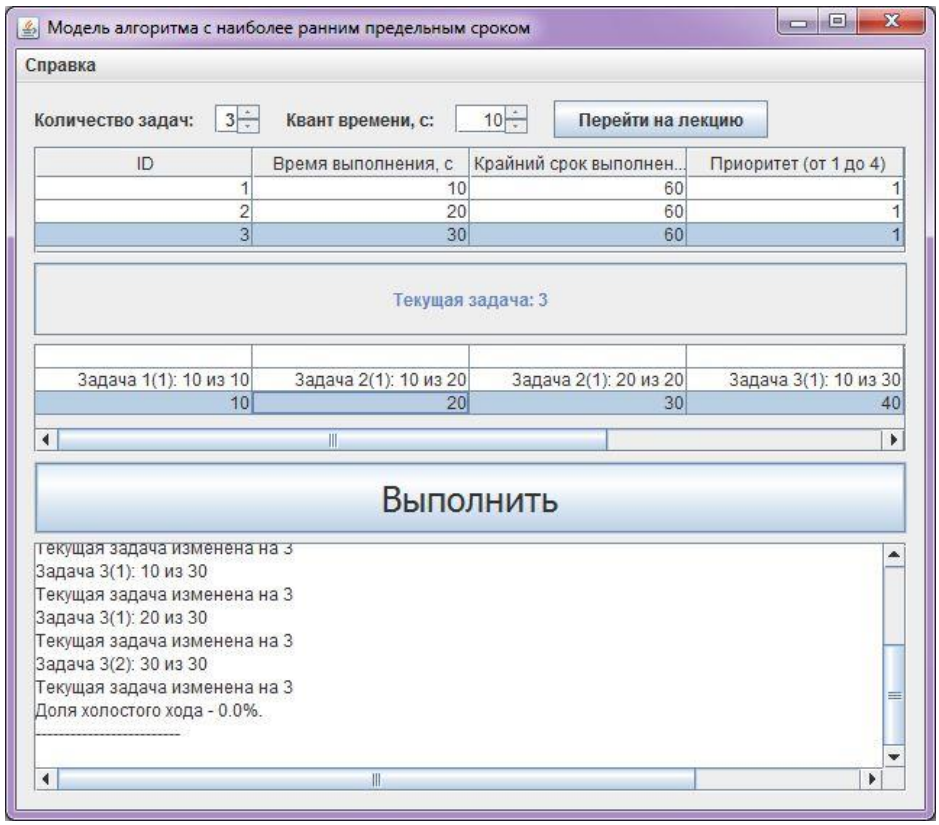


Рисунок 2 – Демонстрация модели алгоритма планирования

Во время работы с моделью алгоритма планирования пользователь может задать нужное количество задач для планирования, значение времени квантования, имитирующее количество тактов, выделяемых процессором для каждой задачи, и условия для каждой из задач: время выполнения, крайний срок выполнения задачи и приоритет задачи (для алгоритмов с приоритетами).

При выполнении алгоритмов планирования могут возникать опоздания процессов. Для того, чтобы устранить возникающие при работе опоздания, применяются несколько методов.

Одним из таких методов является увеличение производительности процессора, что приведет к уменьшению времени выполнения процессов. Увеличение производительности процессора можно оценить величиной отношения $\Delta C/C$, где C – время выполнения процесса, а ΔC – количество времени, которого не хватило процессу для завершения работы без опоздания.

Также, если имеет место быть ограничение по ресурсам, например, производительности процессора, то возможно увеличение времени периода следования задачи при увеличении времени холостого хода. При этом холостой ход появится у всех задач, кроме целевой, для которой устраняется опоздание.

Если при выполнении алгоритма планирования обнаружено опоздание, то программа оповещает пользователя об этом и, при желании, найденное опоздание можно устранить.

Во многих ОС алгоритмы планирования построены с использованием как концепции квантования, так и приоритетов. Например, в основе планирования

лежит квантование, но величина кванта и/или порядок выбора потока из очереди готовых определяется приоритетами потоков.

Зачастую, при изучении темы планирования процессов, студенты работают именно со смешанными алгоритмами, так как их удобно представлять в виде диаграмм выполнения процессов и рассматривать различные алгоритмы планирования.

Примеры диаграмм показаны на рисунках 3,4. На рисунках указаны номера задач с их итерациями, процесс выполнения той или иной задачи, кванты времени и, при возникновении опозданий, указывается место возникновения опоздания.

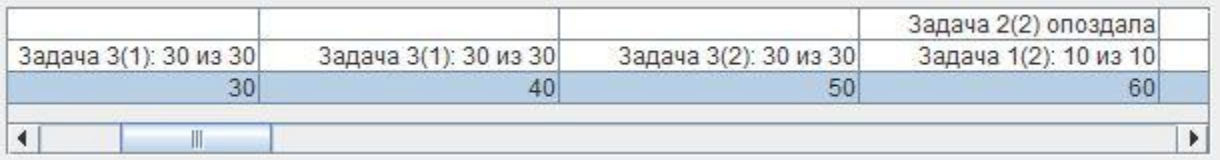


Рисунок 3 - Диаграмма выполнения алгоритма планирования
(при наличии опоздания одного из процессов)

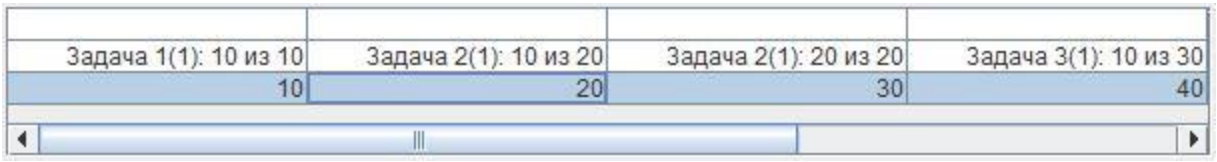


Рисунок 4 - Диаграмма выполнения алгоритма планирования
(опоздание процесса 2 устранено)

Для удобного отслеживания хода выполнения алгоритма планирования и, при надобности выполнения отчетов по лабораторным работам, на окне модели алгоритма присутствует журнал выполнения алгоритма (рисунок 5).

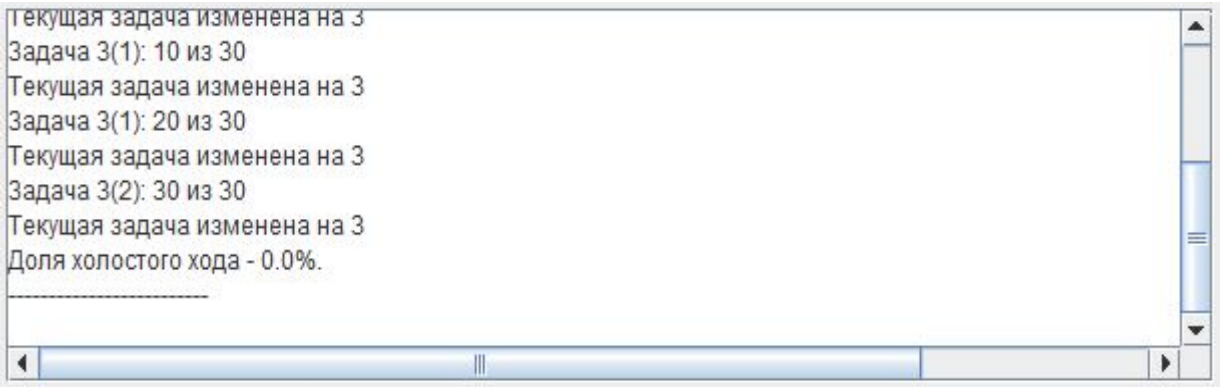


Рисунок 5 - Журнал выполнения алгоритма

Программный комплекс успешно применяется при решении прикладных инженерных задач. Например, комплекс использовался для моделирования ор-

ганизации вычислительных процессов в системах реального времени для мониторинга по динамическим параметрам различных транспортных объектов.

Важнейшей задачей таких систем является идентификация сигналов источников информации в узлах объектов, недоступных для прямых измерений [3]. Проведенные на комплексе вычислительные эксперименты позволили разработать программное обеспечение и выбрать оптимальную по соотношению «производительность – цена» архитектуру вычислительной системы для обработки в реальном времени сигналов системы контроля тормозного оборудования грузовых поездов.

Литература

1. Сетевые операционные системы/ В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2008. – 669 с.: ил.

2. Таненбаум Э. Современные операционные системы: 2-изд. . – СПб.: Питер, 2002. – 1040 с.: ил.

3. Засов В.А. Алгоритмы и устройства для идентификации входных сигналов в задачах контроля и диагностики динамических объектов /В.А. Засов, М.А. Тарабардин, Е.Н. Никоноров // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. акад. С.П. Королева, 2009, №2(18). – С.115-123.

В.П. Дерябкин, Л.Д. Котов

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОКУМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ ВУЗА

(Самарский государственный технический университет)

Сфера использования семантических технологий постоянно расширяется [1,2]. Известны многочисленные примеры применения онтологического моделирования в различных предметных областях, в том числе, в системе высшего образования [3,4].

В докладе обсуждаются особенности технологии построения и структура OWL-онтологии основных документальных образовательных ресурсов кафедры высшего учебного заведения, специализирующейся на подготовке и выпуске в соответствии с государственными образовательными стандартами (ГОС) бакалавров и магистров.

Онтологическая модель и построенная на её основе база знаний позволяет ответить на следующие вопросы:

- какие основные документальные ресурсы, включая учебно-методические материалы, используются для обеспечения учебного процесса по специализации кафедры;
- какова полнота и актуальность ресурсов;
- где расположены ресурсы и какими являются условия доступа к ним со стороны студентов и преподавателей.

Ответы на данные вопросы существенно влияют на результаты учебной деятельности кафедры по конкретной специализации и получение соответствующей лицензии.

Онтологическая модель некоторой предметной области представляет собой структуру данных, содержащую определения классов объектов, связей и характеристик объектов (индивидуалов), правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области .

Далее изложен порядок разработки онтологии, которому могут следовать любые выпускающие кафедры. Этапы разработки соответствуют технологии онтологического моделирования, приведённой в [1,5]. В качестве инструментальной системы использован редактор Protégé 5.0 [6]. Для иллюстрации изложения использован конкретный пример – межвузовская кафедра информационных и развивающих образовательных систем и технологий (ИРОСТ) Самарского государственного технического университета, выпускающая бакалавров и магистров по направлению «Информационные системы и технологии».

На первом этапе формулируются ограничения модели.

1. Модель составляется в рамках выпускающей кафедры (ИРОСТ).
2. Модель составляется в рамках определённой специализации бакалавриата (09.03.02) и магистратуры (09.04.02).
3. Период существования рабочих программ дисциплин (РПД) ограничен (+-5 лет от текущего момента).
4. В модели присутствуют только доступные преподавателям и студентам документальные ресурсы.

Второй этап – определение индивидуалов – основных объектов онтологического моделирования на основе анализа учебной деятельности кафедры и цели моделирования.

1. A1 – Дисциплина.
2. A2 – Учебный план.
3. A3 – Рабочая программа дисциплины (РПД).
4. A4 – Государственный образовательный стандарт (ГОС).
5. A5 – Учебник.
6. A6 – Пункт размещения.
7. A7 – Монография.
8. A8 – Учебный видеоматериал.
9. A9 – Учебное пособие.
10. A10 – Методические указания.

Третий этап – это идентификация и классификация, построение адекватной модели предметной области. Отмечаем, что все объекты, кроме Дисциплина и Пункт размещения, являются документами – документальными ресурсами (в том числе электронные копии). Поэтому в качестве классов верхнего уровня определяем: Дисциплина, Образовательный ресурс, Пункт размещения. Учитывая специфику расположения пунктов размещения, дополним список объектов:

1. A11 – Библиотечный корпус 1.

2. А12 – Библиотечный корпус 2.
3. А13 – Интернет.
4. А14 – Локальная сеть кафедры.

Считая все объекты членами одноимённых классов, эскиз модели можно представить в виде следующих иерархий классов:

- Дисциплина.
- Образовательный ресурс (ГОС, РПД, Учебный методический материал, Учебный план).
- Учебный методический материал (Методические указания, Монография, Учебник, Учебное пособие, Учебный видеоматериал).
- Пункт размещения (Библиотечный корпус 1, Библиотечный корпус 2, Интернет, Локальная сеть кафедры).

Дополняя иерархии классами объектов, важных при рассмотрении учебной деятельности кафедры, заносим определения классов в редактор Protégé (рис.1).

При необходимости развитие иерархий классов можно продолжить.

Четвёртый этап – определение объектных свойств (связей и отношений между классами) и свойств данных – литералов со значениями характеристик объектов. На данном этапе формулируются утверждения относительно отношений между классами. Иерархия классов определяет стандартное отношение ISA (обобщение), поддерживаемое редактором автоматически.

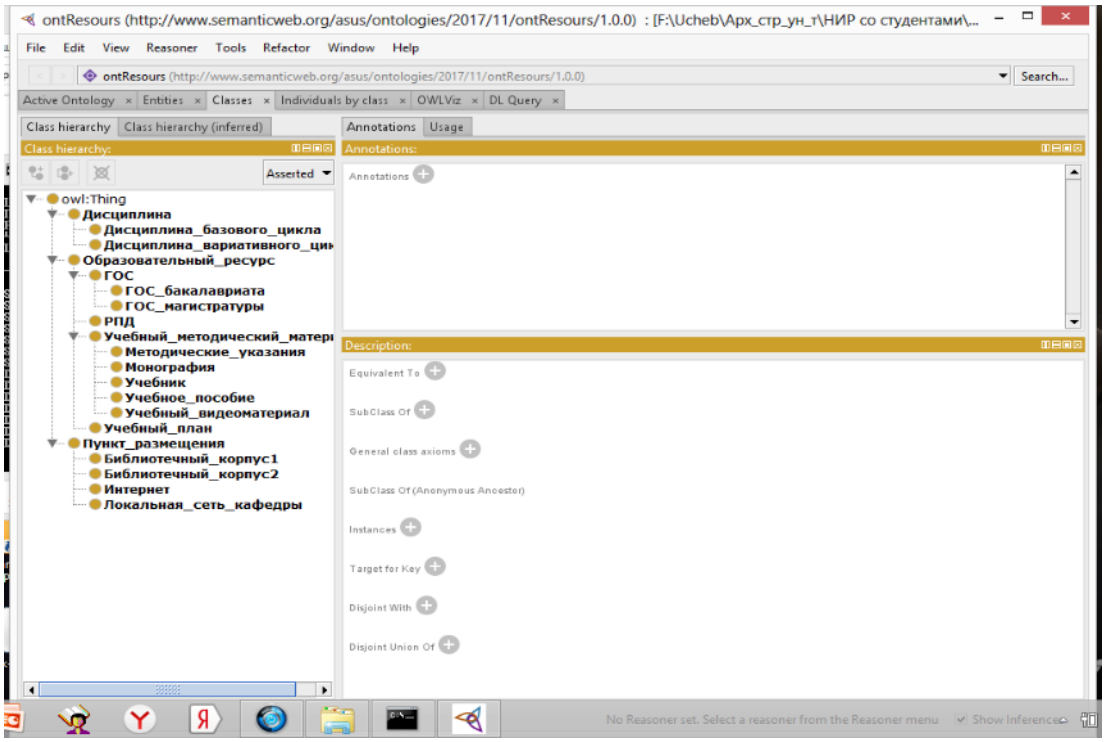


Рис.1. Иерархия классов онтологической модели

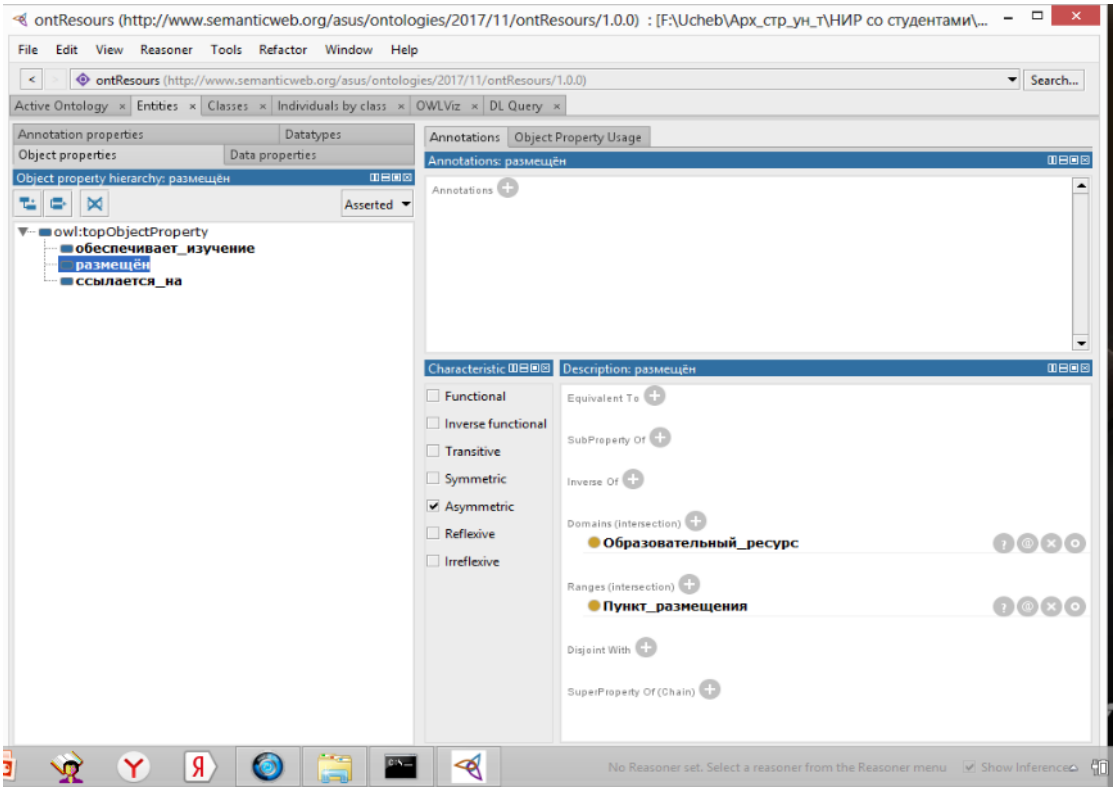


Рис.2. Иерархия объектных свойств онтологической модели

Определим следующие нестандартные отношения для некоторых объектов A и B, характерные для рассматриваемой предметной области:

- A **обеспечивает изучение** B (например, РПД «Б1.Б.02.02» обеспечивает изучение дисциплины «Проектирование информационных систем»);

- A **размещён** в B (например, учебное пособие «Дерябкин В.П., Козлов В.В. Проектирование ИС по методологии UML» размещено в пункте размещения «Абонемент библиотеки СамГТУ корпус 1»):

- A **ссылается на** B (например, РПД «Б1.Б.02.02» ссылается на ГОС «09.04.02 Информационные системы и технологии»).

Результат определения этих свойств в редакторе Protégé представлен на рис.2.

Выделенное свойство «размещён» применимо к объектам класса «Образовательный_ресурс» (domain). Значениями этого свойства являются объекты класса «Пункт_размещения» (range).

Свойства данных (литералы) определяются как характеристики объектов со значениями предопределённых стандартных типов. В рассматриваемой модели для объектов всех классов вводится свойство «название », а для объектов класса «Пункт_размещения» - «адрес» типа xsd:string.

Пятый этап – размещение объектов (индивидуалов) и указание значений их свойств завершает построение онтологической модели и соответствующей базы знаний.

Предлагаемая онтологическая модель встраивается в информационную образовательную среду ВУЗа как непрерывно развиваемая унифицированная структура и при использовании предусмотренной в редакторе машины логиче-

ского вывода позволит значительно повысить эффективность управления учебной деятельностью выпускающей кафедры.

Литература

1. ООО «ТриниДата». Горшков С. Введение в онтологическое моделирование – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://trinidata.ru (Дата обращения 20.12.2017).
2. Антониоу, Г. Семантический веб [Текст] / Г. Антониоу, П. Григ, Ф. ван Хармелен, Р. Хоекстра. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 240 с.
3. Фролова, Н.Б. Разработка OWL-онтологии образовательных ресурсов СГТУ [Текст] / Н.Б. Фролова // Вестник ВГУ, серия «Системный анализ и информационные технологии», 2016, №3. – С.149–158.
4. Гаврилова, Э. А. Проектирование и реализация платформы для создания порталов вузов по технологии Semantic Web : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.11 [Текст] / Э.А. Гаврилова // [Место защиты: Ин-т систем. программирования]. - Москва, 2011.- 96 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/2672.
5. Создание онтологии в Protégé 5.0 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://itnan.ru/post.php?c=1&p=277413 (Дата обращения 21.12.2017)
6. Protégé. Официальный сайт редактора - [Электронный ресурс] - Режим доступа:http://protege.stanford.edu (Дата обращения: 10.12.2017).

А.Е. Ержан

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА «ITSGIS. ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ»

(Самарский университет)

Развитие сети дорог, резкий рост количества транспорта породил целый ряд проблем. Дорожно-транспортный травматизм является самым распространенным видом детского травматизма. В настоящее время безопасность становится обязательным условием и одним из критериев эффективности деятельности образовательного учреждения (ОУ). По статистике в стране почти 30 млн. обучающихся, воспитанников и педагогов, то есть пятая часть населения, а с учетом членов их семей – более половины населения страны. Именно этим определяется место и роль обеспечения безопасности ОУ в системе национальной безопасности России [1]. В настоящее время безопасность становится обязательным условием и одним из критериев эффективности деятельности ОУ, поэтому автоматизация построения паспортов безопасности ОУ является актуальной задачей, использование информационных технологий обеспечит поддержку соблюдения стандартов паспортов безопасности и возможность их изменения в случае изменения структуры ОУ.

Один из способов создания паспортов безопасности – создание их с помощью геоинформационных систем (ГИС), в состав которых входят электрон-

ные карты, таким образом паспорт безопасности можно «привязать» к местности и разместить на них все основные элементы. Плагин «Построение паспорта безопасности образовательного учреждения» реализуется в ГИС ITSGIS.

ГИС ITSGIS предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной системы [2]. Она построена на трехзвенной клиент-серверной архитектуре (рис. 1): на сервере приложений располагается ядро системы и различные плагины, на сервере базы данных хранится информация обо всех объектах и пользователях системы, для работы с системой на клиентской машине должно быть установлено приложение, обеспечивающее связь с ITSGIS.

Автор разрабатывает плагин для ГИС ITSGIS «Паспорт безопасности ОУ», с ним может работать только пользователь, обладающий соответствующими правами, чаще всего это администратор.

На рис. 2 приведена диаграмма вариантов использования, которая отражает основные функции, которые может выполнять пользователь при работе с плагином.

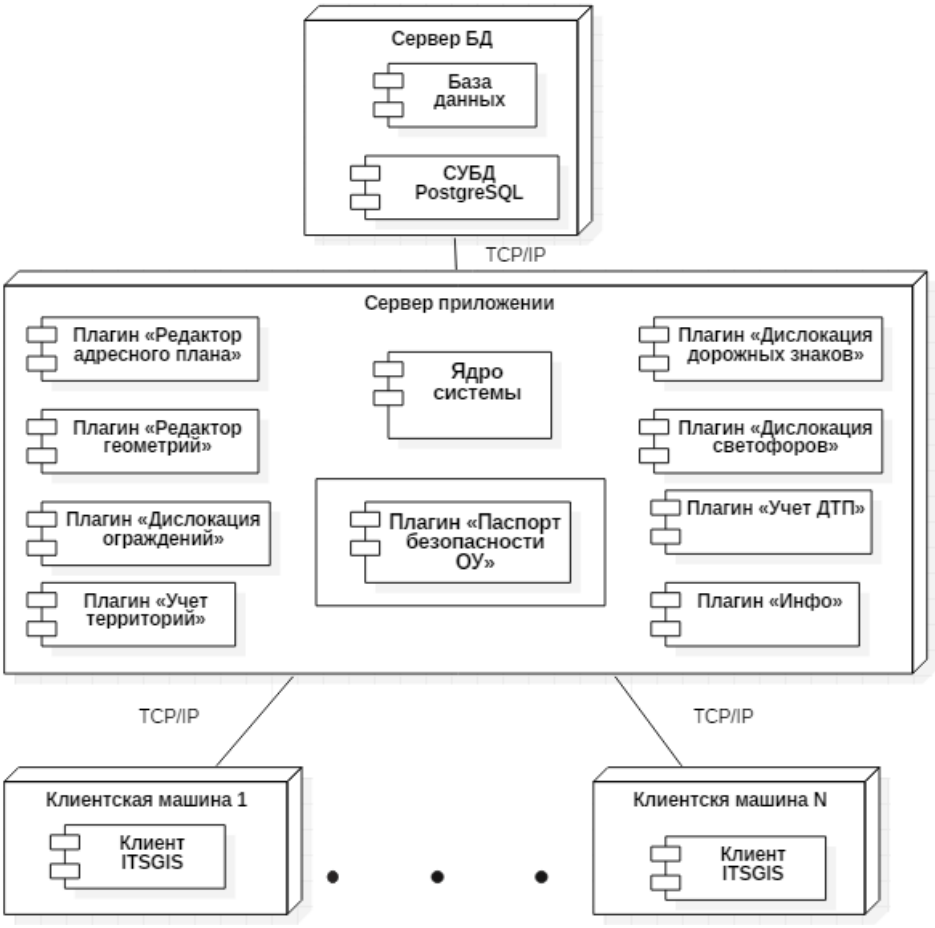


Рис.1. Архитектура системы ITSGIS

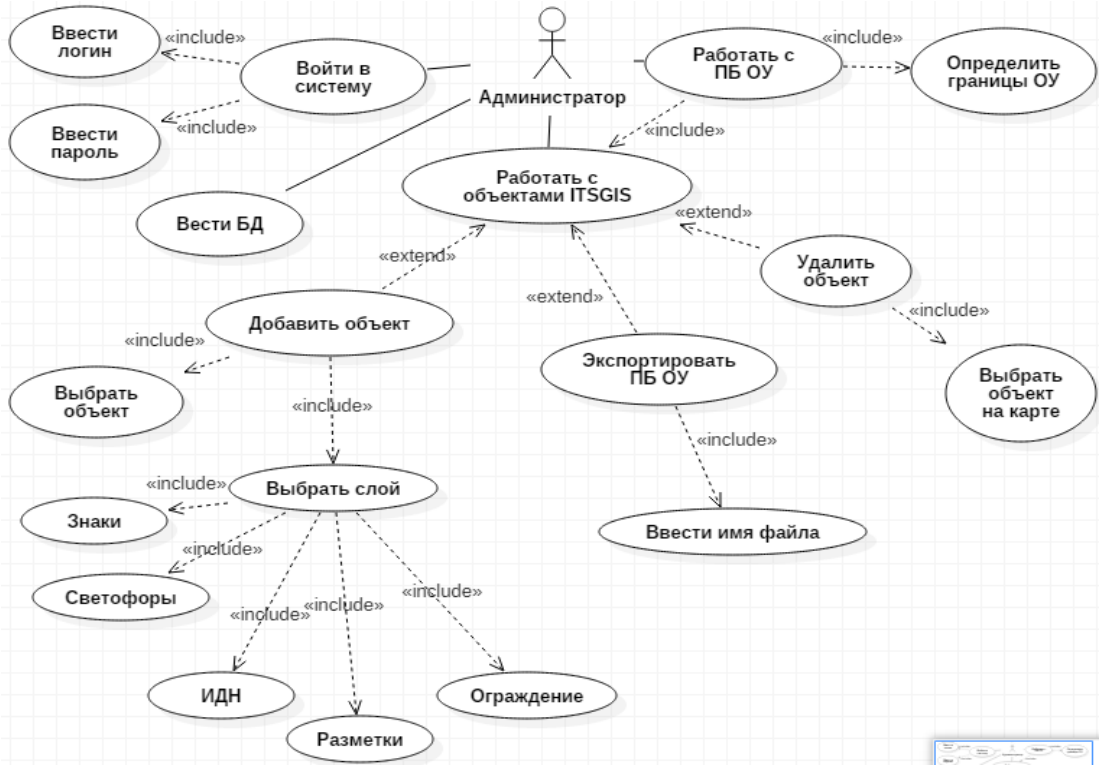


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

Для построения паспорта безопасности необходимо выбрать карту местности (города, поселка и т.п.), затем выбрать образовательное учреждение (здание или комплекс зданий) и определить границы его территории. После этого пользователь должен разместить дорожные знаки вокруг этой территории, определить разметку дорог, при необходимости поставить светофоры (с учетом маршрутов движения пешеходов), определить маршруты движения общественного и личного транспорта, в том числе и на территории ОУ. Для этого в системе ITSGIS предусмотрена возможность выбора слоев: знаков, разметки, светофоров и т.п.

После окончание работы можно экспортировать паспорт безопасности в файл формата AutoCAD, где пользователь сможет его отредактировать и привести к требуемому виду, а также распечатать на бумажном носителе.

Литература

1. Обеспечение безопасности образовательного учреждения [Электронный ресурс]. URL: http://universalinternetlibrary.ru/book/ 36326/ogl.shtml (дата обращения: 12.03.2018).

2. Некоторые аспекты обеспечения безопасности образовательных учреждений [Электронный ресурс]. URL: http://www.edit.muh.ru/content/mag/trudy/01_2010/05.pdf (дата обращения 13.03.2018).

Ж.Б. Жуматаева, В.В. Запорожко

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО УЧЕБНОГО ПРОДУКТА КАК СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Оренбургский государственный университет)

Обучение с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) постепенно переходит из непривычного нововведения в один из стандартных компонентов учебного процесса. В связи с этим требования к современным школам изменились. Стало актуальным внедрение новых подходов к обучению с использованием ИКТ, обеспечивающих формирование и развитие индивидуальных способностей, талантов, умения учиться, личностных качеств обучающихся и других составляющих компетентностей.

Сегодня стал актуальным вопрос о поиске новых и более эффективных моделей организации учебного процесса, что привело к появлению различных форм смешанного обучения. Смешанное обучения совмещает в себе как занятия в аудитории, так и сетевые занятия.

Смешанное обучение – образовательный подход, который совмещает обучение с участием учителя и онлайн-обучение. Смешанное обучение предполагает элементы самостоятельного контроля учеником образовательного маршрута, времени, места и темпа обучения [1].

При реализации различных моделей смешанного обучения активно используются мультимедийные технологии.

Мультимедиа – это представление объектов и процессов не традиционным текстовым описанием, а с помощью видео, анимации, фото, графики, звука, то есть во всех известных сегодня формах. Обогащая процесс обучения, мультимедиа технологии позволяют сделать обучение более эффективным, при этом делая процесс восприятия информации как можно больше доступным, понятным и интересным [2].

Мультимедиа технологии являются эффективным средством, повышающим качество изучения предметов в школе посредством реализации следующих своих достоинств:

– интерактивность, структуризация и визуализация обучения, которые создают условия для концентрации внимания при объяснении нового материала за счет удобной навигации и динамичности предоставляемой информации;

– организация самостоятельной учебной деятельности с помощью применения практических методов обучения;

– развитие наглядно-образного мышления и развитие процессов восприятия информации с помощью объединения в презентации информации различного типа;

– экономия времени за счет одновременного изложения учителем теоретических сведений и демонстрации материала с высокой степенью наглядности;

– повышение мотивации обучающихся с помощью интерактивности материала, которая возрастает благодаря применению мультимедийных эффектов;

– формирование информационной культуры обучающегося с помощью разнообразных форматов подачи материала, что развивает навыки работы с информацией;

– организация индивидуальной работы учащихся, развитие их познавательной самостоятельности и творчества;

– совершенствования методов и технологий отбора и формирования содержания образования.

Выявленные нами достоинства поспособствовали созданию мультимедийного учебного продукта «Курс информатики. 7 класс». Главным преимуществом разработанного электронного образовательного ресурса является то, что он подходит как для самостоятельного изучения материала при реализации технологии смешанного обучения, так и для групповой работы в классе (например, в рамках «перевернутого класса»).

На рисунке 1 представлены основные достоинства применения мультимедийного учебного продукта в образовательном процессе.

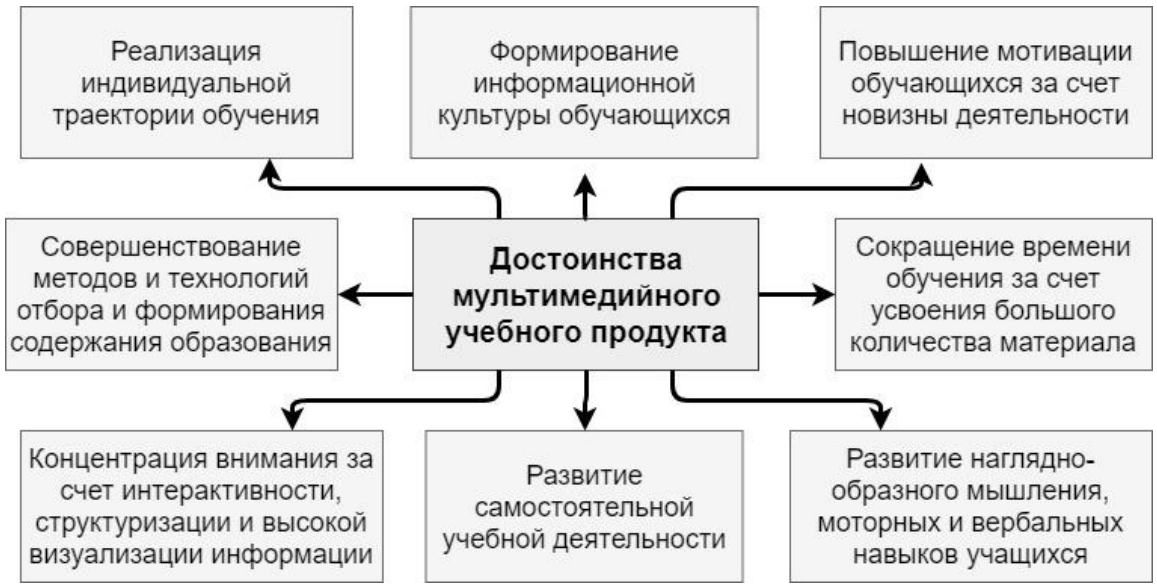


Рисунок 1 – Достоинства мультимедийного учебного продукта

Для создания мультимедийного учебного продукта было выбрано инструментально программное средство – Articulate Storyline 2, главной особенностью которого является простота и интуитивность интерфейса. Также созданный продукт легко адаптируется под мобильное устройство, что упрощает взаимодействие с программным средством [3].

Рассмотрим процесс создания мультимедийного учебного продукта «Курс информатики.7 класс» более подробно. Разработка теоретического материала и практических заданий осуществлялась в области слайдов, представленной на рисунке 2. После добавления нового слайда происходил выбор его типа из набора имеющихся шаблонов (рисунок 3).

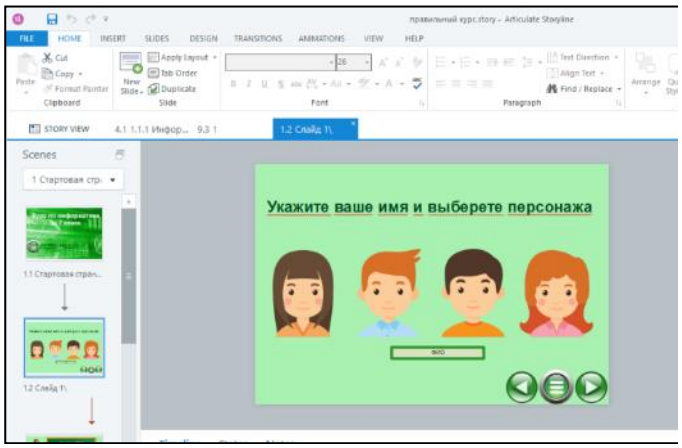


Рисунок 2 – Окно разработки слайдов

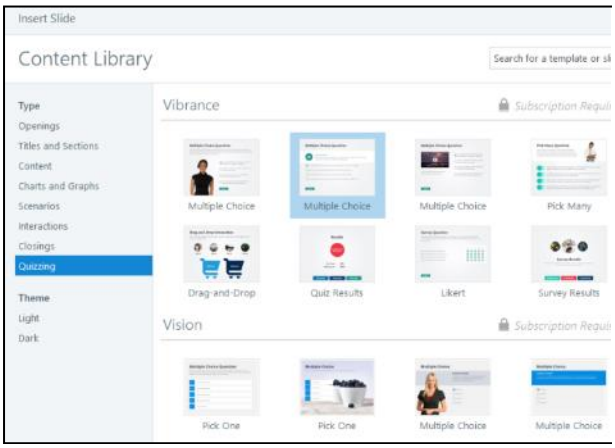


Рисунок 3 – Шаблоны слайда

Важной особенностью Articulate Storyline является то, что каждый медиа объект размещается на дополнительном слое, который показывает различные состояния слайда. Изменение состояния объекта настраивается с помощью триггеров, которые позволяют запрограммировать «поведение» объектов на слайдах (рисунок 4).

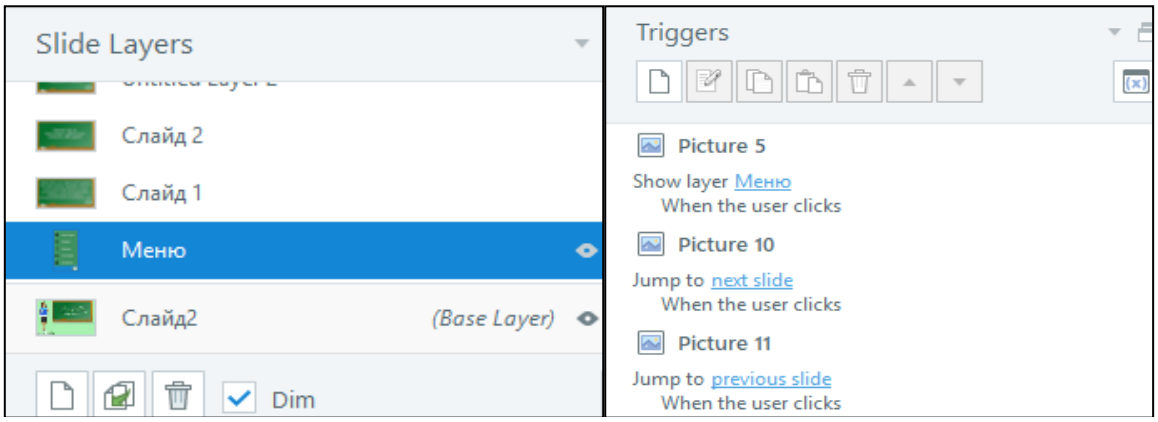


Рисунок 4 – Окно редактирования слоя и триггеров

Articulate Storyline позволяет ярко оформить слайды благодаря множеству объектов, которые можно добавить из базы шаблонов или создать самостоятельно (рисунок 5).

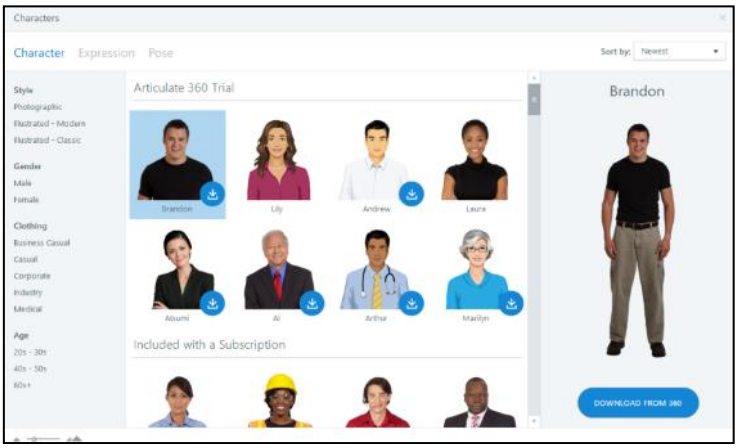


Рисунок 5 – Выбор персонажа

Разработанный нами мультимедийный учебный продукт является учебно-методическим сопровождением школьного учебника информатики за 7 класс. Предложенный продукт содержит в себе базовый теоретический материал, практикумы, интерактивные тестовые задания для самоконтроля (рисунок 6).

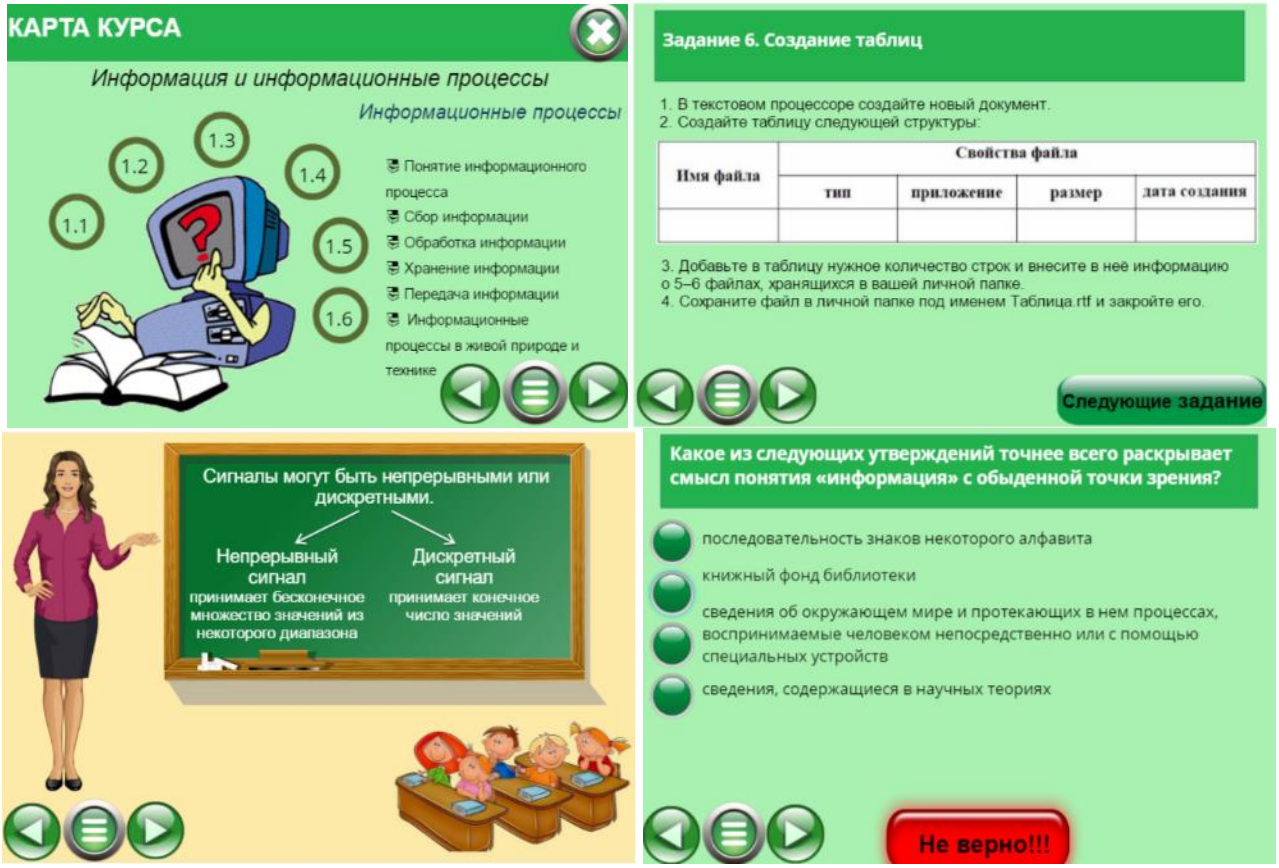


Рисунок 6 – Демонстрация мультимедийного учебного продукта «Курс информатики. 7 класс»

В дальнейшем планируется обогатить содержание мультимедийного учебного продукта авторскими видеороликами, 3D анимацией, модулями геймификации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00400.

Литература

1. Андреева, Н.В. Шаг школы в смешанное обучение / Н.В. Андреева, Л.В. Рождественская, Б.Б. Ярмахов. – Москва: Рыбаков фонд, 2016. – 280 с.

2. Осин, А.В. Мультимедиа в образовании / А.В. Осин. – М.: Ритм, 2003. – 250 с.

3. Harnett, S. Learning Articulate Storyline / S. Harnett. – Gardners Books, 2014. – 316 p.

О.Я. Зияева, С. Меликузиева, Н. Жураева

ЗНАЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ

(Багдадский педагогический колледж, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии, Узбекистан)

Сегодня, благодаря быстрому развитию информационных и коммуникационных технологий в личности, глубокие изменения происходят во всех аспектах жизни человека. Информационные и коммуникационные технологии охватывают все аспекты жизни человека, как предпринимательскую деятельность, так и коммуникации, бытовую и культурную сферу.

Необходимость внедрения информационных технологий в учебный процесс началась с введения новизны, изменения методов, форм и методов с 70-80-х годов. Нестандартные курсы улучшаются за счет использования информационных технологий и педагогических технологий.

Глобализация требует использования современных информационных и коммуникационных технологий в образовании. Без использования современных методов обучения и ИКТ учитель не может добиться эффективных результатов в своей профессиональной деятельности. Однако важно правильно определить цель и цель образования, его методы и его организационные формы.

Все современные технологии призваны сделать нашу жизнь удобнее. С появлением компьютера выполнение многих процессов стало не только быстрее, но еще надежнее и эффективнее, при этом появилась возможность выполнять многие действия, не выходя из дома. Покупка билетов и бронирование отелей, заказ еды, приобретение товаров и услуг через сеть Интернет – все это уже давно стало частью нашей жизни. Не удивительно, что самые передовые технологии используются и в образовательном процессе, позволяя получать более высокие результаты.

Информационными технологиями называют различные способы, механизмы и устройства обработки и передачи информации. Основное средство для этого – персональный компьютер, дополнительное – специальное программное обеспечение, возможность обмена информацией посредством сети Интернет и сопутствующее оборудование. Во многих учебных заведениях информационные технологии до сих пор считаются инновационными – то есть новыми, способными существенно изменить, оптимизировать учебный процесс. И хотя ежедневное использование компьютера уже давно стало нормой, но постоянное появление усовершенствованных программ значительно расширяет образовательные возможности.

Вот только некоторые процессы в обучении, которые значительно упрощают инновационные технологии:

- Получение необходимой информации и повышение уровня знаний;
- Систематизация информации, благодаря справочникам и электронным библиотекам;

- Отработка различных навыков и умений, проведение удаленных лабораторных экспериментов;
- Визуализация информации и ее демонстрация (например, на презентациях);
- Проведение сложных расчетов и автоматизация рутинных операций;
- Моделирование объектов и ситуаций с целью их изучения;
- Обмен информацией между несколькими пользователями, находящимися на большом расстоянии друг от друга.

Когда сегодня говорят об информационных технологиях в образовании, не редко подразумевают мультимедийные технологии, которые, по мнению исследователей, помогают более глубоко исследовать многие вопросы, при этом сокращают время на изучение материала. Мультимедиа представляет собой текстовую, видео, звуковую и фото-информацию, представленную в одном цифровом носителе, а также предполагающую возможность интерактивно взаимодействовать с ней. Проще говоря, мультимедиа позволяют одновременно работать с изображением, текстом и звуком, и при этом вам, как правило, отводится активная роль. Например, в обучающем курсе можно менять темп обучения или самостоятельно проверять, насколько вы хорошо освоили материал. Такой индивидуальный подход не только более успешно раскрывает способности учащегося, но и предполагает развития творческого начала.

В образовательном процессе мультимедиа используется и для проведения мультимедийных презентаций, и для создания обучающих курсов, и в дистанционном обучении.

Дистанционное обучение – это один из видов удаленного обучения, которое проводится под руководством преподавателя в любое время и в любом месте с использованием информационных и телекоммуникационных технологий.

Стоит ли говорить, что дистанционные технологии расширили возможности получения образования для людей, которые по тем или иным причинам не могут посещать занятия в аудитории. При этом дистанционное обучение имеет и множество других плюсов:

- Более комфортные условия для самовыражения студентов;
- Гибкость – пройти обучение могут люди, имеющие проблемы со здоровьем, живущие в удаленных районах и т.д.
- Более активная роль учащегося в получении образования, постановке целей, выборе форм и интенсивности занятий;
- Возможность общаться с профессионалами, экспертами высокого уровня, преподавателями и сокурсниками, находящимися даже на другом конце света (групповые проекты, онлайн-дискуссии);
- Экономическая выгода.

В процессе обучения используется даже не мультимедиа, а гипермедиа: использование электронной почты, телефона, телефакса, видео, аудиографики, телеконференций и т.д. И все что нужно учащемуся – это иметь персональный компьютер и возможность подключения к Интернету.

Вопреки распространенным заблуждениям, дистанционное обучение не менее (а иногда и более) эффективно по сравнению с классическим обучением. Ведь дистанционные технологии позволяют сделать образовательный процесс более успешным, а индивидуальный подход и широкие возможности повышают уровень получения знаний и навыков. Конечно, дистанционное обучение налагает на учащихся больше ответственности, поскольку здесь нет столь строгого контроля, как на аудиторных занятиях. Однако при правильном подходе, в случае действительно качественной дистанционной образовательной программы вы можете получить полноценное образование, не выходя из дома.

Несмотря на вполне определенный потенциал ИКТ, давние ожидания перехода глобальных, национальных и региональных систем образования на новый уровень, к сожалению, часто не оправдываются.

ИКТ обладают мощными инструментами для работы с текстовой, числовой и графической информацией, составляющей основу образовательной среды; в сочетании с коммуникационными технологиями и Интернетом они создали феноменальную по своим возможностям всемирную среду обучения. Но все же, несмотря на эти достоинства, стремление повысить качество образования путем внедрения инновационных преобразований на основе повсеместного применения ИКТ пока остается нереализованным.

В связи с этим необходимо выработать систематический подход к применению ИКТ с целью повышения эффективности и качества учебного процесса и его результатов на всех уровнях образования на основе интеграции ИКТ и педагогики, что позволит оправдать все ожидания современного общества, движущегося по пути к своей новой стадии развития – глобальному обществу знаний. Поэтому школы сегодня должны прежде всего сосредоточиться на решении проблем подготовки, переподготовки и повышения квалификации учителей в области применения ИКТ и инновационных педагогических методов; разработке учебных планов, программ и учебно-методических материалов нового типа, соответствующих требованиям формирующегося Глобального общества знаний; создании профессиональных сетей и образовательных сообществ для консолидации опыта и педагогических практик, а также на соответствующих организационно-подготовительных мероприятиях.

ИКТ является как двигателем, так и координатором растущей глобализации среды образования. ИКТ являются движущей силой, поскольку педагоги понимают, что сочетание цифровых технологий и ресурсов дает больше возможностей для расширения горизонтов и улучшения качества обучения, преподавания и подготовки, чем все предыдущие образовательные технологии от школьной доски до телевидения. Большая часть преподавания и обучения является вербальной, будь то слова, числа, формулы или изображения. Цифровые учебные материалы качественно отличаются от традиционных учебных материалов своей возможностью управлять ими.

ИКТ являются координатором, так как Интернет – это уникальное средство для широкого, доступного распространения образовательного материала. Посколь-

ку Интернет также стал средством взаимодействия, его потенциал для преподавания и обучения стал еще более существенным.

Наконец, технология кардинально изменила повседневную жизнь, начиная со времени промышленной революции, делая большинство используемых нами продуктов и услуг более дешевыми и качественными.

Данные принципы также являются ключевыми для применения ИКТ в образовании, где цель должна заключаться в повышении качества, эффективности и доступности обучения для каждого.

Литература

1. М.Арипов. Информационные технологии. Учебник. Т., 2004 г.
2. К.Арипов. Основы интернет. Т., 2002 г.
3. WWW.ziyonet.uz

В.Д. Иванов

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ

(Самарский государственный университет путей сообщения.)

В работе описывается разработка программного обеспечения для изучения распределённых систем сбора данных программно-аппаратного комплекса, реализованного на базе промышленных модулей серии ADAM–6000[1] в сочетании с технологиями Big Data и Intent of Thing. Программный комплекс предназначен для проведения практических (лабораторных) работ в качестве системы ввода/вывода дискретного и аналогового типов сигналов, а также обработки и принятия решений. Данный комплекс используется для проведения интерактивных занятий и позволяет интегрировать изучение лекционных материалов с их практическими приложениями.

Системы сбора данных осуществляет сбор информации о значениях физических параметров, полученных от датчиков, установленных на объекте исследования, предварительную обработку, накопление информации и передачу её в компьютер. В случаях когда необходимо обработать большие объёмы информации требуется применение современных решений основанных на технологиях Big Data, Intent of Thing[2].

Для практических (лабораторных) работ, посвящённых различным аспектам сопряжения с объектами, разработаны программы в интегрированной среде разработки программного обеспечения Borland Delphi версии 7 на языке программирования Delphi.

Первая работа позволяет при выполнении кода программы осуществить комплексное считывание данных с аналогового модуля. Перед началом работы обучающийся производит электрическое подключение необходимого оборудования (линии связи) непосредственно к блоку управления модуля. После произ-

водит настройку программы «*Analog Input Testing for 6000 Series*». В поле «*The module name*» выбирается имя аналогового модуля. После чего в поле «*IP Address*» необходимо ввести IP адрес соответствующего модуля (который был определён при настройке стенда, информацию можно получить из драйвера). При нажатии кнопки «*Read AI*» программа посылает запрос к модулю для проверки правильности введённой информации. В случае ошибки программа выдает сообщение об ошибке подсоединения к модулю. При отсутствии ошибки программа считает данные с модуля и выведет их на экран. Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

Вторая работа позволяет при выполнении кода программы осуществить комплексное считывание данных с дискретного модуля. Для перехода к программе, нужно в окне на рисунке 1, нажать кнопку «*Switch to DI*». Откроется окно «*Reading DI/DO for 6000* Series» (рисунок 2). После производиться настройку программы «*Reading DI/DO for 6000* Series». В поле «*The module name*» выбирается имя дискретного модуля ввода. После чего в поле «*IP Address*» необходимо ввести IP адрес модуля. При нажатии кнопки «Read DI/DO» программа посылает запрос к модулю для проверки правильности введённой информации. В случае ошибки программа выдает сообщение об ошибке подсоединения к модулю. При отсутствии ошибки программа считает данные с модуля и выведет их на экран. Интерфейс программы представлен на рисунке 2.

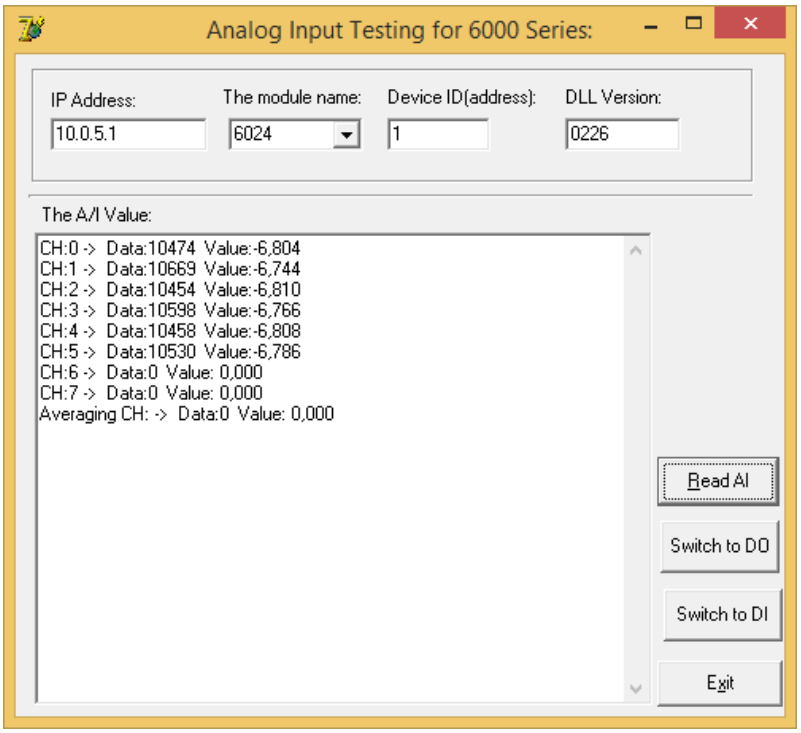


Рисунок 1 – Окно «*Analog Input Testing for 6000 Series*»

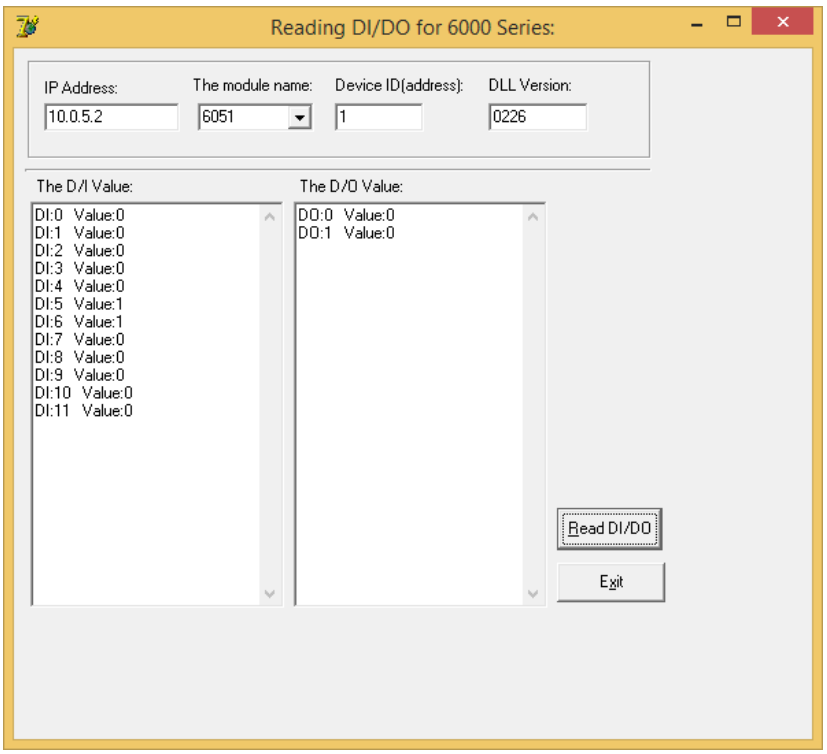


Рисунок 2 –Окно «*Reading DI/DO for 6000 Series*»

Третья работа позволяет при выполнении кода программы осуществить вывод данных на дискретный модуль. Для перехода к программе нужно в окне на рисунке 1 нажать кнопку «*Switch to DO*». Откроется окно «*Digital Output Testing For 6000 Series*» (рисунок 2). После производит настройку программы «*Digital Output Testing For 6000 Series*». В поле «*The module name*» выбирается имя дискретного модуля вывода. После чего в поле «*IP Address*» необходимо ввести IP адрес модуля. Затем на панели программы нужно выбрать необходимы каналы по которым требуется посылать сигналы. При нажатии кнопки «*Write DO*» программа посылает запрос к модулю для проверки правильности введённой информации. В случае ошибки программа выдает сообщение об ошибке подсоединения к модулю. При отсутствии ошибки программа посылает данные на модуль. Интерфейс программы представлен на рисунке 3.

Четвёртая работа позволяет при выполнении кода программы осуществлять управление системой охлаждения объекта. Для проведения работы производиться подключение системы охлаждения объекта и термодатчика к блоку управления, связанного с модулем считывания аналоговых сигналов и модулем управления реле, по средствам дискретного сигнала. В поля IP-адрес вводятся IP-адреса используемого оборудования. С программой возможно использование различных термодатчиков. Для коррекции под конкретную модель датчика требуется указать подаваемое им напряжение при 20 градусах Цельсия и 100 градусах Цельсия. Пороговое значение для включения системы охлаждения объекта можно выбрать, с помощью ползунка, под надписью Температура. Для экстренного включения охлаждения предусмотрена кнопка «*Включить охлаждение*». Для запуска программы требуется нажать кнопку «*Старт*». Пример интерфейса работающей программы представлен на рисунке 4.

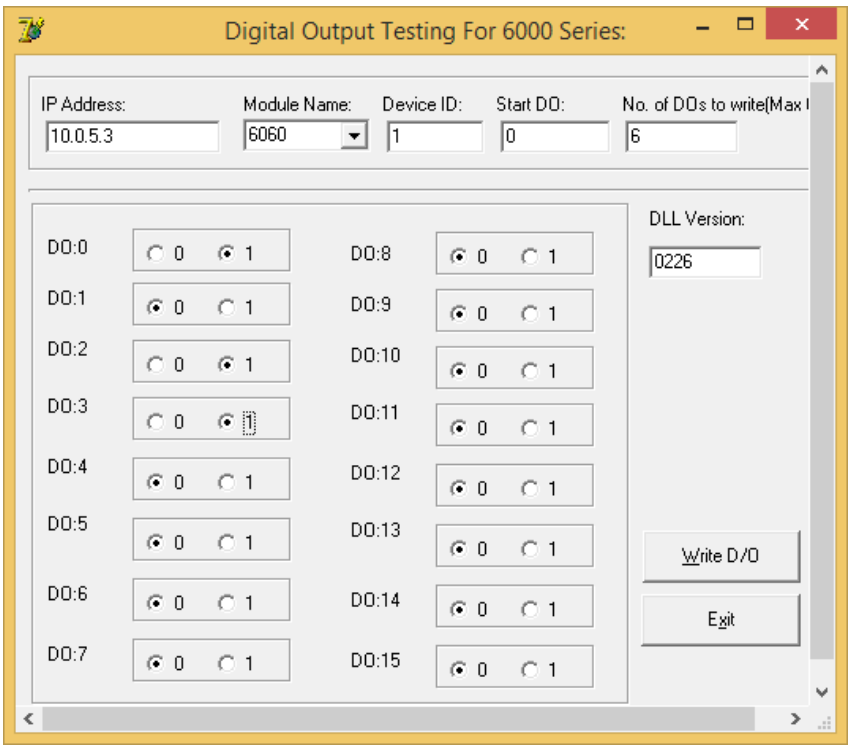


Рисунок 3 – Окно «*Digital Output Testing For 6000 Series*»

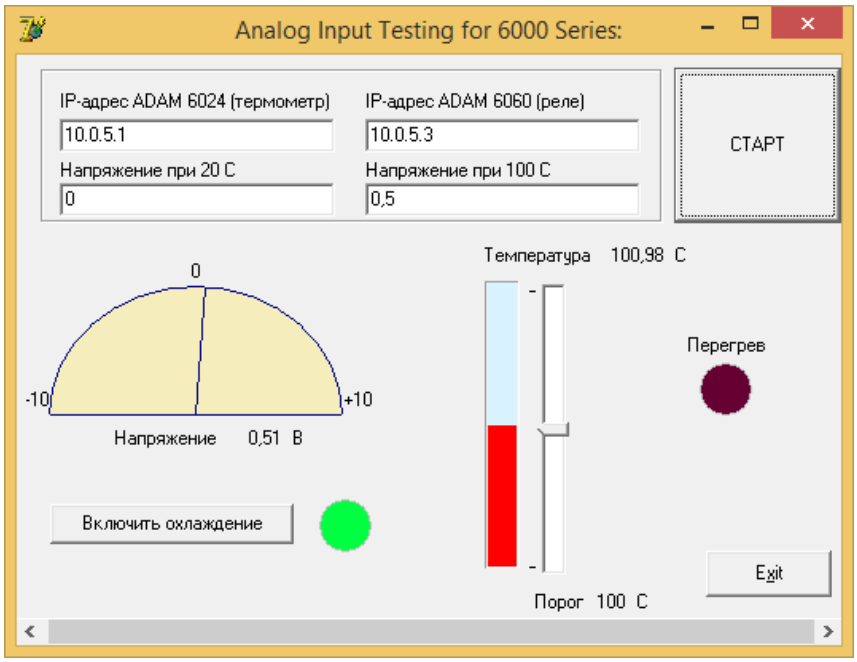


Рисунок 4 – Окно «*Analog Input Testing for 6000 Series*»

Программное обеспечение комплекса может эффективно применяется для решении прикладных инженерных задач. Например, комплекс использовался для разработки средств сопряжения с объектами систем мониторинга крупномасштабных объектов транспортной инфраструктуры (рельсовой колеи, контактной сети и т.п.).

Важнейшей задачей таких систем является идентификация сигналов источников информации в узлах объектов, недоступных для прямых измерений [3]. Проведенные на основе комплексе натурные эксперименты позволили раз-

работать систему контроля и диагностики рельсовых цепей – важнейшего компонента системы управления интервальным движением поездов.

Литература

1. Иванов В.Д., Мусиенко А.Д. Программно-аппаратный комплекс для изучения устройств сопряжения с объектами в мехатронике с использованием технологии Ethernet на базе модулей серии ADAM–6000. // Перспективы развития информационных технологий. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2017. – С. 137-143.

2. Силен Дэви, Мейсман Арно, Али Мохамед Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. – СПб.: Питер, 2017. – 336с.

3. Засов В.А. Алгоритмы и устройства для идентификации входных сигналов в задачах контроля и диагностики динамических объектов /В.А. Засов, М.А. Тарабардин, Е.Н. Никоноров // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. акад. С.П. Королева, 2009, №2(18). – С.115-123.

Г.И. Йулдашева

ИНФОРМАЦИОННО КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БАЗЫ ЭЛЕКТРОННО – УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В данной статье рассматриваются вопросы программные средства, предназначенные для решения определённых педагогических задач в конкретной предметной области. Ориентированные информационные – коммуникационные технологии в образовании и распространение базы электронно – учебных материалов.

Электронные учебники начинают занимать всё большее место в нашей жизни. На сегодняшний день идёт активный процесс по созданию электронных учебников в гипертекстовой форме и их внедрения в учебный процесс. Электронный учебник (ЭУ) можно, например, определить как совокупность графической, текстовой, цифровой, речевой, музыкальной, видео, фото и другой информации, а также печатной документации пользователя. Электронное издание может быть исполнено на любом электронном носителе, а также опубликовано в компьютерной сети. ЭУ должен быть адаптируем к учебному процессу. То сеть позволять учитывать особенности конкретного ОУ, конкретный специальности, конкретного студента. Для этого необходима соответствующая авторская среда. Такая среда, например, обеспечивает включение дополнительных материалов в электронную энциклопедию, позволяет пополнять задачник, готовить раздаточные материалы и методические пособия по предмету. Фактически, это подобие инструмента, с помощью которого создаётся сам ЭУ.

В настоящее время существует достаточно много программ для создания цифровых информационных продуктов таких как электронные книги, презен-

тации, журналы, альбомы, галереи, руководства, оффлайн Web –сайты, отчёты, тренировочные курсы, тесты, опросники и т.д. Ниже представлен обзор некоторых (русскоязычных) программ.

Программа NVU создавалась для верстки сайтов, позволяющей редактировать страницы на удалённом сервере, встроенный Редактор CSS с предварительным просмотром стилей, цветная подсветка синтаксиса в режиме редактирования кода, проверка орфографии и многое другое. Но также при помощи NVU можно создавать электронные учебники. Программа интуитивно понятна, имеет русский интерфейс, обладает большими возможностями. Средство LCDS от Microsoft содержит библиотеку шаблонов для создания электронных курсов. Можно добавлять в курс текст и рисунки, интерактивные задания, конкурсы и вопросы, игры, тесты, анимационные эффекты, демо – ролики и другие мультимедийные материалы.

Пакет программ для создания презентации и электронных курсов, тестов и интерактивностей на базе PowerPoint, iSpring Suite включает в себя три продукта: iSpringPro; iSpringQuizMaker и iSpringKinetics; iSpringPro- инструмент для создания профессиональных учебных курсов с аудио/видео сопровождением, встроенными YouTube и Flash роликами и надёжными средствами защиты проекта. iSpringQuizMaker- функциональный и удобный инструмент для разработки интерактивных тестов и опросов. iSpringKinetics даёт возможность создать собственную 3D-книгу, интерактивный справочник, временную школу и базу часто задаваемых вопросов.

Классификация компьютерных педагогических средств учебного назначения окончательно ещё не сформировалась. Некоторые авторы пытаются создать общую классификацию, включающую в себя все возможные компьютерные наработки, связанные с процессом обучения в той или иной форме. Отметим, что между различными видами педагогических средств учебного назначения нет четких границ.

Теперь будем рассматривать программные средства, предназначенные для решения определённых педагогических задач в конкретной предметной области и ориентированные на взаимодействие с учащимся. Исходя из выше сказанного учебной деятельности педагогических средств учебного назначения можно разделить на следующие виды:

Компьютерный учебник – носитель учебной информации для подготовки по определённой дисциплине, содержание которого должно быть достаточным для изучения её в полном объёме.

Компьютерный задачник – педагогических средств учебного назначения для отработки умений и навыков решения типовых практических задач в данной предметной области.

Компьютерный лабораторный практикум - автоматизированный лабораторный практикум для исследования объектов, процессов и среды деятельности с помощью экспериментов с их моделями. В настоящее время существуют лабораторные практикум на базе физических описаний моделей или объектов (реальные) и на базе математических описаний моделей (виртуальные).

Компьютерные «деловые игры» - педагогических средств учебного назначения для формирования практических умений и навыков, прагматических знаний в результате коллективного решения поставленной задачи.

Компьютерная система контроля знаний - педагогических средств учебного назначения для определения уровня знаний обучаемого по данной предметной области и его оценивания с учётом установленных квалификационных требований.

Компьютерный тренажёр – педагогических средств учебного назначения для выработки умений и навыков в определённой деятельности.

В заключение можно ещё разделить базы электронно-учебных материалов, которые решают широкий круг педагогических задач различные типы педагогических средств учебного назначения.

Литература

1. Закирова Ф. и др. Информатика и информационные технологии. Ташкент. 2005, 256-с.
2. Горякев А., Шафрин Ю. Практикум по информационным технологиям. – М: Лаборатория базовых знаний , 1999. 272-с.
3. Михеева Е.В. Практикум по информационным технологиям в профессиональной деятельности. Академия, 2005, 256-с.

А.Д. Камильянова, Р.С. Васильев, А.Д. Христодуло

АКТУАЛЬНОСТЬ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В РОССИЙСКИХ ВУЗАХ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Развитие информационных социальных отношений, построенных на применении информации и различных подходов к ее доступу, хранению и распределению, способствовало бурное развитие интерактивного обучения. Технические возможности информационно коммуникативной техники обеспечили интерактивное взаимодействие индивидов и групп индивидов практически со всем миром.

Для того, чтобы превратить традиционный процесс обучения в интерактивный, достаточно использовать облачные технологий и мультимедийные средства, которые объединяют в себе все преимущества современных компьютерных технологий, выводя при этом процесс обучения на новый качественный уровень. Этот уровень соответствует тому способу восприятия информации, которым отличается новое поколение студентов высших учебных заведений, у которых гораздо выше потребность в темпераментной визуальной информации и зрительной стимуляции.

С помощью мультимедийных средств, таких как интерактивная доска, воспроизведение звука и очки виртуальной реальности, повышается качество

визуализации презентации, семинара или лекционного материала, за счет того достигается лучшее взаимодействие с аудиторией во время занятия, например, возможность использовать различные цвета, чтобы указать важные области объектов, выделить их, показать связи между объектами делает презентации интереснее, понятнее, она становится более красочной и яркой, что повышает внимание студента к учебному материалу. Важную роль в интерактивном обучении занимает использование звука и видео, оно может значительно увеличить объем изучаемого материала во время занятия, кроме того получение графического материала позволит работать с информацией во внеурочное время [1].

Важной частью интерактивного процесса обучения является использование облачных технологий. Облачные технологии — это электронное хранилище данных в сети интернет, которое позволяет хранить, редактировать, а также делиться необходимой информацией [2].

Следует отметить что, возможность удаленно получать информацию и хранить ее на своих устройствах увеличит продуктивность обучения будущих специалистов. Интерактивный подход к обучению превращает рутинное фиксирование диктуемой информации, в процесс взаимодействия преподавателя и студента, где студент может предложить свои способы решения или видения проблемы и тут же распространить ее всей группе, а возможно и предложить развивать его. Такой подход к процессу обучения увеличит усваивание воспринимаемой информации и поможет постоянно модернизировать и развивать преподаваемый материал. Что будет способствовать повышению качества выпускаемых специалистов. За счет заинтересованности студентов в предлагаемом им материале и возможности участвовать в развитие этого материала. Интерактивный способ обучения войдет в привычный образ понимания студентов, таким образом будущие специалисты начнут внедрять информационные новшества на производстве и продвигать научную деятельность.

Для реализации интерактивного метода обучения возможно несколько концепций.

1) Первая концепция заключается, в том, чтобы организовать научный сервер в учебном заведение с общим доступом. Каждая аудитория получает доступ к серверу где находится материал для занятия. Студенты, используя свои гаджеты подключаются к сети данной аудитории и получают доступ к материалу, который в ходе занятия преподаватель и студенты могут редактировать. Возможность скопировать материал для воспроизведения хода занятия при подготовке к экзаменам, позволит студентам лучше усваивать материал и легко восстанавливать в памяти материал.

2) Вторая концепция заключается, в том, что учебное заведение арендуют внешнее хранилище размещают на нем свои прикладные приложения и материал, после чего предоставляют доступ аналогично первому методу [3].

3) Третья концепция заключается, в том, что в каждой аудитории размещается компьютер-сервер и локальная сеть. Компьютер содержит лишь прикладные приложения. Преподаватель приносит информацию на внешнем хранителе подключая его компьютеру-серверу работает сматериалом внутри ло-

кальной сети. Этот способ организации интерактивного обучения актуален не сложной интеграцией в учебном заведение. Затраты на аппаратное обеспечение будут минимальны, к тому же это позволит на начальных этапах внедрения проводить тестирование самого метода обучения. Так же этот метод избавляет от проблем совместимостей и сложностей доступа в общую сеть. Возможности реализации интерактивного метода могут быть самыми разнообразными благодаря различным организациям сети и доступа к внешним облачным хранилищам.

Анализ сущности и основных характеристик облачных технологий позволяет понять возможность и целесообразность их применение в образовательном процессе.

Облачные технологии предоставляют пользователю "чистый" экземпляр виртуального сервера с уникальным IP- адресом или набором адресов и часть системы хранения данных. Infrastructureas a Service (Iaas) — структура облачного хранилища, в которой пользователи самостоятельно размещают собственные приложения. Для управления параметрами, запуском, остановкой этой облачной структуры, провайдер предоставляет пользователю программный интерфейс (API) (рис. 1). API — готовый набор функций и библиотек, необходимый для облегчения использования приложений, которые применяются для интерактивного обучения [4].

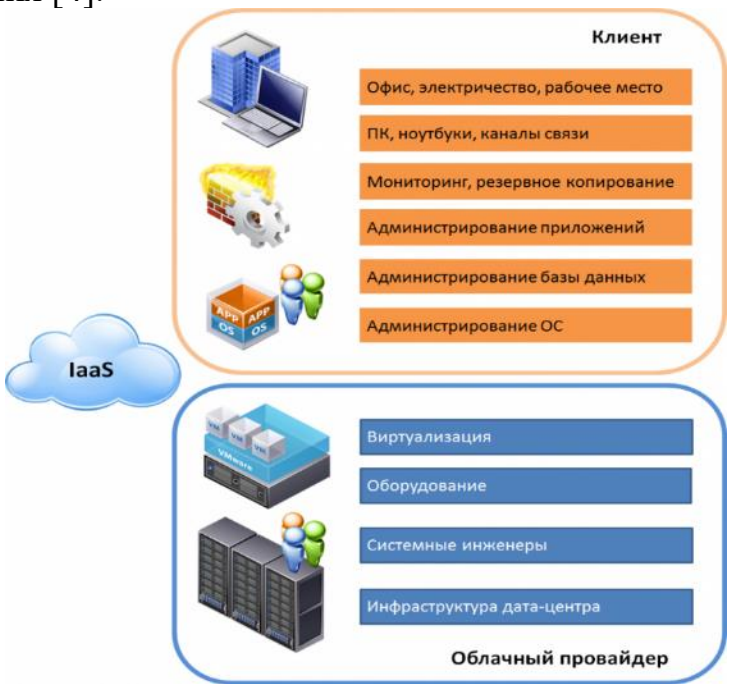


Рис. 1. Модель облачного хранилища Iaas

Следующая концепция Softwareas a Service(SaaS) облачных технологий, которая заключается в том, что предоставляется в доступ внешнее программное обеспечение(ПО), функции которого доступны через веб-интерфейс, в то время программный уровень располагается на удаленном сервере [5]. Данный подход позволяет не покупать аппаратное обеспечение, а просто временно воспользоваться им при возникновении потребности (рис. 2). Использование структуры Saas позволит, получать доступ к необходимым приложениям через веб-

интерфейс избегая возможных проблем совместимости, а также значительно сократить затраты на обслуживание ПО и позволит не обучать ученый состав поддержки работоспособности системы, а так же в случае учебных заведений с малым бюджетом позволит сократить затраты на приобретение аппаратного обеспечения.



Рис. 2. Модель облачного хранилища Saas

Заключение

Использование средств интерактивных технологий (ИКТ) имеет большое значение, оно становится важным в учебном процессе студентов высшего учебного заведения при обучении. Эта важность продиктована потребностью формирования мотивации к учению у студентов, сознательности при выборе направлении обучения. Таким образом, широкое использование средств ИКТ позволяет подготавливать конкурентоспособных специалистов, готовых к эффективной профессиональной деятельности.

Литература

1. Коротаева Е.В. Интерактивное обучение: вопросы теории и практики обучения[Текст]/Е.В. Коротаева – М.: Наука, 2016. –4 с.

2. Монахов Д.Н., Монахов Н.В., Прончев Г.Б., Кузьменков Д.А.Облачные технологии. Теория и практика / Монахов Д.Н., Монахов Н.В., Прончев Г.Б., Кузьменков Д.А. –МАКС Пресс Москва, МГУ, 2013. – 128 с.

3. Гузаиров М.Б., Павлов С.В., Христодуло О.И. ГИС для управления хозяйственной и учебной деятельностью ВУЗа // ArcReview №2(33), ООО Дата +, 2005г. – С. 22

4. Христодуло О.И. Опыт разработки научно-образовательного геопортала в Республике Башкортостан // ArcReview № 4 (75), совместное издание ООО Дата +, ESRI GIS и ESRI, 2015г. – С.4-5.

5. SaaS - что это такое? Softwareas as a Service — программное обеспечение как услуга [Электронный ресурс] —Режим доступа: URL:http://fb.ru/article/187934/saas---chto-eto-takoe-software-as-a-service-programmnoe-obespechenie-kak-usluga(2.03.2018)

А.О. Новиков, Н.Г. Чернобровин, С.З. Владимиров

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТРЕНАЖЕРНЫЙ СТЕНД

(Самарский университет, ООО "Пролог")

Успешное решение задач профессионального обучения, повышения квалификации и переподготовки операторов и наладчиков автоматических технологических систем, а также специалистов, обслуживающих пульты энергетических установок, в тех случаях, когда условия процесса обучения не позволяют эффективно организовать такие упражнения в реальной производственной обстановке, существенно облегчается применением тренажеров, представляющих собой упрощенные модели автоматических рабочих мест контроля и управления соответствующим технологическим процессом на производстве.

Автоматизированный тренажерный стенд предназначен для исследования характеристик и получения практических навыков настройки промышленных регуляторов.

Тренажерный стенд является периферийным устройством ПЭВМ. Стенд представляет собой замкнутую следящую систему регулирования с двумя контурами отрицательной обратной связи по температуре и напряжению. Все управляющие сигналы формируются центральным процессором ПЛК SIEMENS S7-1200, сопряженным с ПЭВМ.

Функциональная схема стенда представлена на рис.1.

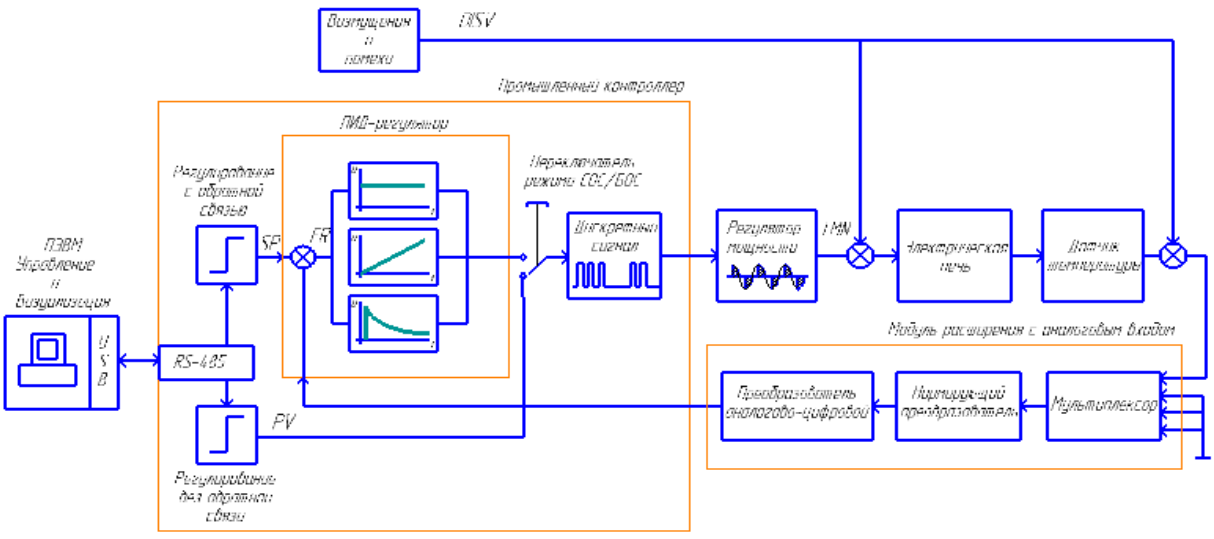


Рис. 1. Функциональная схема тренажерного стенда

В качестве объекта регулирования используется лабораторная электропечь. Измерение температуры в системе регулирования осуществляется с помощью температурного датчика – термопары.

Программируемый контроллер SIMATIC S7-1200 обеспечивает регулирование по П, И, ПИ, ПД, ПИД-законам. Прикладное программное обеспечение разработано с помощью пакета программ STEP7 Basic. Контроллер осуществляет опрос датчика, формирует и выдает управляющее воздействие, в соответствии с заданным алгоритмом.

Обратная связь по температуре осуществляется через модуль ввода аналоговых сигналов.

Для поддержания регулируемого параметра используется исполнительное устройство - модуль регулирования мощности, принцип действия которого основан на управлении симистором VS1 через гальваническую развязку посредством оптосимистора CL1 (Рис.2).

Фазоимпульсный алгоритм управления симистором реализуется микроконтроллером типа AT89C2051 фирмы ATMEL, охваченным обратной связью по напряжению на выходе регулятора.

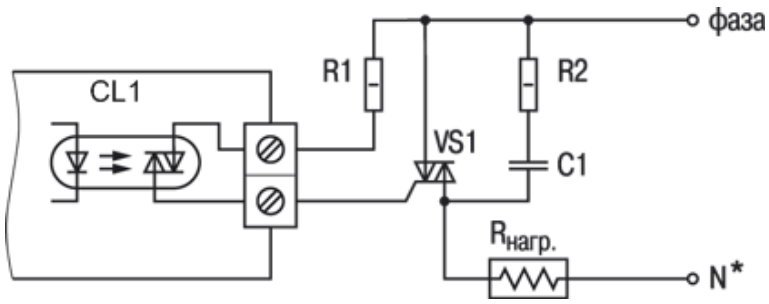


Рис. 2. Схема симисторного регулятора

Интерфейс пользователя (выбор алгоритмов и режимов регулирования, взаимодействие с ПЛК, сбор, отображение, архивирование данных) реализован на основе SCADA-системы SIMATIC WinCC flexible Comact в виде мнемосхемы на экране монитора ПЭВМ (рис. 3).

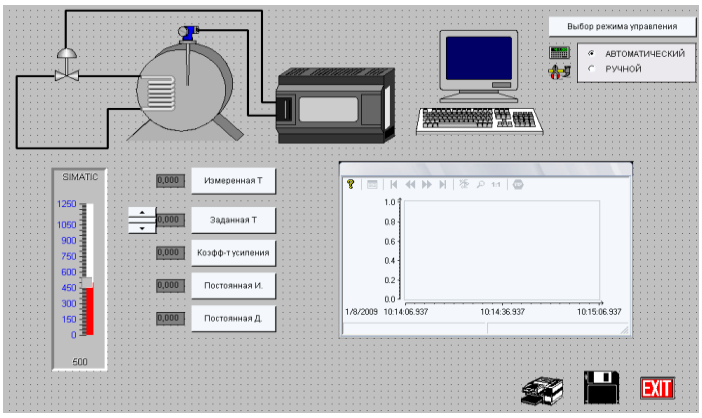


Рис. 3. Мнемосхема интерфейса пользователя

З.Х. Маматова

СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПО РАЗДЕЛУ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Ферганский государственный университет,преподователь)

Рассмотрим требования, предъявляемые к лекционному учебному занятию: научность, доступность, единство формы и содержания, эмоциональность изложения, связь лекции с другими видами учебных занятий. Лекция должна быть органически связана с другими видами учебных занятий: семинарами, лабораторными работами, учебной и производственной практикой, самостоятельной работой студентов.

Учебная лекция должна отражать актуальные проблемы современного производства, науки, культуры и перспективы их развития. Необходимо соблюдать логическую последовательность в изучении тем и разделов, обеспечить эффективную взаимосвязь с другими видами учебных занятий и особенно с самостоятельной работой студентов.

Научное содержание лекционных курсов должно отражать основополагающие вопросы соответствующей области знаний, раскрывать современные научные концепции, понятия и идеи, а также перспективы дальнейшего развития научно-практической области. Методическая концепция лекционного курса должна органически вытекать из содержания изучаемой научной дисциплины, лекции как ведущей форме обучения свойственен в качестве главного метод логически стройного устного изложения, способствующий точному и глубокому освещению основных положений данной науки в соответствии с их взаимной связью.

Выполнение лекционным курсом своих учебно-воспитательных задач должно достигаться его дидактически обоснованным построением. С этой целью в структуре курса особо выделяются вводная и заключительная лекции, требующие тщательной методической проработки.

Рассмотрим формы проведения лекций. Вводная лекция должна давать представление о содержании всего курса, его взаимосвязях с другими дисциплинами, раскрывать структуру и логику развития конкретной области науки, техники или культуры. Методическое решение вводной лекции должно быть направлено на развитие у студентов интереса к предмету, создание у них целостного представления о дисциплине, способствующего ее творческому усвоению.

Проблемная лекция отличается от обычной прежде всего отсутствием монологического, информационного характера сообщения готовых знаний и выводов. Особенность проблемного изложения в том, что преподаватель не все знания дает в готовом виде, а в ходе лекции ставит вопросы, создает проблемные ситуации, направляет внимание студентов на их сущность и необходи-

мость решения, добивается вовлечения их в активную учебную деятельность по решению минутных проблем, т.е. проблемная лекция активна, если в ходе ее обеспечивается самостоятельная творческая работа студентов контролирующими вопросами, обсуждениями и другими способами.

Обзорная лекция проводится с целью систематизации занятий студентов, полученных ими в ходе самостоятельного изучения учебного материала. Основным в обзорной лекции является умение преподавателя так отразить и сгруппировать факты, чтобы в ходе ее проведения студенты логически осмысляли закономерности тех или иных явлений, фактов изученной темы или раздела.

Обобщающая лекция проводится в завершении изучения раздела или темы для закрепления полученных студентами знаний. При этом преподаватель вновь выделяет узловые вопросы, широко использует обобщающие таблицы, схемы, алгоритмы, позволяющие выполнить усвоенные знания, умения и навыки в новые связи и, зависимости, переводя их на более высоком уровне усвоения, способствуя тем самым применению полученных знаний, умений и навыков в нестандартных и поисково-творческих ситуациях.

Мини-лекция может проводится преподавателем в начале каждого учебного занятия в течении десяти минут по единому из вопросов изучаемой темы. Мини-лекция может быть использована как занятия творческого уровня, когда студент выступает с самостоятельно подготовленных сообщений по изучаемой проблеме.

Кино (видео) лекция способствует развитию наглядно-образного мышления у студентов. Преподаватель осуществляет подбор необходимых кино-видео материалов по изучаемой теме. Перед началом просмотра кино-видео материалов преподаватель комментирует происходящие на экране события.

Инструктивная лекция проводится с целью организации самостоятельной работы последующей работы студентов по углублению, систематизации и обобщению изучаемого материала на практических занятиях. В ходе лекции студенты получают методические рекомендации по работе с учебной литературой, с содержанием темы, выполняют инструктивные задания.

В заключительной лекции необходимо подытожить изученный материал по данной дисциплине в целом, выделив узловые вопросы курса и сосредоточив внимание на практическом значении полученных знаний в дальнейшем обучении студентов и их будущей профессиональной деятельности.

При обучении программированию на C++ с учетом группового и творческого характера работы, необходимо использовать возможности развития коммуникабельности и социальности учащихся, разрешения их психологических проблем, поскольку преимущество условий группы – это возможность получения обратной связи и поддержки от других людей. В группе человек чувствует себя принятым и принимающим, пользующимся доверием и доверяющим, получающим помощь и помогающим.

В поддерживающей и контролируемой обстановке человек может обучаться новым умениям, экспериментировать с различными стилями отношений

среди равных партнеров. Таким образом, опыт, приобретаемый в группах, оказывает противодействие отчуждению, помогая решению проблем, возникающих при межличностном взаимодействии. Именно групповая работа с использованием компьютера или при обучении на компьютере, при которой дети формулируют совместно общую задачу и сами выбирают себе роль в группе, дает максимальный образовательный эффект.

Более того, само использование компьютеров в аудитории увеличивает возможности интерактивного обучения. Это особенно верно при активном внутригрупповом взаимодействии учащихся. Стимулируя взаимообучение, компьютеры существенно повышают мотивацию, учащиеся научаются обращаться за помощью друг к другу, что улучшает результаты их обучения. Ряд экспериментальных педагогических исследований показал преимущества различных моделей группового компьютеризованного обучения.

З.Х. Маматова

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ФОРМАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

(Ферганский государственный университет)

Технологии**,** модели и процессы создания ПО**.** Процесс создания программного обеспечения (ПО) – это множество взаимосвязанных процессов и результатов их выполнения, которые ведут к созданию программного продукта. Процесс создания ПО может начинаться с разработки программной системы "с нуля", но чаще новое ПО разрабатывается на основе существующих программных систем путем их модификации. Несмотря на то, что наблюдается огромное многообразие подходов, методов и технологий создания ПО, существуют фундаментальные базовые процессы, без реализации которых не может обойтись ни одна технология разработки программных продуктов. Фундаментальные процессы, присущие любому проекту создания ПО:

-Разработка спецификации требований на ПО (определяют функциональные характеристики системы и обязательны для выполнения).

-Создание программного обеспечения (создание ПО согласно спецификации).

-Аттестация ПО (Созданное ПО должно пройти аттестацию для подтверждения соответствию требованиям заказчика).

-Модернизация ПО (совершенствование ПО согласно измененным требованиям потребителя).

Модель процесса создания ПО – последовательность этапов, необходимых для разработки создаваемого ПО. Модели процесса разработки ПО:

1. Каскадная модель. 2. Эволюционная модель. 3. Формальное преобразование. 4. Сборка программных продуктов из ранее созданных компонентов (модель сборки). 5. Итерационная (спиральная) модель.

Методы создания ПО представляют собой структурный подход к созданию ПО, который способствует производству ПО эффективным, с экономической точки зрения, способом. Все методы основаны на использовании моделей системы в качестве спецификации ее структуры:

1. Функционально-ориентированные (структурный анализ, JSD) основаны на определении основных функциональных компонент системы.

2. Объектно-ориентированные используют подходы, основанные на использовании унифицированного языка моделирования UML.

Базовые процессы создания ПО: 1.Разработка спецификации. 2.Проектирование и реализация. 3. Аттестация. 4. Эволюция.

Формальные преобразования заключаются в автоматическом построении программы на основе ее формального описания, что гарантирует получение кода, который будет абсолютно точно соответствовать исходной спецификации. Формальные преобразования - это набор методов, позволяющих математически корректно трансформировать исходные спецификации в код целевой программной системы. Т.к. переход от требований к коду происходит математически корректно, то проблема тестирования и доказательства корректности конечной программы по отношению к спецификации исчезает. Но верификация спецификаций по отношению к требованиям к системе остается. Очевидно, что этот метод требует наличия формальных спецификаций, составление и доказательство корректности которых является нетривиальной задачей. Именно поэтому метод формальных преобразований редко используется для всего программного комплекса. В большинстве случаев он применяется для той части сложной системы и реализации тех алгоритмов, где исходные требования хорошо формализуемы.

Подходы на основе формальных преобразований**.**

-прозрачного (белого) ящика, представляющего реализацию в виде совокупности функций при пошаговом уточнении.

-Метод ящиков удобен, когда нам надо работать с функциями либо с закрытой, либо с открытой реализацией. Использование ящиков определяют следующие три принципа:

-все определенные при проектировании данные скрыты (инкапсулированы) в ящиках;

-все процессы определены как использующие ящики последовательно или параллельно;

-каждый ящик занимает определенное место в системной иерархии.

Черный ящик представляет собой точную спецификацию внешнего, видимого с пользовательской точки зрения поведения. Ящик с состояниями получаем из черного ящика выделением элементов истории стимулов, которые сохраняют состояние (инварианты состояний) в процессе ящике. Прозрачный ящик получаем из ящика с состояниями, определяя процедуру, выполняющую требуемое преобразование.

Формальные генетические подходы**.** Сложились методы программирования, обладающие свойством доказательности и не теряющие это точное, накопленное знание. Три таких метода соответствуют уже исследованным генетическим подходам, но с учетом формальных, математических спецификаций.

-Формальное синтезирующее программирование использует математическую спецификацию – совокупность логических формул. Существуют две разновидности синтезирующего программирования:

-логическое, в котором программа извлекается как конструктивное доказательство из спецификации, понимаемой как теорема;

-трансформационное, в котором спецификация рассматривается как уравнение относительно программы и символическими преобразованиями превращается в программу.

-Формальное сборочное программирование использует спецификацию как композицию уже известных фрагментов.

-Формальное конкретизирующее программирование использует такие подходы, как смешанные вычисления и конкретизацию по аннотациям.

Трансформационный подход к программированию**.** Программирование как вид деятельности почти исключительно состоит из следующих видов обработки программ: 1. Выполнение программ. *2.* Трансляция программ. *3.*Построение программ. Его можно рассматривать как систематический процесс преобразования теоремы существования решения задачи ∀x ∃y =S(x,y) в программу p(X), доставляющую в качестве p(x) требуемый y: ∀x ∃y S(x, y) –> p(X): ∀x S(x, p(x)). 4.Оптимизация программ. *5.* Перевод программ. Мы его отличаем от трансляции тем, что при переводе модели вычислений входного и объектного языков существенно различны (рекурсивные – итеративные, аппликативные – с памятью, последовательные – параллельные). 6. Комплексирование программ. Широкий круг манипуляций, включающий ассемблирование, макрообработку, редактирование и работу с библиотеками и в целом обеспечивающий сборку программы из частей, имеющих самостоятельное содержание. 7. Генерация программных комплексов. Также разнообразный набор.

В.А. Осипов, В.В. Графкин

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ

(Самарский университет)

В данной статье рассматривается проблема доступности веб-контента для пользователей с нарушениями зрения. Определены основные принципы, которым должна соответствовать веб-страница с учетом разных правил, утвержденных документом Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0), целью которого является формирование единых стандартов доступности веб-контента, от-

вечающего потребностям отдельных людей, организаций и правительств. Исследование показало, что создание браузера, преобразующего данные по утвержденным нормам, даст возможность человеку с нарушением зрения получить доступ к любому веб-контенту, несмотря на его начальный вид.

Ключевые слова: веб-доступность, ассистивные технологии, «скринридер», веб-контент

Доступность (от англ. accessibility) – это общий термин, который описывает свойство продукта (например, прибора, услуги, контекста) быть использованным как можно большим количеством разных пользователей. Доступность может рассматриваться как «возможность использовать» и, может быть, получить результат от использования функциональности некой системы или сущности. Доступность применяется в контексте особенностей людей с ограниченными возможностями и их права на доступ к использованию систем и сущностей посредством ассистивных (вспомогательных) технологий. Доступность веб-контента рассматривается как набор средств форматирования и представления контента в виде, в котором с ним могут знакомиться и работать люди с ограничениями здоровья [1].

Веб-контент должен соответствовать основным принципам доступности:

- *воспринимаемость.* Информация и компоненты пользовательского интерфейса должны быть представлены в том виде, в котором пользователи могут их воспринимать;
- *управляемость.* Все компоненты пользовательского интерфейса и навигации должны быть управляемыми
- *понятность.* Информация и операции пользовательского интерфейса должны быть понятными;
- *совместимость.* Контент должен быть совместим в той степени, которая нужна для его соответствующей интерпретации широким кругом различных пользовательских программ, включая вспомогательные технологии [1].

Ассистивные технологии (в контексте исследования) – оборудование и (или) программное обеспечение, которое исполняет роль пользовательского приложения или действует совместно с широко распространенным пользовательским приложением, предоставляя функциональность для удовлетворения потребностей пользователей с инвалидностью, которая не предоставляется широко распространенными пользовательскими приложениями.

В данном исследовании использовались «скринридеры» (программы экранного доступа), необходимые слепым и слабовидящим пользователям для прочтения текстовой информации через синтезированную речь или шрифт Брайля [2].

Веб-доступность зависит не только от доступности контента, но и от доступности веб-браузеров и других пользовательских компонентов. Важную роль играют также средства разработки сайтов и контента. Общее представление о том, как компоненты веб-разработки и взаимодействия с пользователем влияют на доступность, можно получить, ознакомившись с документом Web

Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0), опубликованным консорциумом Всемирной паутины (World Wide Web Consortium, W3C) [2].

Цель создания документа – формирование единых стандартов доступности веб-контента, которые отвечают потребностям отдельных людей, организаций и правительств [2].

Главным инструментом, помогающим пользователям с нарушением зрения, являются браузеры, преобразующие контент страницы в удобную для «скринридера» форму.

Браузеры избавляются от избыточного контента, например, таблиц, используемых для визуального форматирования, при этом сохраняя важные структурные характеристики разметки, такие как заголовки или списки, в основном, используя простые строки для новых абзацев, заголовков или элементов списка. Пользователь может также выбрать, какой контент, не являющийся текстом, необходимо отобразить, поэтому он может оставить предоставленные им описания изображений, либо отбросить их. Предусмотрены дополнительные функции навигации, позволяющие перемещать каретку вокруг текста, позволяя пользователю контролировать, что «скринридер» произносит [3].

WebbIE – браузер, позволяющий просматривать веб-страницы, искать информацию, заполнять формы и использовать электронную почту в полнофункциональном текстовом дисплее, который работает с любым устройством чтения с экрана.

Разработчиками был использован объект Microsoft Web Browser, предоставляющий возможность получить веб-страницу и проанализировать ее в стандартный формат документа консорциума Всемирной паутины (World Wide Web Consortium, W3C), который затем может быть запрошен WebbIE для получения информации на странице.

На рисунке 1 представлен главный экран браузера с выведенной страницей.

Web Content Extractor – утилита для анализа веб-страниц и поиска на них определенной информации.

Программа предназначена для любых пользователей, в том числе и для имеющих нарушения зрения. Они получают возможность выбора данных, которые будут им отражены и прочитаны доступным «скринридером».

На рисунке 2 представлен главный экран утилиты с выведенной на нее необходимой информацией со страницы.

Недостатком данных продуктов является то, что они не позволяют корректно отобразить данные, в случае несоответсвия их стандартам W3C.

Для решения данной проблемы предлагается разработать браузер, выполняющий, помимо основных функций работы с веб-контентом для людей с нарушением зрения, функцию работы с «нечитаемыми» данными.

Элементы веб-страницы, несоответствующие принципам доступности, будут преобразованы в нужный для «скринридера» вид.

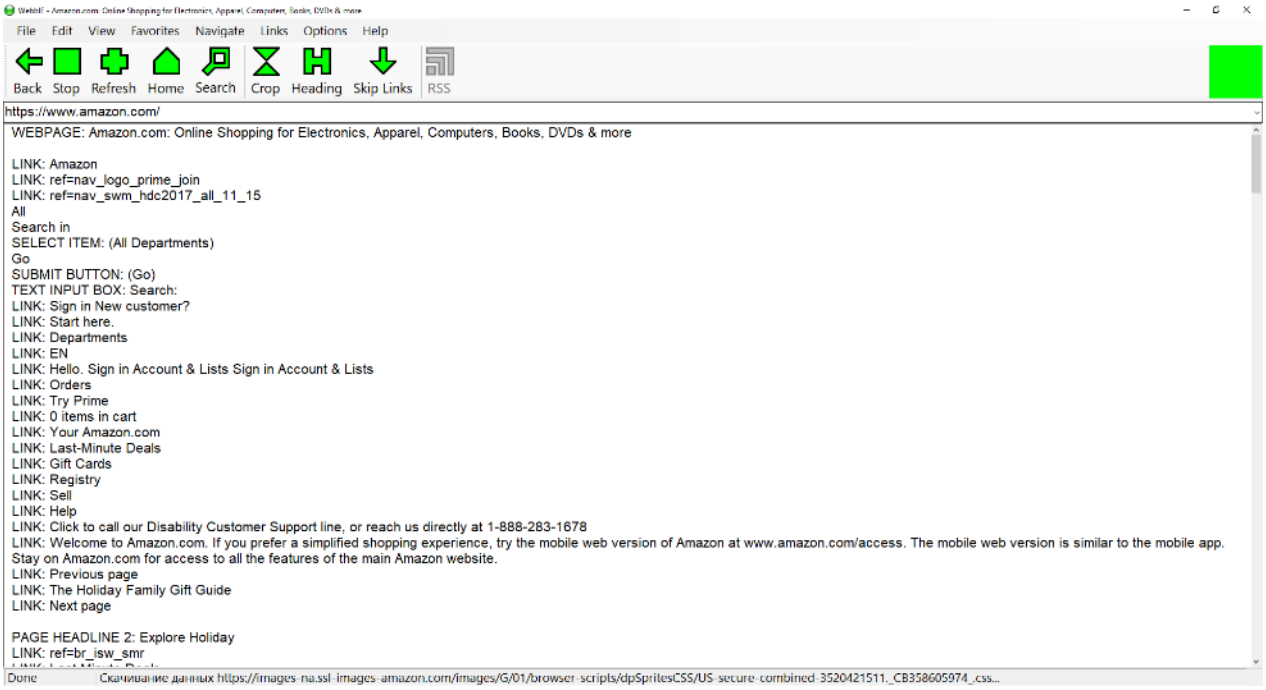


Рис. 1. Экранная форма вывода веб-страницы «www.amazon.com»

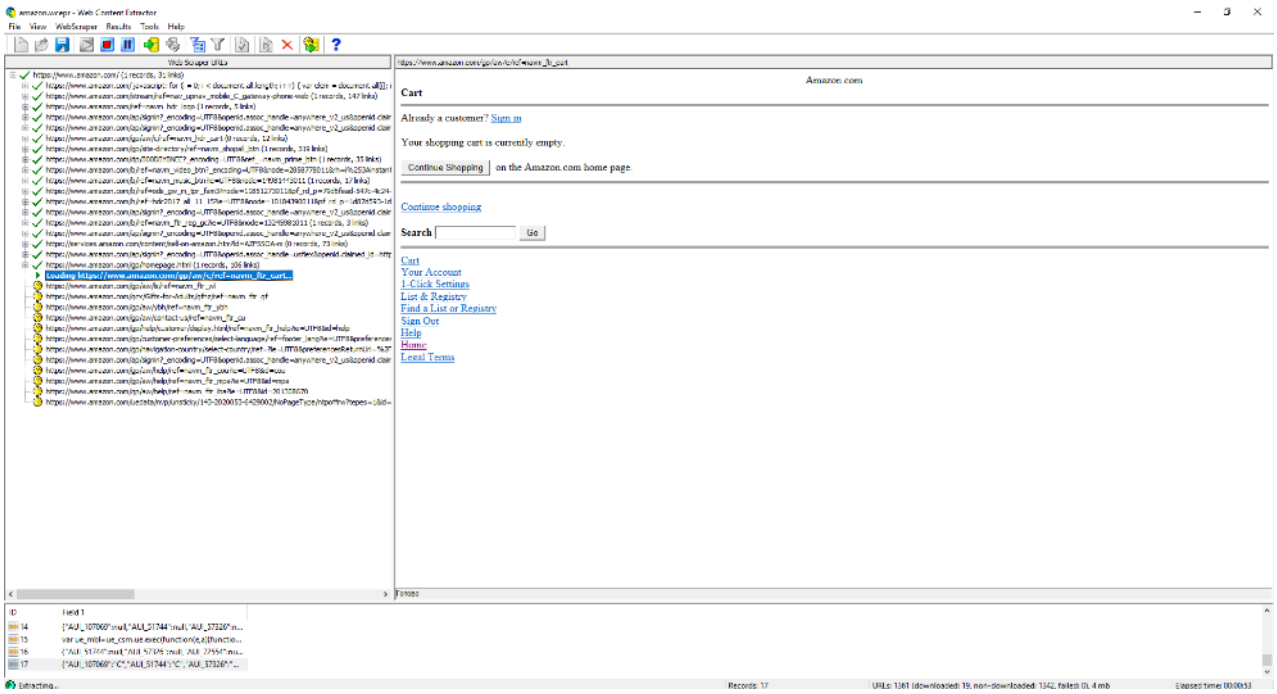


Рис. 2. Экранная форма вывода веб-страницы «www.amazon.com»

Одним из главных условий читаемости веб-контента является наличие ролей и названий для всех компонентов пользовательского интерфейса. В случае, если у элемента не будет данных атрибутов, они будут добавлены с зависимости от его типа.

Предлагаемый продукт с помощью выбранного «скринридера» даст возможность человеку с нарушением зрения получить доступ к любому веб-контенту, несмотря на его начальный вид.

Литература

1 Новичков Д.Ю. Международный стандарт доступности веб-контента WCAG 2.0 и рекомендации по разработке качественных веб-сайтов государственных учреждений с учетом требований доступности для инвалидов / W3C: сервер Консорциума Всемирной паутины. URL: http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/6d2d5f5f556f77eac32576d7004df076 (дата обращения: 13.12.2017).

2 Caldwell B., Cooper M., Reid L. G., Vanderheiden G., Chisholm W., Slatin J., White J. Руководство по обеспечению доступности веб-контента (WCAG) 2.0 / W3C: сервер Консорциума Всемирной паутины. URL: https://www.w3.org/Translations/WCAG20-ru (дата обращения: 13.12.2017).

3 King A., Evans G., Blenkhorn P. UK. Blind people and the World Wide Web / WebbIE: сервер веб-браузера WebbIE. URL: http://www.webbie.org.uk/webbie.htm (дата обращения: 14.12.2017).

С.Т. Каримова

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ В ВУЗАХ

(Ферганский филиал ташкентского университета
информационных технологий имени Аль-Хорезмий)

В настоящее время общество изменило свои приоритеты, возникло понятие постиндустриального общества (общества информационного), оно в большей степени заинтересовано в том, чтобы его граждане были способны самостоятельно, активно действовать, принимать решения, гибко адаптироваться к изменяющимся условиям жизни. Поэтому информационное общество ставит новые задачи перед всеми типами учебных заведений - обучение и воспитание личности, способной ориентироваться в меняющихся жизненных ситуациях, самостоятельно приобретать необходимые знания, применять их на практике для решения разнообразных возникающих проблем; личности, способной самостоятельно критически мыслить, видеть возникающие проблемы и искать пути рационального их решения, использовать современные технологии, четко осознавать, где и каким образом приобретаемые ими знания могут быть применены генерировать новые идеи и творчески мыслить.

Сегодня трудно представить развитие без широкого применения информационно-коммуникационных технологий. В Узбекистане все больше внимания уделяется вопросам информатизации образования. Постановление Президента Ислама Каримова «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий» от 21 марта 2012 года служит важным фактором формирования системы дистанционного обучения, создания современных образовательных ресурсов и порталов, а также в дальнейшей информатизации образования.

В нашей стране с целью повышения качества общего среднего образования посредством разработки, совершенствования и внедрения в процесс обучения электронных образовательных ресурсов на основе информационно-коммуникационных технологий при Министерстве народного образования Республики Узбекистан был создан Центр развития мультимедийных общеобразовательных программ.

Для реализации программ и проектов центр располагает всем необходимым оборудованием. Здесь функционирует мультимедийная студия, где проводятся запись, монтаж и обработка видеороликов и мультимедийных образовательных материалов для общеобразовательных ресурсов и порталов. Многие из снимаемых здесь мультимедийных материалов и видеороликов являются полноценными видео-уроками по разным предметам образовательной программы, составленной в соответствии с образовательными стандартами нашей страны. В создании каждого из них принимали участие опытные и инициативные педагоги, работающие в общеобразовательных школах столицы, что обеспечило не только успешную реализацию проекта, но и создало увлекательную и грамотную с педагогической точки зрения основу и структуру всех роликов. Мультимедийная студия оснащена необходимым оборудованием и техникой.

Следует заметить, что в настоящий момент резко возросла роль различных видов личностно ориентированных технологий, базирующихся на основе активизации деятельности студентов и повышении эффективности учебного процесса, которые предполагают использование разнообразных форм и методов организации учебной деятельности, позволяют раскрывать субъектный потенциал, как студента, так и преподавателя. Это, прежде всего, использование методов активного обучения, диалогические формы организации семинарских занятий, элементы эвристики, синектический метод, мини-конференции и групповые дискуссии, обучающие имитационные и деловые игры, элементы психологического тренинга, мастер-классы, групповая и самостоятельная работы и многое другое.

Невероятно возросла роль и инновационных технологий. И это не только различные формы дистанционных обучений, но и широкое использование электронных конспектов лекций, мультимедийности, электронных учебников, учебных пособий, репетиторов и тренажеров, компьютерных лабораторных практикумов, виртуальных работ, спутникового учебного телевидения и телепорталов.

Новые задачи при этом встают и перед преподавателем. Это создание атмосферы заинтересованности каждого студента, стимулирование учащихся к высказываниям, использованию различных способов выполнения заданий без боязни ошибиться, получить неправильный ответ, поощрение стремления студента находить свой способ работы (решения задачи), анализировать способы работы других сокурсников, выбирать и осваивать наиболее рациональные, обеспечить условия для естественного самовыражения.

Современные условия **ориентируют на** кардинальное улучшение качества обучения в вузах страны за счет широкого внедрения в образовательный

процесс новых информационно-коммуникационных и педагогических технологий, электронных учебных пособий, мультимедийных средств. Бесспорно, компьютер на занятии предоставляет дополнительные возможности для оптимизации процесса обучения, его индивидуализации и дифференциации, кроме того, позволяет разнообразить используемые средства наглядного обучения.

Отметим, что организация работы с компьютером на занятиях «Истории Узбекистана» отличается многообразием: от поиска дополнительной информации в энциклопедиях и электронных книгах на семинарском занятии до проверки качества знаний и умений на контрольной работе. На сегодняшний день, современные электронные учебники предоставляют возможность организовать, как фронтальный просмотр фрагмента, так и индивидуальную или парную самостоятельную работу, при которых учитывается оптимальный темп работы, задания разноуровневой трудности, осуществляется дифференцированный подход к оценке итоговых результатов деятельности студентов. Использование презентации в Power Point позволяет преподавателю использовать максимально широкий набор средств наглядного обучения. В презентации могут быть воспроизведены важнейшие понятия, даты, события урока, сжатые сведения об историческом деятеле и т.д. Известно, что зрительная память, как правило, развита лучше, чем слуховая, поэтому насыщенность занятия зрительными образами повышает прочность усвоении материала. Значительный объем указанных действий можно выполнить и стандартным способом, но презентации позволяют увеличивать темп работы на уроке, сохранить при необходимости «эффект неожиданности», а их разработка при среднем уровне компьютерной грамотности пользователя занимает не больше времени, чем поиск той же информации, подготовка демонстрационных и раздаточных материалов и написание конспекта. При этом презентация зачастую более эффективна, чем демонстрация фрагмента мультимедийного учебника по истории. Учебник, как правило, содержит весьма ограниченный набор наглядного материала, не всегда в полной мере соответствующий педагогическому замыслу занятия. При использовании презентации преподаватель может в большей степени учесть специфику аудитории, временный аспект и т.д. Учебник в этом случае приспособлен для индивидуальной работы, при фронтальной организации деятельности студентов презентация ему не уступает.

Следующим уровнем использования презентации является парная или индивидуальная работа студентов, основанная на самостоятельном выполнении ряда заданий на семинарском занятии. Презентация при этом содержит систему заданий и требования по их выполнению, образы оформления работы, исходные и дополнительные материалы и т.д. слайды могут одержать гиперссылки, позволяющие получить быстрый доступ к образцу или дополнительным сведениям. Например, может быть организована работа по заполнению или составлению таблиц, графиков, диаграмм и т.д. На подобном занятии повышается самостоятельность деятельности студентов, активно реализуются межпредметная связь (информатики, поскольку для выполнения задания требуются элементарные умения работы в редакторах Word, Excel и т.д.). Преподаватель из инфор-

матора превращается в организатора, консультанта. Главной проблемой при организации подобной деятельности является необходимость проведения занятия в компьютерной аудитории, что не всегда возможно по причинам организационного характера.

Высшим уровнем является создание презентаций самыми студентами (индивидуальная, парная, групповая работа). Подходы к организации подобной проектной деятельности различны: возможна разработка презентации в форме отчета по итогам изучения темы (ее отдельного вопроса), исследования альтернативных подходов к решению проблемы. Преподавателю важно заранее определить сроки реализации проекта, форму предъявления презентации (предпочтительна защита презентации на уроке), критерии оценки проделанной работы. Очевидно, что основная работа студентов над созданием презентации придется на внеурочное время. В этой связи целесообразно обеспечить помощь на внеурочное время.

Инновационное обучение, как процесс и результат учебной и официальной деятельности, ориентировано на формирование готовности личности к динамическим изменениям в социуме, за счет развития способности к творчеству. Одной из таких инновационных технологий является модульное обучение.

Методика модульной системы основана на представлениях о том, что всякое занятие должно способствовать как усвоению новой информации, так и формированию умений и навыков и обработки этой информации.

Таким образом, логично использовать блоковую (модульную) организацию подачи материала. А именно: лекция (урок изучения нового материала), семинар, исследование, самостоятельная работа (уроки совершенствования знаний, умений, навыков), коллоквиум, (контрольные уроки – промежуточный контроль, уроки учета и оценки знаний и умений, итоговый контроль).

Модульная технология интересна и эффективна она позволяет удачно сочетать новые подходы к обучению и устоявшиеся методические рецепты традиционной системы. Неотъемлемой частью модульной технологии является рефлексия, как один из компонентов учебной деятельности студентов. Что реально повышает уровень понимания и осмысления изучаемого материала. Модульная технология позволяет варьировать темпы прохождения материала и его структуру, то есть, строится в соответствии с индивидуальными особенностями усвоения исторических знаний. Системность в подборе приемов и методов создает комплекс взаимозависимых дидактических условий, содействующих быстрому продвижению в развитии учащихся при изучении истории. Как показывает опыт, применение технологии приводит к росту компетентности и педагогов, и учащихся. Наиболее существенными элементами модульной технологии можно обозначить:

- блочное (модульное) построение учебного материала;
- мотивация учебной деятельности на основе целеполагания;
- преобладание самостоятельной, творческой деятельности на занятиях под руководством педагога по усвоению знаний и умений;
- гибкость (подвижность элементов структуры проблемного модуля).

Возможность дифференцирования и индивидуализации. Интеграция содержания обучения; технологическая динамичность и взаимозаменяемость приемов и методов обучения, системы контроля и оценивания достижений учащихся. Возможность прогнозирования учебной деятельности с учетом особенностей учебного материала и специфики конкретного коллектива учащихся.

Литература

1. Асатова Г. «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ POWER POINT ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ «ИСТОРИИ УЗБЕКИСТАНА»
2. Хуторской А. В. Педагогическая инноватика: методология, теория, практика. -М.: 2005.
3. Дорошенко Т. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ИСТОРИИ

А.Д. Мусиенко

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ УСТРОЙСТВ СОПРЯЖЕНИЯ С ОБЪЕКТАМИ МЕХАТРОНИКИ НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Всестороннее понимание свойств и типов сигналов считается главным компонентом укрепления приобретенных студентами знаний в процессе прослушивания лекционного курса. Также огромную роль играет овладение и закрепление приобретенных знаний при применении распределенных автоматизированных систем, либо систем сбора данных. В данной работе описываются некоторые лабораторные работы из лабораторного практикума [1] для изучения распределенных систем сбора данных в автоматизированных системах на базе программно-аппаратного комплекса для изучения устройств сопряжения с объектами в мехатронике с использованием технологии RS-485 на базе модулей серии ADAM-4000, представленного в [2].

Лабораторный практикум предназначен для выполнения лабораторных работ, а также при подготовке к практическим занятиям, при выполнении и защите курсовых и выпускных квалификационных работ для обучающихся по направлениям подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

Лабораторный практикум может быть также полезен магистрам смежных направлений подготовки, изучающих средства сбора информации, методы, алгоритмы обработки информации в распределенных автоматизированных системах различных архитектур.

Данный лабораторный практикум состоит из девяти практических заданий, в которых обучающимся предстоит научиться подключать и настраивать оборудование с помощью утилит, изучать виды и типы сигналов, обучаться взаимодействию с промышленным оборудованием, осваивать принципы работы в таких приложениях как SCADA TraceMode и MS Visual basic.

В первой лабораторной работе обучающимся предстоит настроить параметры сети и создать виртуальные COM-порты. Они создаются в специальной утилите – Advantech EKI Device Configuration Utility от фирмы Advantech. Изображение основного окна с настроенными виртуальными COM-портами представлено на рисунке 1.

Во второй лабораторной работе обучающимся предстоит ввести последовательность символов в специально приготовленное диалоговое окно (рисунок 2) с помощью специального блока имитации объектов мехатроники. Каждый символ имеет свою последовательность нулей и единиц, которые вводятся путем переключения тумблеров на блоке имитации объектов мехатроники.

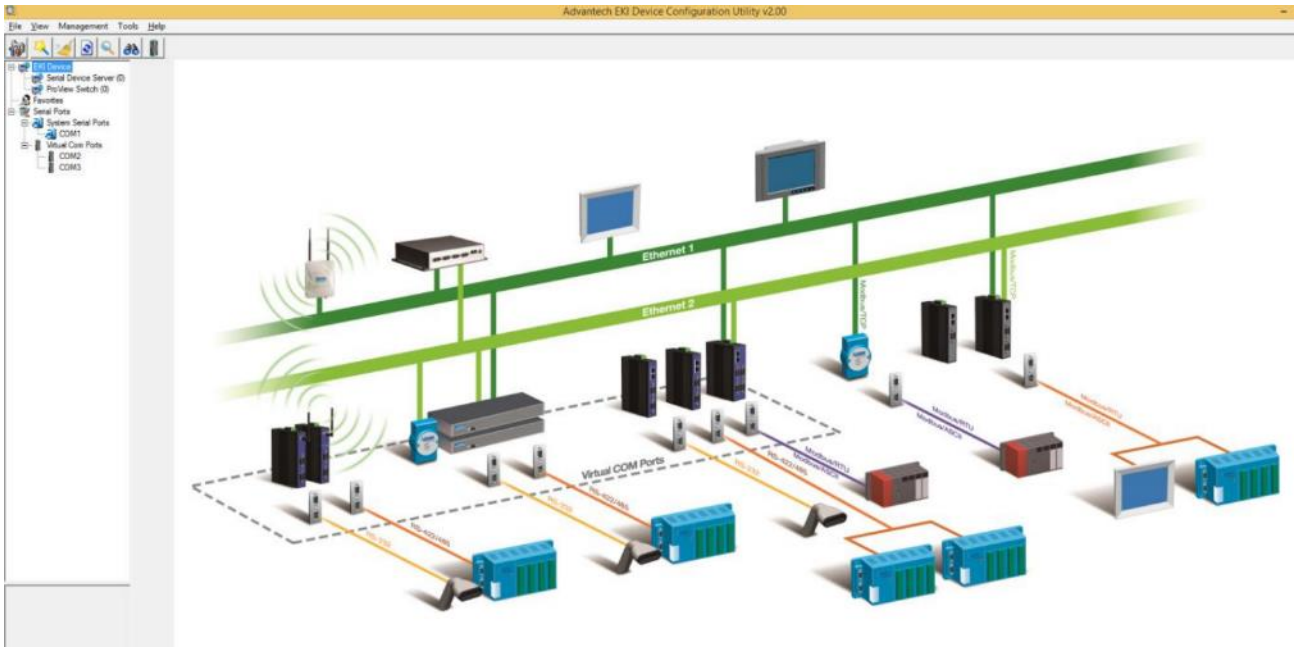


Рисунок 1 – Окно настройки и создания виртуальных COM-портов

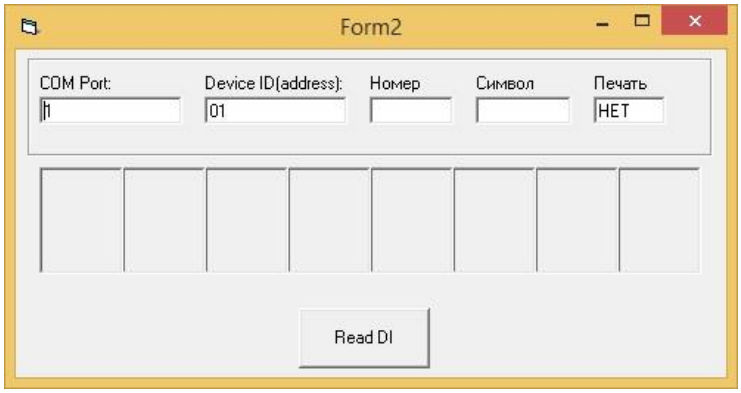


Рисунок 2 – Окно ввода символов

Ввод символов в ячейки производится при помощи ключей на блоке имитации объектов мехатроники. Ключами с 0-го по 7-ой задаётся код символа. Ключ 8 передвигает выбранное поле на 4 ячейки. Ключ 9 передвигает выбранное поле на 2 ячейки. Ключ 10 передвигает выбранное поле на 1 ячейку. Ключ 11 печатает выбранный символ в выбранном поле.

В третьей лабораторной работе обучающимся предстоит ввести изображение в диалоговое окно (рисунок 3). Ввод цветов в поля происходит по схожему принципу.

Ввод цвета в ячейки производится при помощи ключей на блоке имитации объектов мехатроники. Ключ 0 смещает выбранную строку на 8 пунктов. Ключ 1 смещает выбранную строку на 4 пункта. Ключ 2 смещает выбранную строку на 2 пункта. Ключ 3 смещаем выбранную строку на 1 пункт. При включении этих 4-х ключей выбираются все строки. Ключ 4 смещает выбранный столбец на 8 пунктов. Ключ 5 смещает выбранный столбец на 4 пункта. Ключ 6 смещает выбранный столбец на 2 пункта. Ключ 7 смещает выбранный столбец на 1 пункт.

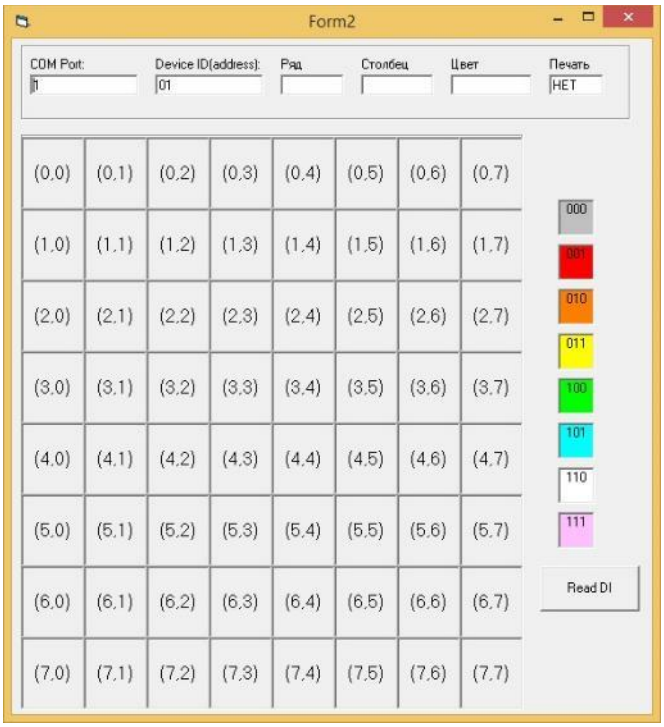


Рисунок 3 – Окно ввода картинки

При включении этих 4-х ключей выбираются все столбцы. Ключами 8, 9, 10 выбирается цвет. Ключ 11 печатает цвет в выбранной строке и столбце. Описание других лабораторных работ можно посмотреть в [1,3].

Дальнейшим направлением работы является расширение перечня лабораторных работ и увеличение количества используемых модулей путем усовершенствования программно-аппаратного комплекса для изучения устройств сопряжения с объектами на базе промышленной сети RS-485, а так же сопряжение этого программно-аппаратного комплекса с другим программно-аппаратным комплексом для изучения устройств сопряжения с объектами в мехатронике с использованием сети Ethernet.

Литература

1. Системы сбора данных распределенных автоматизированных систем. Лабораторный практикум для обучающихся по направлениям подготовки

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» очной формы обучения /Составители: Мусиенко А.Д., Сандлер И.Л., Засов В.А. – Самара: СамГУПС, 2016. – 80с.

2. Мусиенко А.Д., Иванов В.Д. Программно-аппаратный комплекс для изучения устройств сопряжения с объектами в мехатронике с использованием технологии RS-485 на базе модулей серии ADAM-4000. // Обучение и воспитание: методики и практика 2016/2017 учебного года. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2017. – С. 43-51.

3. Мусиенко А.Д., Иванов В.Д. Изучение ССД, посредством использования модуля дискретного ввода/вывода ADAM-4051 // EUROPEAN RESEARCH. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. – С. 51-55.

Т.И. Михеева, И.И. Ермошкин, И.С. Караулова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА «ДИКТАНТ»

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Информационные технологии способствуют развитию обучающихся за счет удаленного доступа к знаниям. Глобализация знаний позволила получать образование дистанционно в любое время и в любом месте. В настоящее время основной валютой на рынке труда являются знания. Электронные обучающие системы позволяют получить необходимую информацию для прогрессирования учащегося.

Обучающая система «Диктант» предназначена для проведения проверочных и контрольных работ на знание орфографии и пунктуации русского языка в образовательных учреждениях и индивидуальных занятий учеников.

При создании диктанта преподаватели добавляют в него пропуски, которые ученик должен правильно заполнить. По завершении диктанта ученику становятся доступны результаты его выполнения, в случае если ученик допустил ошибки, отображаются правильные варианты ответов. Так же формируется статистика на основании пройденных диктантов.

Большой проблемой подобных систем является то, что ученик может скопировать текст диктанта и затем найти по нему исходный текст, с заполненными пропусками. В системе диктант проблема решена в 2 этапа:

1. составление преподавателем оригинального текста диктанта, который ученик не сможет найти в открытом доступе.
2. встроенная защита от копирования предоставляемого ученику текста. Ученик не имеет возможности скопировать текст используя стандартные средства.

Обучающая система «Диктант» поставляется с набором готовых диктантов. Главной особенностью является то, что преподователь может редактиро-

вать уже существующие диктанты и добавлять новые. Имеется возможность постепенного увеличения количества пропусков в диктантах.

Интерфейс системы понятный как для учеников, так и для преподователей, на рисунке 1 приведено изображение формы редактирования диктанта.

Основная проблема среди современных учеников заключается в том, что постепенно мотивация к учебной деятельности, столь сильная в первом классе, начинает снижаться. Это связано с падением интереса к учебе и с тем, что у ребенка уже есть завоеванная общественная позиция, ему нечего достигать. Для того чтобы этого не происходило учебной деятельности необходимо придать новую лично значимую мотивацию.

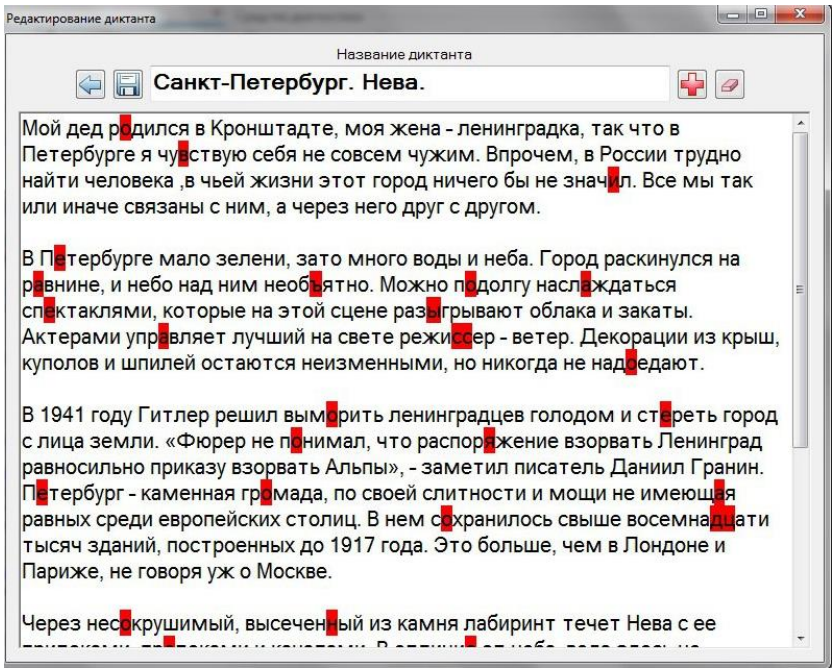


Рисунок 1 – Окно редактирования диктанта

В обучающей системе диктант, мотивирующей составляющей является статистика. Чем более грамотен ученик, тем меньше он допускает ошибок и тем выше его положение в рейтинге, составленном на основании статистики.

Преимущества, связанные с использованием рейтинговой системы оценивания учебных достижений как средства успешного развития компетентности школьников очевидны, так как они позволяют значительно повысить эффективность учебной деятельности учащихся за счет целого ряда факторов.

Стимулируется максимально возможный в данной ситуации интерес учащихся к конкретной теме.

Процесс обучения и контроля охватывает всех учащихся, их обучение при этом контролируется учителем и одноклассниками.

Дух соревнования и соперничества, изначально заложенный в человеческой природе, находит оптимальный выход в добровольной игровой форме, которая не вызывает стрессовой ситуации.

Развиваются элементы творчества, навыки самоанализа, включаются дополнительные резервы личности, обусловленные повышенной мотивацией учащихся.

Наблюдается поворот мышления и поведения школьников в направлении более продуктивной и активной познавательной деятельности.

Ежегодно в учебных заведениях пишутся контрольные диктанты, для проверки которых необходимы человеческие ресурсы. Подобные программы позволяют преподавателям избежать временные затраты на разбор работ учащихся.

Скорость письма ученика начальной школы составляет порядка 40 символов в минуту, а время, затраченное на написание диктанта из 800 символов, составит не менее 20 минут. Так же необходимо учитывать время проверки диктанта преподавателем, которое составит не менее одного часа при численности класса в 20 человек. При использовании обучающей системы «Диктант» время написания подобного диктанта составит около 5 минут, причем проверка будет моментальной и максимально справедливой, ведь ученику не придется в очередной раз доказывать преподавателю, что он написал букву "о", а не "а". Высвобожденное время можно потратить на закрепление пройденого материала в соответствии со статистикой проделанной работы.

Заключение: внедрение данной системы позволит изменить подход к обучению грамотности современных детей, повысив при этом их письменность и образованность, а также позволит осуществлять более рациональное использование временных ресурсов.

Литература

1. Калужская М.В. Внедрение рейтингов в старшей школе. М. "Справочник заместителя директора школы". 2008 г.–112 с.

С.А. Пиявский [1] , Г.В. Акопов [2], Е.И. Колесникова [1] , Т.В. Никифорова [1]

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ ВИРТУАЛЬНОЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ТВОРЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

([1] Самарский государственный технический университет
[2] Самарский государственный социально-педагогический университет)

Разработка инфокоммуникационной среды (ИКС), поддерживающей функционирование производственного предприятия или образовательного учреждения, в наше время не является чем-то экстраординарным, а скорее даже обязательным элементом мониторинга эффективности деятельности.

Однако заметим, что основной функцией таких сред является именно информационная (её сбор, хранение, обработка и т.д.), а также организация взаимодействия источников и потребителей информации. Для ИКС производ-

ственных предприятий компонент развития редко представлен, и в основном, в виде получения и анализа обратной связи от потребителей.

Применительно к образовательным учреждениям, в которых развивающий компонент является обязательным, обратной связи недостаточно. При проектировании архитектуры образовательной ИКС необходимо предусмотреть идентификацию качественных и количественных изменений в компетенциях обучающихся. Причем компетенции включают в себя как знания и умения, а также личностные характеристики.

Поэтому, при реализации научно-образовательной программы «Полет» [1] в рамках Концепции развития творческого потенциала Самарской области [3] обращалось внимание на психологическую готовность обучающихся к самореализации в рамках творческой деятельности в сфере НТТ. То есть, методологические основы формирования универсальных и специальных компетенций творческой деятельности, сформулированные С.А. Пиявским [5] включают психологический компонент.

Психологами Самарской области на начальном этапе внедрения программы была проведена работа, включающая очные лекционные и тренинговые занятия [2]. Проведенные опросы на входе-выходе занятий с психологами показали пользу и удовлетворенность в целом студентов.

На следующем этапе реализации программы возникла потребность в исследовании динамики участников. Разработана виртуальная научно-образовательная среда, дающая представление о рейтинге и достижениях участников программы по результатам работы в секциях конференции «Полета». Психологический компонент включал самооценку студентом своих личностных компетенций в виде психологического тестирования [4].

Аспекты организации виртуальной научно-образовательной среды мы обозначим как технический и содержательный. На начальном этапе проектирования ИКС представляет собой некий инструмент для хранения, анализа и мониторинга оценки психологической готовности студентов и работы психологов. Для эффективной работы, быстрой доступности и удобства использования ИКС реализована в виде Web-приложения на Java. В качестве СУБД используется MySQL. Так как на данном этапе проектирования ИКС работает автономно от основной системы индивидуального руководства исследованиями студентов «Полет», но при этом частично содержит информацию из основной системы по студентам и их рейтингу выполнения проектов, то некоторые таблицы БД системы «Полет» реплицируются в БД ИКС. При использовании данного подхода дальнейшая интеграция этих двух систем упростится.

В ИКС реализовано несколько ролей пользователей: администратор, куратор, психолог и студент. Включение психолога в список ролей предъявляет повышенные требования к режиму шифрования в связи требованиями этики работы с личными данными и конфиденциальностью. Поэтому, для психологов реализовано чёткое закрепление за студентами и на основании этого зона видимости тех или иных студентов и информации по ним. Для остальных же

ролей, информация по студентам выводится в обобщенном виде в виде содержательных отчетов и графиков.

На следующем этапе проектирования ИКС планируется разработка возможностей общения, взаимодействия и взаимооценок между собой обучающихся и психологов (на данном этапе общение предусматривает дополнительные действия, не предусмотренные средой).

Особенности технической организации среды предполагают четкое обеспечение содержательного аспекта. Для мониторинга психологического компонента в результате коллективной работы на семинарах участвующих в реализации программы «Полет» психологов путем мозгового штурма разработаны критерии для оценки сформированности психологической готовности к самореализации в рамках творческой деятельности в сфере НТТ. Поскольку работа оценки психологической готовности проводится более чем десятком специалистов-психологов, необходимо снабдить критерии оценки подробными комментариями для возможности их сопоставления между собой,

Отметим, что аналогов как самой виртуальной научно-образовательной среды, так и перечня критериев на данный момент нет, поэтому ниже приведен список качеств и характеристик личности, обеспечивающих психологическую готовность к самореализации в рамках творческой деятельности в сфере научно-технического творчества:

- Уровень личностной и социальной зрелости
- Уверенность в своих силах
- Умение переносить неудачи
- Готовность к научному риску
- Умение пережить успех
- Умение сосредоточиться
- Умение широко взглянуть
- Настойчивость в достижении цели
- Уровень субъективного благополучия (психологического здоровья)
- Чувство предназначения
- Скорость формирования компетенции
- Мотивация деятельностью
- Мотивация внешним стимулированием
- Утомляемость
- умение работать в команде

Психолог с обоснованием оценки (результаты психодиагностики, конкретные примеры из самоотчета, поведения и пр.) отмечает уровень развития качеств и характеристик (по десятибалльной шкале, 1- низкий уровень, … 10 – высокий уровень).

Четкая конкретизация содержания критериев обеспечивает возможность сопоставления результатов оценки психологической готовности к самореализации в творческой деятельности. Результаты мониторинга выводятся в таблицы по вузу, курсу, специальности (техническая и гуманитарная подготовка), полу,

возрасту, направлению (секции) работы. Это позволяет не только проводить мониторинг деятельности в научно-образовательной программе, но и намечать пути управляемого развития способностей молодежи в сфере научно-технического творчества.

Литература

1. Акопов Г.В. Концепция развития творческого потенциала Самарской области // Г.В. Акопов, М.И. Бальзанников, А.А.Глушков, Л.Е. Загребова, Д.Е. Овчинников, С.А.Пиявский, С.В.Смирнов, Р.Б.Шаталов // Проблемы управления и развития Самарской области: труды научно-практической конференции (20-25 сентября 2016 г., г. Самара). Самара: АНО «Совет по вопросам управления и развития Самарской области»: ООО «ОФОРТ», 2016 - с.36 – 45

2. Акопов Г.В. Модель пморозовсихолого-педагогического сопровождения технически одаренных студентов в научно-образовательной программе «Полет» / Г.В. Акопов, Е.И. Колесникова, С.А. Пиявский, Т.В. Семенова // Материалы съезда Российского психологического общества / сост. Л.В. Артищева; под ред. А.О. Прохорова, Л.М. Попова, Л.Ф. Баяновой и др. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. – Т. 1. – С. 380-382

3. Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (система «Творческая молодежь»). URL: http://www.creative-youth.ru, (дата обращения: 22.03.2018).

4. Колесникова Е.И. Информационная система психологической поддержки одаренных студентов в рамках психологического модуля областной научно-образовательной программы «Полет» / Е.И. Колесникова, Т.В. Никифорова, С.А. Пиявский // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2017. -С. 1090-1092.

5. Пиявский С.А. Перспективная региональная инфокоммуникационная научно-образовательная развивающая среда творчески одаренной молодежи / С.А. Пиявский // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2017. – С. 1093-1096.

С.А. Пиявский

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО И ТВОРЧЕСКАЯ МОЛОДЕЖЬ

(Самарский государственный технический университет)

Из шести базовых национальных интересов, определенных в [1], ровно половина (развитие человеческого потенциала, повышение роли России в мировом гуманитарном и культурном пространстве, формирование цифровой экономики) напрямую связана с творчески одаренной молодежью в сфере науки,

техники и технологий (далее – творческая молодежь). Это дает основания с особым вниманием отнестись к тем новым механизмам выявления, развития и вовлечения творческой молодежи в общеполезную трудовую деятельность, которые возникают в современном быстроменяющемся информационном обществе.

Одним из таких многообещающих механизмов является технологически основанная на инфокоммуникационной платформе единая развивающая научно-образовательная среда творческой молодежи (далее – развивающая среда), трехлетний опыт создания и функционирования которой в региональном масштабе накоплен в Самарской области [2] - [5]. При ее создании важно избежать примитивизма с одной стороны и «цифрового фетишизма» с другой. Поэтому полезно охарактеризовать принципиальные особенности, на которые следует ориентировать свои действия про поэтапном формировании высокоэффективной развивающей среды.

1. Развивающая среда включает молодежь в возрасте от 14 до 35лет, т.е. целиком охватывает старший школьный, вузовский и первоначальный послевузовский периоды становления творческой личности. При этом она обеспечивает непрерывный индивидуальный мониторинг, стимулирование и поддержку всех ее участников. «Вырезание» из единой развивающей среды отдельных уровней и их «автономизация» (например, под предлогом «поэтапности», недостатка кадров или средств) неизбежно приводит к разрушению всей среды, поскольку основные содержательные и мотивационные потоки, создающие предпосылки для творческой деятельности молодых исследователей на каждом возрастном уровне, идут от вышестоящего уровня к нижестоящему.
2. Активными участниками развивающей среды являются не только молодые исследователи, но и все другие участники связанного с ними научного и образовательного процесса: их преподаватели, научные руководители и консультанты, действующие ученые различных научных, образовательных и проектных организаций, специалисты предприятий и организаций, руководители и специалисты органов управления различного уровня. Основная функция развивающей среды состоит в организации и поддержке их взаимодействия на личной основе в процессе решения творческих задач. Вопросы выявления, привлечения в развивающую среду этих групп участников, их стимулирования, повышения квалификации и поддержки имеют решающее значение.
3. Развивающая среда - не просто технологическая платформа для успешного «эмпирического» взаимодействия ее членов, а целостная система, способствующая наиболее эффективному развитию и самоопределению присутствующей в ней творческой молодежи. Необходимое условие этого – наличие глубоко научно-методически обоснованной базовой концепции многолетнего индивидуализированного развития творчески одаренной личности в развивающей среде (напри-

мер, частично [6]). Базовая концепция включает наукометрические, компетентностные, психологические, информационно-технологические и социальные составляющие, использует методы системного анализа, математического и компьютерного моделирования, проектирования и управления большими организационно-техническими системами. В рамках развивающее среды содержание деятельности молодых исследователей, их руководителей и консультантов должно деликатно и мягко направляться с методических позиций базовой концепции и целенаправленно дополняться специальными развивающими и поддерживающими мероприятиями.

4. Развивающая среда инкорпорирует все основные действующие механизмы работы с творческой молодью, не изменяя их самобытности и автономности, но в максимальной степени согласуя с базовой концепцией и, в свою очередь, обогащая базовую концепцию учетом их конкретики.
5. Глубокое воздействие, которая оказывает развивающая среда на все традиционные формы и механизмы работы с творческой молодежью (а без этого она была бы бесполезна и, по крылатому выражению одного из основоположников кибернетики в нашей стране академика В.М.Глушкова, просто «автоматизировала бы хаос»), закономерно порождает сомнения и недоверие у отдельных руководителей и рядовых участников, предпочитающих традиционные формы работы. Поэтому на стадии становления развивающая среда нуждается в четко выраженной воле и поддержке государственных органов, поскольку именно они реализуют политику, обеспечивающую научно-технический и социально-экономический прогресс страны и отдельных регионов на длительную перспективу.

Литература

1. Указ Президента РФ от 09.05.2017 N 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы"

2. Г.В. Акопов, Л.Е. Загребова, З.Ф. Камальдинова, Д.Е. Овчинников, С.А. Пиявский, С.В. Смирнов, В.Ю. Шаврин Проблемы формирования региональной научно-образовательной развивающей среды в сфере науки, техники и технологий / // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIX международной конф. (12-55 сентября 2017 г., Самара, Россия). – Самара: ООО «Офорт», 2017. - С. 273-280.

3. Д.Е.Овчинников, Л.Е.Загребова, М.И.Бальзанников, С.А.Пиявский, Г.В.Акопов, С.В.Смирнов, Р.Б.Шаталов, А.А.Глушков Концепция развития творческого потенциала Самарской области, Проблемы управления и развития Самарской области, Труды научно-практической конференции (20-25 сентября 2016 г., г.Самара, Россия). Самара: АНО «Совет по вопросам управления и развития Самарской области»: ООО «ОФОРТ», 2016 - с.36 – 45

4. Пиявский С.А. Перспективная региональная инфокоммуникационная научно-образовательная развивающая среда творчески одаренной молодежи, в сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017) труды Международной научно-технической конференции. 2017. - с. 1093-1096.
5. Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (система «Творческая молодежь»), URL: http://www.creative-youth.ru, (дата обращения: 25.02.2018).
6. Пиявский С.А. Управляемое развитие научных способностей молодежи. - М.: Академия наук о Земле, 2001. - 109 с.

С.А. Пиявский[1], М.Н. Елунин[2], З.Ф. Камальдинова[1]

О ФОРМИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СЕГМЕНТА НАЦИОНАЛЬНОЙ РАЗВИВАЮЩЕЙ КОММУНИКАЦИОННОЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТВОРЧЕСКИ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

([1]Самарский государственный технический университет
[2] ООО «АКС БИТ»)

На базе опыта Единой Самарской областной системы мер по выявлению, поддержке и развитию творчески одаренных детей и молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (далее - ЕСМ) возникла идея создания проекта по разработке и экспериментальной проверке эффективности основных системных, научно-методических и технических решений по формированию Национальной развивающей коммуникационной научно-образовательной среды дополнительного образования творчески одаренных детей и молодежи (далее – РОСТ) [1-3]. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Привлечь заинтересованные организации, инициировать и обеспечить рассмотрение на авторитетном федеральном и региональном уровне опыта ЕСМ вплоть до принятия необходимых решений об экспериментальной проверке эффективности основных системных, научно-методических и технических решений ЕСМ с целью оценки целесообразности их использования при формировании РОСТ.
2. Обеспечить создание и успешное функционирование в рамках научно-образовательной программы «ВЗЛЕТ» ЕСМ экспериментального сегмента (ЭС) РОСТ, включающего не менее 10 кванториумов и 20 образовательных организаций не менее чем из 10 различных субъектов РФ.
3. Провести подготовку и обучение персонала организаций, участвующих в ЭС РОСТ.

4. Обобщить, проанализировать и подготовить к широкому обсуждению и публикации комплекс предлагаемых основных системных, научно-методических и технических решений по формированию РОСТ.

5. На основе предлагаемого комплекса основных системных, научно-методических и технических решений по формированию РОСТ разработать предложения по дорожной карте реализации РОСТ в полном объеме в 2020 году.

Проект соответствует Концепции развития дополнительного образования детей, приоритетного проекта «Доступное дополнительное образование для детей», особенно в направлениях:

- использование инфокоммуникационных технологий в дополнительном образовании творчески одаренных детей и подростков;
- массовое привлечение ученых и преподавателей вузов к работе с творчески одаренными детьми и подростками;
- стирание различий в качестве дополнительного образования творчески одаренных детей и подростков в крупных городах и в сельской местности, в малых населенных пунктах;
- повышение достоверности оценки творческих достижений детей и подростков, использование объективных критериев при их выявлении, поддержке, стимулировании и развитии.

Новизна проекта состоит в системном характере, рассматривающем выявление и развитие творчески одаренных детей как первый из трех взаимодействующих кластеров системы, охватывающей школьный, вузовский и послевузовский этапы их направляемой творческой деятельности. Отличительная основа проекта от аналогов - использование разработанной С.А.Пиявским оригинальной теории управляемого развития научных способностей молодежи, сочетающей системные, математические, наукометрические и психологические аспекты с применением инфокоммуникационных технологий [4]. По этой теории успешно защищена докторская диссертация, имеется большое число публикаций, она комплексно успешно используется в Самарской области начиная с 2008 года.

Результаты проекта в течение двух лет могут быть перенесены на всю страну. Эта возможность определяется тем, что его системные, математические, наукометрические и психологические аспекты, инфокоммуникационные технологии носят универсальный характер. Проект предусматривает эксперимент по включению в существующую Самарскую систему тридцати организаций из 10 различных регионов, что позволит оценить особенности, которые внесет распространение проекта на всю страну. Одновременно проект предполагает обучение и приобретение практического опыта 300-ми педагогами, учителями, учеными, специалистами в 10 регионах страны, что создаст кадровую основу для планомерной подготовки персонала, при развертывании НОРС.

Важнейшим преимуществом в аспекте масштабирования является возможность развития проекта не только «вширь», но и «ввысь», на вузовский

уровень и сферу труда молодых ученых и специалистов, что успешно уже реализуется в Самарской области.

Результатами являются системные, научно-методические и технические решения и проект дорожной карты, а также методические материалы по обучению не менее 300 педагогов, учителей, ученых, специалистов, в 10 регионах.

Социальными эффектами в 10 регионах будут:

- эффективное взаимодействие ученых вузов с детьми и их учителями и педагогами на основе инфокоммуникационных технологий, в том числе и детьми, проживающими в сельской местности и малых населенных пунктах;
- достоверная многокомпонентная оценка творческого уровня результатов продуктивной деятельности творчески одаренных детей для мониторинга и управления их развитием;
- подготовленные кадры координаторов кванториумов и образовательных организаций, учителей и педагогов - руководителей исследовательских проектов и ученых и преподавателей вузов - научных консультантов этих проектов.

Аналогичные эффекты реализуются во всей стране по мере распространения результатов проекта в соответствии с дорожной картой.

Проект будет функционировать в вошедших в него регионах и организациях при минимальной финансовой поддержке региональных бюджетов (оплата четверти ставки координатора проекта в каждой вошедшей в него организации). Расширение проекта на большее число организаций в регионах и на другие регионы будет определяться их желанием войти в РОСТ и реализацией дорожной карты формирования РОСТ на 2019-2020 годы.

Распространяемые результаты проекта – включение до 2020 года в РОСТ всех регионов, кванториумов и образовательных организаций страны в случае выполнения разработанной в проекте дорожной карты, предусматривающей создание необходимой мощной программно-информационной платформы, комплекса организационных и нормативных документов и методических материалов, краткосрочную подготовку кадров, участвующих в реализации РОСТ. При этом, помимо охвата творчески одаренных школьников старших классов, РОСТ последовательно и постепенно охватит на тех же технологических основах творчески одаренных студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и специалистов, творчески одаренных в сфере науки, техники и технологий. При этом, как и предлагаемый проект, РОСТ будет опираться на уже существующий опыт самарского коллектива.

Для распространения результатов проекта – на все субъекты Российской Федерации необходимо создание федерального центра по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию России, имеющего отделение в г. Москве на базе Фонда новых форм развития образования и в г. Самаре на базе коллектива разработчиков ЕСМ, опирающегося на региональные модельные центры во всех субъектах Российской Федерации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, научный проект № 18-08-00858 А, 09.02.2018

Литература

1. Единая Самарская областная система мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий и инновационному развитию Самарской области (система «Творческая молодежь») / URL: http://www.creative-youth.ru (дата обращения: 25.02.2018).

2. Загребова Л.Е., Камальдинова З.Ф., Котельников Г.П., Пиявский С.А., Шаврин В.Ю. О ходе формирования региональной системы работы с творчески одаренной молодежью // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей [Электронный ресурс] / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова; АСИ СамГТУ. Самара, 2017. С. 528-533.

3. Акопов Г.В., Загребова Л.Е., Камальдинова З.Ф., Овчинников Д.Е., Пиявский С.А., Смирнов С.В., Шаврин В.Ю. Проблемы формирования региональной научно-образовательной развивающей среды в сфере науки, техники и технологий // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIX Международной конференции / под ред. Е.А. Федосова, Н.А. Кузнецова, В.А. Виттиха. М., 2017. С.273-280.

4. Пиявский С.А. Управляемое развитие научных способностей молодежи. - М.: Академия наук о Земле, 2001. - 109 с.

5. Пиявский С.А. Системные аспекты формирования единой региональной системы работы с творчески одаренной молодежью // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова; СГАСУ. Самара, 2016. С. 494-497.

6. Борисова О.А., Камальдинова З.Ф., Пиявский С.А. Информационная система поддержки базовой научно-образовательной программы «Полёт» // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей [Электронный ресурс] / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова; АСИ СамГТУ. Самара, 2017. С. 551-554.

7. Бальзанников М.И., Камальдинова З.Ф., Пиявский С.А. Упрощенная математическая модель формирования исследовательских компетенций студентов // Научное обозрение. № 7. 2015. С. 93-97.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, научный проект № 18-08-00858 А, 09.02.2018

С.А. Пиявский, З.Ф. Камальдинова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

(Самарский государственный технический университет)

В современном мире востребованы специалисты высокого уровня с развитыми исследовательскими компетенциями. Как показывает вековой опыт развития науки и техники, специфика формирования этих компетенций состоит в том, что они формируются на основе творческих задатков в процессе продуктивной творческой деятельности, движимой собственными волевыми импульсами личности.

Вопросы формирования компетенций и математического моделирования этого процесса рассмотрены в работе [1-2] и последующих работах группы авторов. Выделены девять ключевых исследовательских компетенций, реализуемых на четырех уровнях творческой деятельности. Совместно с мотивацией формируется 37-мерное пространство, в котором происходит развитие творческих способностей личности в сфере науки и техники. С.А. Пиявским предложена 37-ми мерная математическая модель с перекрестными связями, отражающими взаимное влияние компетенций при их формировании. Разработана соответствующая информационная технология, которая на основе созданной математической модели успешно используется, начиная с 90-х годов прошлого века. В рамках этой технологии студенты выполняют исследования, комплексная оценка которых производится на основе специально разработанной системы 15-ти критериев.

Для активного вовлечения студентов, их научных руководителей и преподавателей в процесс формирования исследовательских компетенций необходимо, чтобы они хорошо представляли себе не только общую идеологию развития образовательных процессов, но и конкретные механизмы, приводящие к той или иной оптимальной траектории развития исследовательских компетенций.

В [3] получено аналитическое представление математической модели, естественно соответствующим образом упрощенное. В данной статье эта модель еще более упрощается введением естественного дополнительного требования не убывания мотивации в процессе деятельности молодого исследователя. Запишем систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dfrac{dx_i}{d\tau} = b_i x_i (1 - x_i)\Theta_i \\ \dfrac{dM}{d\tau} = (1 - M)\sum\limits_{i=1}^{n} \alpha_i \Theta_i \end{cases} \qquad i = 1, \ldots, n$$

$$\sum_{i=1}^{n} \Theta_i = 1$$

Поскольку переходить к τ возможно лишь, если $\frac{dM}{d\tau} \geq 0$, чтобы τ не дергалась вперед-назад, то $\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \Theta_i \geq 0$, т.е. мотивация не убывает!

$$F = \sum_{i=1}^{n} c_i x_{i_к} + M_к \to \max \text{ или } \overline{F} = -\sum_{i=1}^{n} c_i x_{i_к} - M_к \to \min$$

Применим принцип максимума Понтрягина

$$H = \sum_{i=1}^{n} \psi_i b_i x_i (1 - x_i) \Theta_i + \psi_M (1 - M) \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \Theta_i \text{ , или}$$

$$H = \sum_{i=1}^{n} [\psi_i b_i x_i (1 - x_i) + \psi_M (1 - M)] \alpha_i \Theta_i \equiv \sum_{i=1}^{n} P_i (x_i, M, \psi_i, \psi_M) \Theta_i$$

Сопряженная система:

$$\frac{d\psi_i}{d\tau} = -\frac{dH}{dx_i} = -\psi_i b_i x_i (1 - 2x_i) \Theta_i$$

$$\frac{d\psi_м}{d\tau} = -\frac{dH}{dM} = \psi_M \sum_{i=1}^{n} \Theta_i \alpha_i$$

Условия трансверсальности $\psi_i = c_i$ $\psi_M = c_M$

θ_i определяем из условия максимума гамильтониана

$H = \sum_{i=1}^{n} P_i \Theta_i \to \max$, при ограничениях:

$0 \leq \Theta_i \leq 1$; $\sum_{i=1}^{n} \Theta_i = 1$; $\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \Theta_i \geq 0$

Работа выполнена при поддержке РФФИ, научный проект № 18-08-00858 А, 09.02.2018

Литература

1. Пиявский С.А. Управляемое развитие научных способностей молодежи. – М.: Академия наук о Земле, 2001. – 109 с.

2. Пиявский С.А. Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе: Учебник/ Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара, 2011. – 198 с.

3. Бальзанников М.И., Камальдинова З.Ф., Пиявский С.А. Упрощенная математическая модель формирования исследовательских компетенций студентов // Научное обозрение, № 7, 2015. – С. 93-97.

С.А. Пиявский, З.Ф. Камальдинова, Л.А. Гафарова

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РАСЧЕТА ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ДОСТИЖЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ

(Самарский государственный технический университет)

С 2015 года в Самарской области проводится конкурс исследовательских проектов выполняемых школьниками под руководством своих учителей и при научном консультировании ученых вузов «Взлет». Отличие этого конкурса от многих подобных – использование специальной, размещённой в сети Интернет, информационной системы, которая с одной стороны позволяет осуществлять мониторинг выполнения проектов, а с другой стороны проследить многолетнюю траекторию развития школьника.

Для каждого школьника существует возможность рассчитать с помощью информационной системы его творческий рейтинг. Творческий рейтинг состоит из нескольких составляющих, одна из них, это рейтинг внешних достижений. Система позволяет вводить и учитывать достижения школьника в различных мероприятиях, направленных на развитие его исследовательских компетенций. К таким мероприятиям были отнесены конференции различного уровня, олимпиады и публикации. Так как система открыта, то можно говорить об её объективности и достоверности.

Существуют различные подходы к расчету творческого уровня. Одной из проблем становится построение математически обоснованной шкалы уровней для достижений. Поэтому для реализации модуля ввода школьником своих внешних достижений был использован метод аналитической иерархии (МАИ), с помощью которого была составлена шкала оценок, по которой оценивались достижения. Для создания шкалы оценок использовалась разработанная в МАИ процедура попарных сравнений. С помощью неё, была составлена градация дискретной шкалы, которая в свою очередь имеет конечный набор уровней.

Ход работы представлен ниже:

1. Составление шкалы превосходства от 1 до 9.
2. Построение матрицы сравнений.
3. Проверка результатов процедуры сравнения.
4. Составление дискретной шкалы оценок на основе полученных результатов.

В результате работы была получена дискретная шкала оценок, по которой в дальнейшем вычислялись баллы за определенные достижения. Данная система оценок была использована в реализации программного продукта (рис.1).

Помимо метода анализа иерархии, для сравнения объектов, существует множество других методов. Рассмотрим только некоторые из них, например, *методы комплексной оценки и сравнения с использованием функции полезности.* Опираясь на полученную информацию проведем многопараметрический сравнительный анализ данных методов (табл.1)

Исходя из данной таблицы, можно сделать вывод, что для решения поставленной задачи самым оптимальным методом является – метод анализа иерархий. Во-первых, скорость вычисления довольно быстрая, составляет всего четыре этапа. Во-вторых, данный метод универсален по сравнению с его оппонентами и может быть использован в решении разнообразных задач, это одно из самых главных преимуществ данного метода. В-третьих, точность вычисления результатов довольно высокая.

Награда	Уровень	Шкала оценок
Участник	Вузовский, школьный	0,037
Участник	Городской, округ, межвузовский	0,107
Участник	Регион, область	0,235
Участник	Всероссийский	0,302
Участник	международный	0,397
Участник с местом	Вузовский, школьный	0,064
Участник с местом	Городской, округ, межвузовский	0,134
Участник с местом	Регион, область	0,262
Участник с местом	Всероссийский	0,329
Участник с местом	международный	0,424
3-е место	Вузовский, школьный	0,188
3-е место	Городской, округ, межвузовский	0,258
3-е место	Регион, область	0,386
3-е место	Всероссийский	0,453
3-е место	международный	0,548
2-е место	Вузовский, школьный	0,215
2-е место	Городской, округ, межвузовский	0,285
2-е место	Регион, область	0,413
2-е место	Всероссийский	0,480
2-е место	международный	0,575
1-е место	Вузовский, школьный	0,279
1-е место	Городской, округ, межвузовский	0,349
1-е место	Регион, область	0,477
1-е место	Всероссийский	0,544
1-е место	международный	0,639
Гран при	Вузовский, школьный	0,342
Гран при	Городской, округ, межвузовский	0,412
Гран при	Регион, область	0,540
Гран при	Всероссийский	0,607
Гран при	международный	0,702

Рисунок 1 – Дискретная шкала оценок

Таблица 1 – Анализ методов сравнения объектов

Метод	**Удобство**	**Скорость вычисления**	**Сложность алгоритма**	**Универсальность**
Анализа иерархий	Требует большой объем информации	Для вычисления необходимо четыре этапа	Математический аппарат средней сложности	Может применяться для решения разнообразных задач
Комплексной оценки	Требует минимальный объем информации	Для вычисления необходимо шесть этапов	Математический аппарат средней сложности	Может применяться для решения других задач
Сравнения с использованием функции полезности	Требует достаточно большой объем информации.	Для вычисления необходимо восемь этапов	Довольно сложный математический аппарат	Узконаправленный метод [2]

Литература

1. Загребова Л.Е., Камальдинова З.Ф., Котельников Г.П., Пиявский С.А., Шаврин В.Ю. О ходе формирования региональной системы работы с творчески одаренной молодежью // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей [Электронный ресурс] / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова; АСИ СамГТУ. Самара, 2017. С. 528-533.

2. Акопов Г.В., Загребова Л.Е., Камальдинова З.Ф., Овчинников Д.Е., Пиявский С.А., Смирнов С.В., Шаврин В.Ю. Проблемы формирования региональной научно-образовательной развивающей среды в сфере науки, техники и технологий // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIX Международной конференции / под ред. Е.А. Федосова, Н.А. Кузнецова, В.А. Виттиха. М., 2017. С.273-280.

3. Гудков П.А. Методы сравнительного анализа: учебное пособие / под редакцией А.М. Бершадского; Пенз.гос. ун-та./– Пенза, 2008. – 81 с.

4. ЗАО «НЕЙРОСПЛАВ» Технологии принятия решений: метод анализа иерархий. // CITFORUM. 2004 г. Режим доступа: http://www.citforum.ru/consulting/BI/resolution/ (дата обращения: 10.11.17)

5. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.

Л.С. Сафаров

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАНИЕ В УЧЕБНЫЕ ПРОЦЕССЫ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДОСТОИНСТВА

(Каршинский государственный университет, Узбекистан, г.Карши)

Abstract: In this article we will focus on the introduction of information technologies in education. The article raises a number of significant issues regarding the effective implementation of this type of education in educational processes

Keywords: information technology, education, e-education, benefits, efficiency.

Как время не стоит на месте, так и все человечество стремительно движется вперед, стремительно переходя на новую ступень развития. Если раньше люди радовались изобретению автомобиля, телефона, радио, телевизора и многим другим изобретениям и научным открытиям, то теперь это все в прошлом. Сегодня вряд ли этим кого удивишь, а подрастающее поколение уже и не поверит, что раньше всего этого не было.

Такой стремительный прогресс связан с тем, что современные возможности человека стали безграничны. Мы живем в 21 веке – в веке развития высоких инновационных и информационных технологий. Человек настолько овладел всеми секретами IT-технологий, что не одна сфера жизни не обходится без них. Дома, на улице, в общественных местах, на работе и многих других местах человек подвержен воздействию зависимости от IT-технологий.

Информационные технологии настолько стремительно ворвались в жизнь человека, что эффективное и правильное их использование является способом решения любых проблем.

IT-технологии держат людей под строгим контролем, а финансовые вложения в инновационную деятельность делают их более привлекательными, простыми, удобными в использовании. А это именно то, что нужно людям 21 века.

Особое место в нашей жизни занимают информационные образовательные технологии, внедрение которых в учебно-воспитательные процессы вызывает множество споров и дискуссий.

Одни ученые считают, что данные технологии, в образовательной сфере, помогут по-иному задействовать мыслительные и познавательные навыки обучающихся. Они считают, что это позволит изменить методы, формы и способы обучения, и тем самым обогатить образовательные программы, при этом, делая их более доступными для обучающихся. Другие придерживаются иного мнения, касаемо данного вопроса. Критики уверены, что информационные технологии не способны передать все знания и опыт, которые были накоплены годами жизни преподавателей и учителей. Тем самым, информационный курс, записанный на диск или другой иной электронный носитель, будет ограничен. Он

не сможет ответить на ряд вопросов, которые возникли у обучающихся в процессе самообразования.

Однако, сколько бы споров и дискуссий не разводили, но на сегодняшний день, одним из видов информационного обучения является электронное обучение. Данное направление особо развито в высших учебных заведениях, но стоит отметить, что данный вид обучения стремительно врывается в процессы школьного и дошкольного обучения. Возьмем в качестве примера студентов высших учебных заведений. Во всех вузах развит данный вид образования, который, несомненно, пользуется огромным успехом, как у студентов, так и преподавателей. Стоит отметить ряд достоинств данного вида обучения:

Гибкий график обучения.

Составление и индивидуального плана, исходя из своих потребностей и интересов.

Объективная и независимая от преподавателя методика оценки знаний. Многие вузы используют бальную систему оценки студентов, где за определенные работы, студент получает определенное количество баллов, а итоговый балл за экзамен или зачет выставляет сам компьютер.

Возможность консультироваться с преподавателем в ходе обучения.

Преподаватели имеют дополнительную возможность подачи материала студентам. Иными словами, нагрузка при обучении остается прежней, но данный вид обучения создает возможность охватить большее количество студентов. Данный вид обучения имеет и иные достоинства, индивидуальные для каждого студента и преподавателей.

Если говорить об эффективности применения информационных технологий в обучении, то стоит сказать, что данный вид наилучшим образом сказываться на успеваемости обучающихся. Самое главное, данная инновация имеет особую заинтересованность у обучающихся различных учебных заведений. Информационные технологии делают учебный процесс более увлекательным, а интерес со стороны обучающихся особо важен в понимании и изучении предмета.

Однако, как бы не был эффективен данный методы обучения, и как бы не развивались информационные технологии, не все школы и учебные заведения могут позволить внедрить данный метод в свой образовательный процесс. Это обуславливается отсутствием и нехваткой финансовых средств у школ, что делает данный вид образования недоступным. За простотой данного метода обучения кроются значительные финансовые затраты: на приобретение компьютеров, интерактивных досок, обслуживающего персонала, затраты на ремонт оборудования, затраты на электроэнергию и т.д.

Разумеется, не все согласятся в том, что данный вид образования наиболее эффективен. Всегда будут как сторонники, так и критики, утверждающие обратное. Если сторонников данного вида образования будет не так много, то людей, согласившиеся в том, что переход с традиционного образование на информационное будет еще меньше. И с этим трудно не согласиться.

Необходимо понимать, что под эффективностью, в данном случае, подразумевается не только польза в образовательном процессе, но и минимизация затрат, связанных на проведение мероприятий. И вот вновь нашлась пища для споров и дискуссий сторонников и критиков, но в данной статье речь идет не о финансовой части, а о практической части внедрения данной системы.

Итак, с чего начать реализацию по внедрению информационных технологий в образовательную сферу? В первую очередь необходимо сосредоточить свое внимание на следующих мероприятиях:

- создание учебно-методического центра по проблемам разработки методик компьютерной технологии обучения, технологий разработки ПО учебного назначения и образовательных приложений для телематических систем;
- разработка системы показателей оценки качества программного обеспечения учебного назначения;
- разработка организационно-правовых норм (принципов) создания и использования образовательных приложений для установки их в телематических системах;

И это лишь начальная стадия того, что необходимо сделать для внедрения электронного образования в образовательные процессы учебных заведений.

Таким образом, в данной статье мы подняли актуальные вопросы связанные целесообразностью, эффективностью и возможностью внедрения данного вида образования в учебные заведения. Это лишь малая часть тех дискуссионных вопросов, которые вызывают множество споров. Но пока споры, разногласия, мнения и дискуссии продолжаются, стремительно ворвавшиеся информационные технологии в образовательную сферу продолжают развиваться и изменяться. И возможно, когда общество придет к единому мнению по этим основным вопросам, необходимо будет вновь рассуждать на эту тему, потому что как время не стоит на месте, так и информационные технологии постоянно развиваются.

Литература

1. Апатова Н.В. Информационные технологии в школьном образовании.- М.: изд-во РАО., 1994.- 228 с.

2. Громов Г.Р. Очерки информационной технологии.- М., 1993.

3. Кристочевский ЕА. Информатизация образования // Информатика и образование. 1994. №1

4. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров /Под ред. Е.С.Полат. - М.: Издательский центр “Академия”, 1999.

В.С. Сивков

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПОСРЕДСТВОМ ЗАМЕНЫ ВИРТУАЛЬНЫХ МАКЕТОВ РЕАЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Важным элементом любого учебно-методического комплекса дисциплин в области информационных систем и технологий, являются лабораторные занятия. Освоение материала курса во многом зависит от того, насколько интересно студентам выполнять лабораторные работы.

Несколько лет назад перед автором встала задача сформировать цикл лабораторных работ по дисциплине «Системы реального времени» (СРВ) - особенностью данной дисциплины является тесная взаимосвязь программного и аппаратного обеспечения, с минимальным количеством уровней абстракции между приложениями пользователя и аппаратурой. Первая версия цикла лабораторных занятий предполагала традиционный в таких случаях подход — использование технологий виртуализации для эмуляции систем и фреймворков, позволяющих получить представление о работе компонент систем реального времени.

В рамках дисциплины «Системы реального времени» рассматриваются компоненты таких технологий как «Умный дом» (Smart house), «интернет вещей» (IoT), компоненты встраиваемых систем, робототехника. Аппаратное обеспечение таких систем достаточно разнообразно, и сильно отличается от традиционной аппаратуры, используемой в учебном процессе, при изучении дисциплин направления информационных систем и технологий (персональные компьютеры). В процессе выполнения лабораторных работ было проведено несколько экспериментальных занятий и мастер-классов по работе с микроконтроллерами и программируемыми логическими интегральными схемами (ПЛИС). Студенты проявили чрезвычайный интерес к работе с «железом», поэтому было принято решение модернизировать цикл лабораторных работ, добавив в него работы по созданию элементов встраиваемых систем на базе микроконтроллеров. По прошествии нескольких лет выполнения таких работ, можно сделать некоторые выводы: заинтересованность студентов дисциплиной и процессом выполнения лабораторных работ многократно увеличилась, по сравнению с предыдущими семестрами, когда работы выполнялись в симуляторах; увеличилось количество дипломных работ, связанных с аппаратной составляющей информационных систем, и систем реального времени.

Структурно цикл лабораторных занятий разбит на два блока — блок на виртуальных макетах и блок на реальном оборудовании (Рисунок 1). Виртуальные макеты используются для отработки общих приемов работы с операционными системами реального времени: запуск и блокировка задач; использование

системы приоритетов; управление работой диспетчера задач; использование механизмов синхронизации и межзадачного взаимодействия.

Второй блок лабораторных работ разделен на три части. Работы первой части предполагают знакомство с процессом подключения макета к персональному компьютеру, настройку программного обеспечения для загрузки программы в устройство и написания простых программ - генераторов сигналов. В качестве периферии используются в основном простые световые индикаторы и звуковые излучатели. В качестве программных конструкций студентам предлагается использовать бесконечные циклы, для временных задержек используются «пустые» циклы, не несущие полезной нагрузки. В этом случае между идеей-алгоритмом программы и аппаратным обеспечением отсутствуют какие-либо уровни абстракции. Имея возможность непосредственного взаимодействия с регистрами, памятью и периферийными устройствами студенты получают более глубокие знания о работе аппаратуры.

Следующая часть работ предполагает наличие в системе элементов управления (кнопок, переключателей, интерфейсов) — необходима обработка непредсказуемого потока событий в масштабе реального времени. Здесь наглядно демонстрируется недостатки простых бесконечных циклов, в качестве альтернативы студентам предлагается попробовать реализовать функционал устройства на базе конечных автоматов. Параллельно осваиваются такие периферийные устройства (микроконтроллеров) как генераторы сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), последовательные порты и интерфейсы (например UART/USART, SPI), контроллеры внешних прерываний и др.

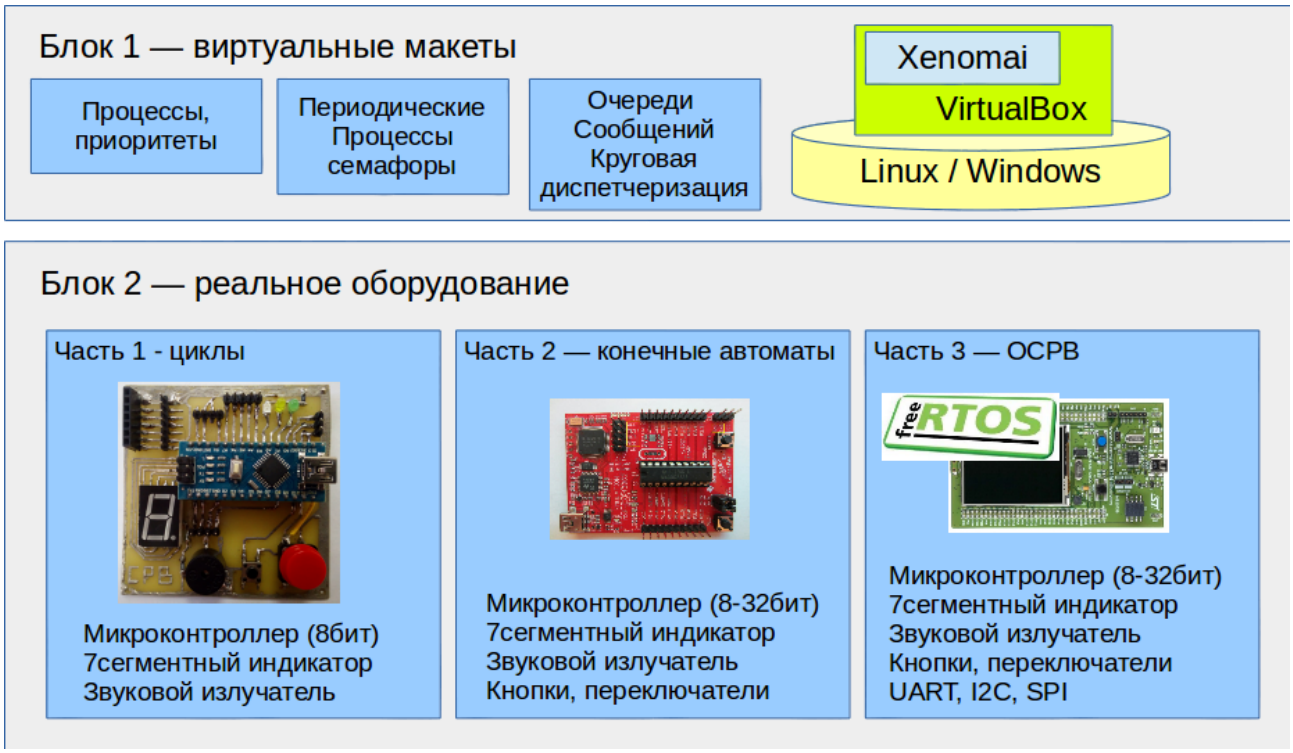


Рисунок 1 – Структура цикла лабораторных работ дисциплины «Системы реального времени»

Третья часть работ предполагает использование простых операционных систем реального времени (ОСРВ), как альтернативу конечным автоматам. С увеличением количества одновременно выполняемых задач, скорость составления конечных автоматов резко снижается, увеличивается количество ошибок и время отладки программы. Таким образом студенты осознают необходимость применения более удобных программных конструкций — диспетчера задач и ОСРВ. В работах используются ОСРВ «свободных» лицензий и с открытым исходным кодом (например FreeRTOS). Использование программ с открытым кодом позволяем изучить систему «изнутри», попробовать провести собственную модернизацию, или перенос системы на другие аппаратные платформы. Соответственно третья часть работ задействует наибольшее количество периферийного оборудования.

Кроме того, для наиболее талантливых студентов предусмотрена индивидуальная программа с работами повышенной сложности на отдельных макетах, с более совершенной «начинкой», и расширенным набором периферийных устройств. Так например, базовый макет основан на 8ми-битных микроконтроллерах, с набором периферии из сегментного индикатора, нескольких светодиодов, звукового излучателя и нескольких кнопок. В качестве дополнительных заданий, студент может работать с дополнительной периферией — подключать датчики температуры, расстояния, LCD экран и т. п. Макеты для выполнения работ повышенной сложности основаны на более совершенных 32х-битных ARM микроконтроллерах, которые имеют в своем составе более богатую периферию, увеличенный объем памяти, и позволяют решать более интересные задачи. Кроме того, в качестве макетов для выполнения лабораторных работ по индивидуальному плану могут быть задействованы микроконтроллеры других семейств, а также ПЛИС.

Применение такого подхода к формированию лабораторных занятий по дисциплине СРВ в течение нескольких лет, позволяет сделать определенные выводы. Прежде всего — работы с «железом» кардинально повышают заинтересованность студентов, желание «оживить» своими руками реальное устройство является мощным стимулом в освоении дисциплины. Очень часто студенты просят о проведении дополнительных занятий, приходят в свободное от учебы время, чтобы позаниматься на оборудовании. Также для выполнения сложных заданий внутри группы стихийно формируются творческие коллективы, где каждый участник решает свою часть задачи — формируются навыки работы в команде. В целом можно сказать, что методические подходы себя оправдали, дальнейшее развитие предполагает расширение номенклатуры оборудования и формирование наборов, для проведения тематических работ, например в области робототехники и автоматизации производства.

С.М. Синотова, В.В. Запорожко

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПРОФИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ

(Оренбургский государственный университет)

Одним из установленных целевых ориентиров государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» на 2013-2020 годы является предоставление возможностей всем обучающимся старших классов осваивать индивидуальные образовательные программы [1]. Исходя из вышесказанного, общее образование на старшей ступени должно стать более дифференцируемым, индивидуализированным и адаптированным. Данная задача решается государством посредством введения профильного обучения, поскольку оно направлено на развитие личностно-ориентированных качеств обучающихся в учебном процессе.

По результатам системного анализа концепции профильного обучения на старшей ступени общего образования, научной литературы, учебно-методических комплексов, выступающих в поддержку профильного обучения (И.Г. Семакина, Е.К. Хеннера, Н.Д. Угриновича), можно утверждать, что профильная подготовка старшеклассников по учебному предмету «Информатика и ИКТ» недостаточно обеспечена электронными учебно-методическими пособиями (ЭУМП) нового поколения. В связи с этим актуальность исследования обеспечивается объективным противоречием между необходимостью развития профильного обучения и недостаточностью электронного учебно-методического сопровождения данного процесса. Поэтому мы остановились на рассмотрении вопросов разработки и использования данного вида электронных образовательных ресурсов в учебном процессе.

ЭУМП обладают основными характеристиками, которые необходимы для активизации и повышения продуктивности учебно-познавательной деятельности учеников (рисунок 1).



Рисунок 1 – Основные характеристики электронного учебно-методического пособия

Для разработки электронного учебно-методического пособия «Информатика 10-11 классы. Углубленный уровень» была выбрана программная среда Articulate Storyline (режима доступа: https://articulate.com), поскольку она является наиболее функциональной и удобной платформой для создания электронного образовательного ресурса нового поколения [3]. Articulate Storyline состоит из одной программы и является полноценным самостоятельным редактором, что отличает его от продукта iSpring Suite, который является надстройкой для Microsoft PowerPoint. Интерфейс платформы выполнен в стиле Microsoft Office 2007, что дает возможность быстрого овладения его основными функциональными возможностями (рисунок 2).

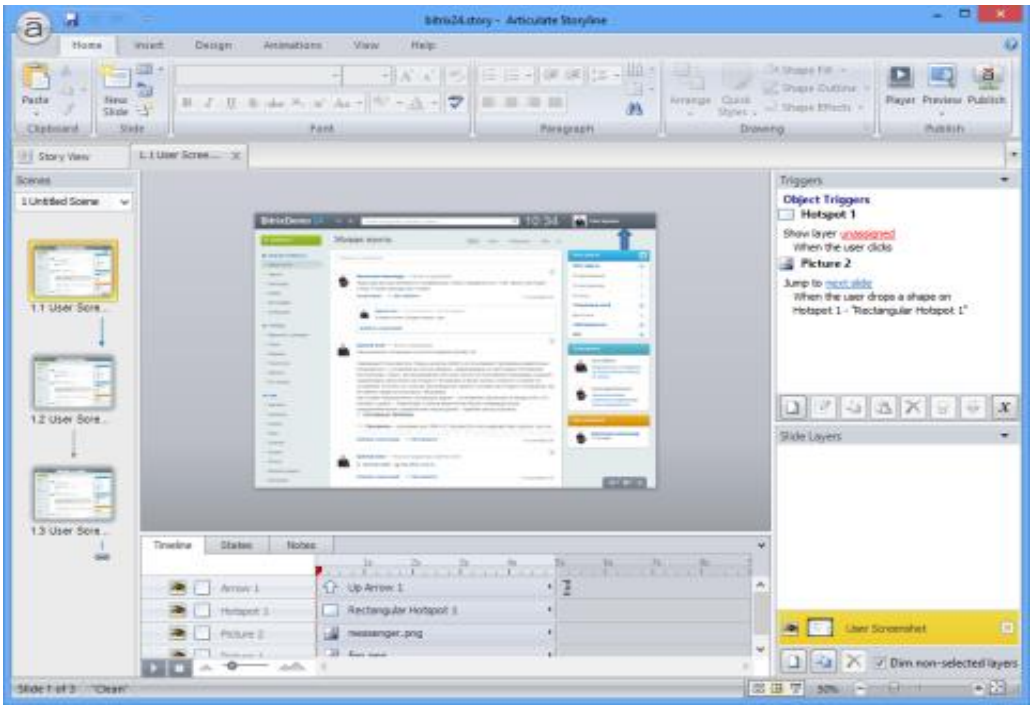


Рисунок 2 – Главное окно программной среды Articulate Storyline

Немаловажным является возможность переключения рабочей области несколькими способами, что позволяет просматривать структуру проекта пособия в процессе его непосредственного создания (рисунок 3).

В процессе создания ЭУМП «Информатика 10-11 классы. Углубленный уровень» использовались различные функциональные, мультимедийные и сетевые возможности Articulate Storyline. Рассмотрим некоторые из них подробнее.

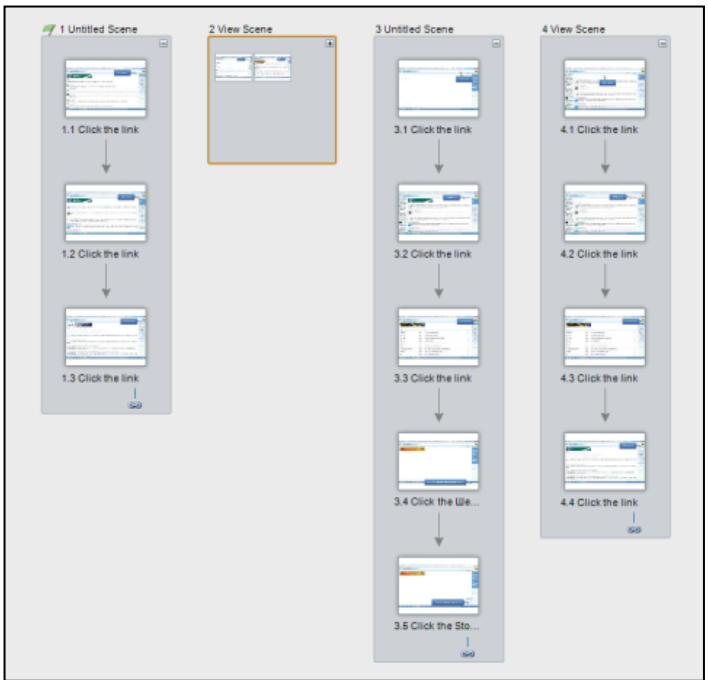


Рисунок 3 – Структура проекта в программной среде Articulate Storyline

В данном программном продукте имеется большой набор персонажей, обладающих 1260 вариантами поведения каждого. Они выступают в качестве педагогического агента при работе обучающихся с опубликованным пособием (рисунок 4). Проектирование навигации по пособию осуществляется посредством триггеров, которые создаются с помощью мастера и имеют две функции: Action и When. Каждая из этих функций имеет обширный список команд, необходимых для работы с готовым пособием (рисунок 5).



Рисунок 4 – Окно выбора персонажа

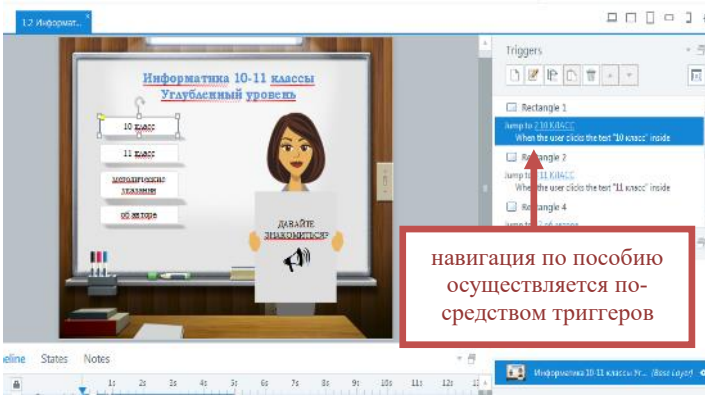


Рисунок 5 – Триггеры перехода к новой сцене проекта

Отличительной функциональной возможностью является размещение текста, ссылок и объектов мультимедиа на дополнительном слое, который может отображать различные состояния слайда. Например, при оформлении тестового задания создаются два дополнительных слоя, которые выдают сообщение о правильности или неправильности выполненного учащимся задания (рисунок 6).

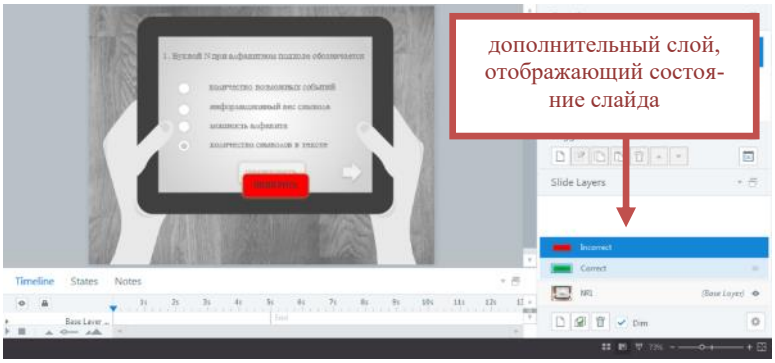


Рисунок 6 – Дополнительные слои слайда

Возможность просмотра дополнительного материала из сети Интернет, не выходя из пособия, является необходимым компонентом ЭУМП, которая осуществляется при помощи добавления в проект пособия веб-объекта (рисунок 7).

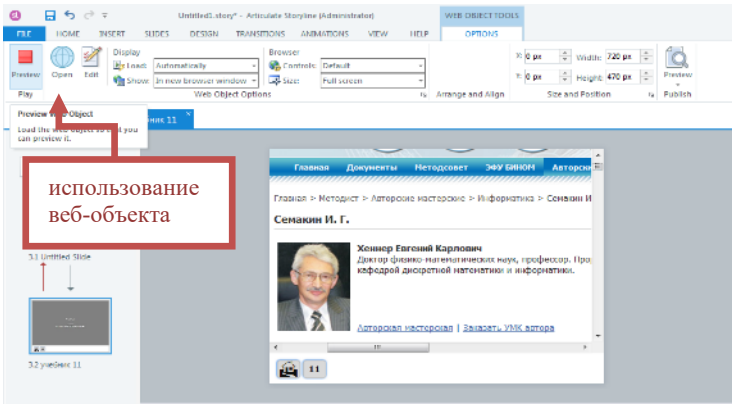


Рисунок 7 – Возможность просмотра материала из сети Интернет

На рисунке 8 представлены фрагменты опубликованного пособия «Информатика 10-11 классы. Углубленный уровень». Разработанное ЭУМП составлено в соответствии с рабочей программой для 10 и 11 классов углубленного уровня И.Г. Семакина, Т.Ю. Шеина, Л.В. Шестаковой [2].

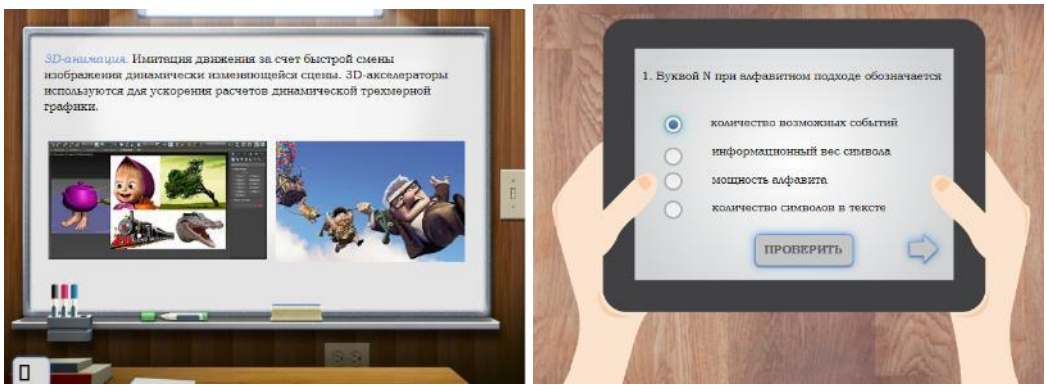


Рисунок 8 – Фрагменты опубликованного электронного пособия

В дальнейшем планируется обогатить содержание нашего ЭУМП авторскими видеоуроками, модулями дополненной реальности.

Литература

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013-2020 годы [Электронный ресурс] // Информационно-правовая система «Гарант». – Режим доступа: http://www.garant.ru. – Проверено: 23.03.2018.

2. Запорожко, В.В. Разработка электронного учебно-методического пособия по информатике в среде Articulate Storyline / В.В. Запорожко, С.М. Синотова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы. – Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2018. – С. 4541-4547.

3. Harnett, S. Learning Articulate Storyline / S. Harnett. – Gardners Books, 2014. – 306 p.

М.С. Стасенко, Т.Н. Рязанова

СПЕЦИФИКА ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА», КАК МНОГОФАКТОРНЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

(Волгоградский государственный технический университет)

В России в настоящее время обеспечение высокого качества профессионального образования определяется следующими положениями: вступлением в общее европейское пространство высшего образования; переходом к комплексной оценке деятельности образовательных учреждений; внедрением системы обеспечения качества подготовки высококвалифицированных специалистов. Таким образом, главной задачей высшего профессионального образования в ВУЗе является обеспечение высокого уровня профессиональной подготовки будущих специалистов.

Актуальность работы вызвана недостаточным исследованием данной темы в педагогической литературе.

Объектом исследования являются общественные отношения, возникающие в связи с осуществлением процесса обучения, его предметом – характеристика основ структурного процесса обучения.

Эффективность управления процессом обучения определяется качеством дидактической подготовки педагога. Задача преподавателя так организовать процесс обучения в период ознакомления и изучения предмета, чтобы студенты не только усвоили отдельно взятые темы и весь аспект в целом, но и осмыслили свою позицию в отчётности, при обсуждении, осознали связь изучаемого предмета с другими дисциплинами учебного плана (межпредметные связи).

Обучение представляется как цепь учебных ситуаций, познавательным ядром которых выступают учебно-познавательные задачи, а содержанием – совместная деятельность преподавателя и студентов, осуществляемая при помощи способов и методов обучения.

Дисциплина Начертательная геометрия и инженерная графика (далее НГиИГ) преподается в ВУЗе, как правило, студентам первого курса. Развитие студента на различных курсах имеет некоторые особые черты. На данном этапе встает вопрос о тесной взаимосвязи социальной и общеобразовательной составляющей процесса обучения.

Первый курс - решает задачи приобщения недавнего абитуриента к студенческим формам коллективной жизни. Поведение студентов отличается высокой степенью конформизма; у первокурсников отсутствует дифференцированный подход к своим ролям. Период самой напряженной учебной деятельности студентов. Студенты получают общую подготовку, формируются их широкие культурные запросы и потребности.

Задачи процесса обучения состоят в формировании системного предметного содержания образования и собственной учебно-познавательной деятельности обучающихся, обеспечивающие в комплексе его развитие (см. рис. 1).

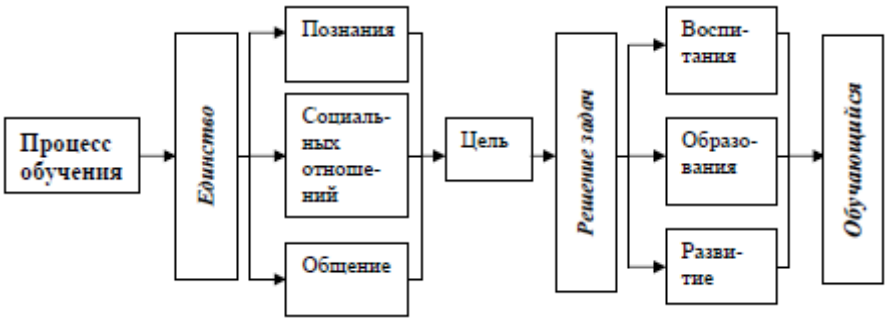


Рис. 1. Схема процесса обучения

До сих пор нет единого видения структуры метода обучения. Это дает основания еще раз обратиться к проблеме методов обучения, их классификации и структуре.

В дидактике высшей школы выделяют четыре группы методов обучения:

1. Аудиальные методы обучения. Информация представлена в звуках. К этой группе относятся все виды рассказов, бесед, объяснений, лекций. В чистом виде эти методы обеспечивают передачу и фиксацию информации по аудиальному каналу.

2. Визуальные методы обучения. Информация представлена в виде изображения. К этой группе относятся демонстрации натуральных объектов и изобразительных пособий, а также методы, предполагающие работу со всеми видами печатной или письменной информации.

3. Кинестетические методы обучения. Передача и восприятие информации организованы с помощью мышечных усилий и иных ощущений тела.

4. Полимодальные методы обучения. Информация движется по нескольким каналам восприятия.

Аудиальные, визуальные и полимодальные методы наиболее приемлемы для донесения информации студентам по темам Начертательной геометрии и Инженерной графики.

Работая самостоятельно и осуществляя самоконтроль, учащийся сам определяет адекватный для себя метод добывания информации и задача преподавателя - обеспечить его исчерпывающим набором источников.

Так, к примеру, в Начертательной геометрии одной из проблемных для восприятия студентами является тема «Поверхности». В соответствии с визуальным методом натуральное изображение объекта с последующим его каркасным изображением дает студенту более полное представление о данной поверхности. Дальнейшее построение очерка поверхности базируется уже на основе полученного визуального восприятия (рис.2).

Аналогично можно представить и изложение раздела «Разрезы» в Инженерной графике (рис. 3).

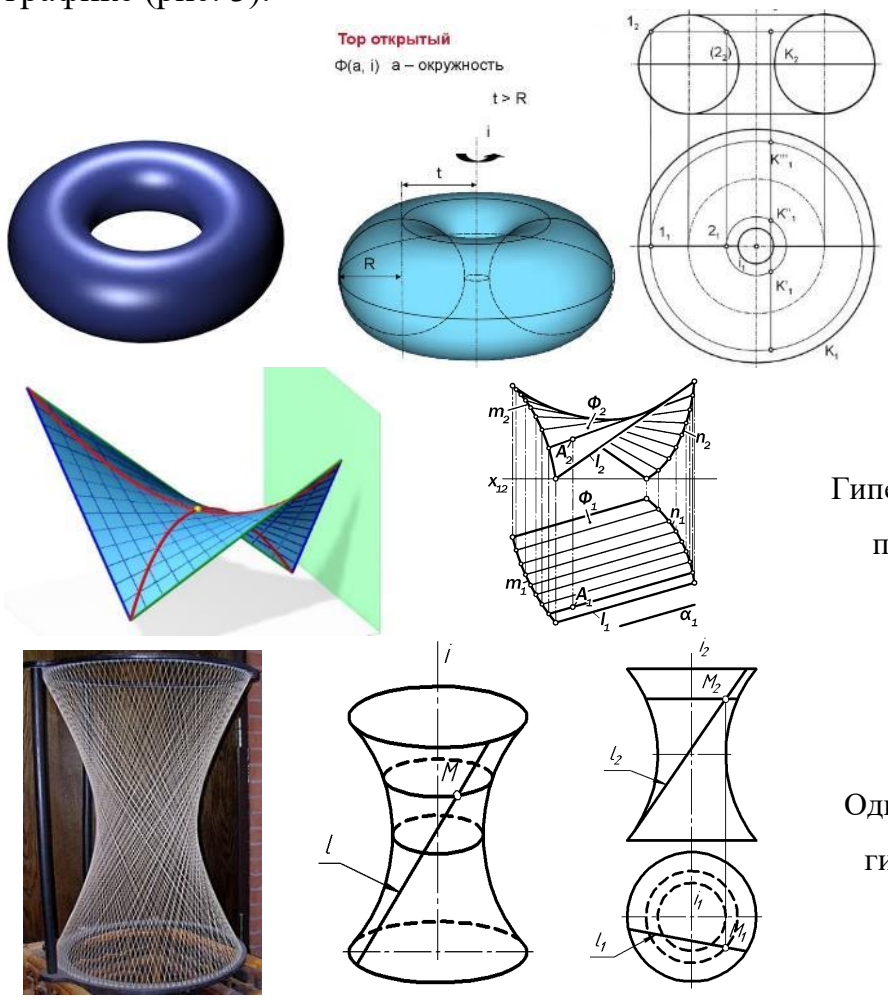


Рис. 2 Метод визуализации в Начертательной геометрии

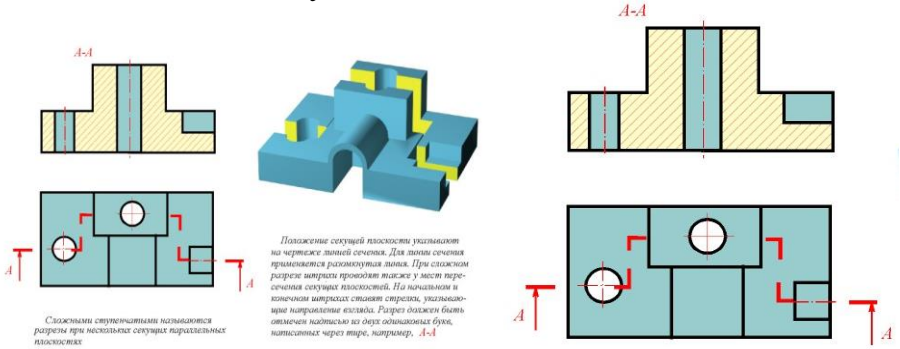


Рис. 3. Визуальный метод в Инженерной графике

Наиболее полно раскрывает специфику обучения НГ и ИГ система методов, предложенная учёными-дидактами Лернером И.Я. и Скаткиным М.Н.:

1. Обьяснительно - иллюстративный метод: передача учащемуся большого количества информации (знаний) на лекции, из учебной и методической литературы в «готовом» виде. Студенты при этом становятся участниками научного поиска.

2. Репродуктивный метод. С помощью заданий организуется работа студентов на занятиях по воспроизведению пройденного материала и способов деятельности. При этом студенты вырабатывают какой-то образец ответов.

3. Проблемное изложение. Ставится проблема, которая раскрывается преподавателем с учётом логических доводов к возможному решению. Студенты мысленно следят, принимают посильное участие и усваивают этапы решения поставленной проблемы.

4. Частично-поисковый метод. Преподаватель конструирует учебную проблему, распределяет её на вспомогательные, намечая пути поиска, а сам поиск и выводы делают студенты, при этом мотивируя свои действия.

5. Исследовательский метод: самостоятельная работа студентов при изучении проблемы, скрытой в учебном материале и осознание недостатков знаний для её разрешения. Студенты обращаются к преподавателю, и «включается» первый метод. Отсюда следует, что в реальной учебной работе все описанные методы сочетаются между собой.

Для прочного овладения знаниями и умениями большое значение имеет повторение и закрепление изученного материала. При этом наиболее распространённый метод - устный опрос, который оправдывает себя не всегда, так как происходит дословное воспроизведение студентами усвоенных знаний. Гораздо лучший эффект в НГиИГ даёт применение вариативных заданий на карточках.

При чтении лекции, проведении практических занятий наглядные пособия и технические средства обучения облегчают познавательную деятельность студентов, развивают их воображение, память; способствует развитию интереса к учёбе. При объяснении нового материала наглядные пособия демонстрируют по ходу изложения так, чтобы сохранилась свежесть первого восприятия. Для объяснения материала могут использоваться основные виды пособий:

- объемные пособия (натуральные образцы, макеты и модели);
- учебные пособия на печатной основе (плакаты, схемы, диаграммы);
- меловой плакат - доска (т.е. чертёж или схема выполненная на доске в ходе объяснения).

Всё это расширяет методические возможности преподавателя.

Подводя итоги, можно кратко сформулировать задачи, лежащие в основе специфики обучения дисциплине НГиИГ.

1. Определить место дисциплины в общей системе подготовки студента для написания дипломной работы в ВУЗе.

2. Отбор познавательного учебного материала в соответствии с примерной программой и специализацией на основе дидактических принципов современной педагогики.

3. Осуществление взаимосвязи данного предмета с другими смежными предметами, а также с практикой передовых предприятий, научных достижений в данной области и научной литературой.

4. Обоснование материально-технического обеспечения учебного процесса и разработка предъявляемых к нему требований.

5. Построение самостоятельной работы студентов и её обоснование.

6. Разработка учебной и методической литературы.

7. Разработка и совершенствование форм и методов обучения.

8. Изучение, обобщение опыта обучения и постоянное развитие, и совершенствование методики преподавания.

9. Реализация дидактических принципов современной педагогики в процессе обучения.

Литература

1. Асеева, Е.Н., Стасенко, М.С. Проблемное изложение раздела «Поверхности» дисциплины «Начертательная геометрия» с учетом межпредметных связей / Е.Н. Асеева, М.С. Стасенко // Молодой учёный. - 2014. - № 21 (80, декабрь-2), часть 6. - С. 603-605.

2. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики / Под ред. М.Н.Скаткина. - М.: Просвещение. - 1982. – 319 с.

3. Педагогика / В.А.Сластенин и др. - М.: Школа-пресс. - 1997.

4. Борисова, И.И., Ливанова, Е.Ю. Интерактивные формы и методы обучения в высшей школе: учебное пособие / И.И.Борисова, Е.Ю. Ливанова. – Н. Новгород. – 2011. – 65 с.

5. Подласый, И.П. Педагогика: 100 вопросов - 100 ответов: учеб. пособие для вузов/ И. П. Подласый . -- М.: ВЛАДОС-пресс, 2004. – 365 с.

6. Загвязинский, В.И. Противоречия учебного процесса и способы из разрешения / В.И. Загвязинский // Советская педагогика. - 1970. - № 12. - С. 11-15.

7. Баранов, С.П. Сущность процесса обучения / С.П. Баранов - М.: Просвещение, 1981. – 143 с.

8. Бордовская, Н., Реан, А. Педагогика: учебное пособие / Н. Бордовская, А. Реан - СПб.: Питер, 2006. – 304 с.

9. Лернер И.Я. Процесс обучения и его закономерности / И.Я. Лернер - М.: Знание. - 1980. – 96 с.

10. Лернер И.Я. Теория современного процесса обучения, ее значение для практики / И.Я. Лернер // Советская педагогика. - 1989. - № 11. - С. 10-17.

11. Педагогика / Под ред. Ю.К.Бабанского. - М.: Просвещение. - 1988. – 478 с.

12. Подласый И.П. Педагогика / И.П. Подласый. - М.: Просвещение, 1996. – 432 с.

13. Харламов И.Ф. Педагогика / И.Ф. Харламов. - М.: Юристъ, 1997. – 512 с.

14. Коростелёв А.И., Коростелёва О.Н. Процесс обучение, содержание учебного материала и методы обучения в сельскохозяйственном ВУЗе // Успехи современного естествознания. – 2007. - № 3. – С. 50-53

Г.З. Тойирова

АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА "ADOBE PHOTOSHOP CS5" ПРОГРАММА ТРЁХМЕРНОЙ ГРАФИКИ И ДЛЯ АНИМАЦИИ

(Каршинский филиал ТУИТ)

Графические редакторы - это широкий класс программ, предназначенных для создания и обработки графических изображений. Различают три категории: растровые редакторы, векторные редакторы, 3D редакторы (трехмерная графика). Растровыми редакторами также являются Adobe Photoshop, Photostyler, Adobe Photo-Paint, Picture Publisher, Corel Photo-paint и др.

Сущность графического редактора: "Adobe Photoshop CS5"- это мощный растровый редактор. Этот является лидером рынка в области коммерческих средств редактирования растровых изображений.

Программное обеспечение "Adobe Photoshop CS5" открывает новые перспективы работы с цифровыми изображениями: превосходные возможности выделения, ретуширования и реалистичного раскрашивания изображений, а также множество улучшенных функций повышения продуктивности. Преимуществом работы в программе стала поддержка 64- разрядных вычислений с широким набором улучшенных рабочих процессов.

Первая версия Adobe Photoshop появилось в 1987 году. Её создал студент Мичиганского университета Томас Нолл для платформы Macintosh. Он назвал её Display, но в 1988 году переименовал в ImagePro. В сентябре 1988 года Adobe Systems купила права на программу, оставив разработчиком Томас Нолла, а в 1989 году программу переименовали в Photoshop. В 1990 году появился Photoshop 1.0.

Новый инструмент "Микс-Кисть" позволяет смешивать цвета прямо на холсте, а настройки различных параметров кистей для выполнения мазков с имитацией реальной текстуры позволяют создавать реалистичные эффекты рисования. По сравнению с предыдущими версиями программы, структура панели управления была несколько изменена, в верхней её части появились дополнительная кнопка "Запустить Mini Bridge", с помощью которой можно прямо в окне редактора "Adobe Photoshop CS5" запустить программу-библиотеку, которая служит для просмотра и сортировки всех графических и видео изображений на компьютере. Также были убраны некоторые из кнопок, которые присутствовали в ранней версии.

В "Adobe Photoshop CS5" была немного изменена панель выбора рабочей среды. Здесь также как и в ранней версии представлены наборы инструментов для определенного вида работы с графическими изображениями. В эти наборы также включены наиболее часто используемые среды и параметры для достижения наиболее эффективных результатов, как при работе с фотографиями и дизайном, так и для создания анимированных изображений и 3D графики. Но

теперь для более удобного переключения между средами их можно разместить по всей верхней части окна.

Достоинством редактора является поддержка целого ряда моделей: RGB, Grayscale, CMYK и других. Изменения коснулись и процесса обработки фотографии. Теперь работать над изображениями в формате RAW стало удобнее, так как появились современные инструменты редактирования. Например, удаление шумов не влияет на настройки цветов и общую четкость элементов. Кроме того, CS5 получил возможность обрабатывать изображения в формате HDR с исключительной точностью и скоростью. Также повышена эффективность рабочего процесса за счет улучшенного управления медиаданными, поддерживающего гибкую функцию пакетного переименования.

Особенности Adobe Photoshop CS5: интеллектуальное масштабирование, модернизированные способы обработки анимационной графики, усовершенствованный интерфейс, поддержка работы с новейшими моделями принтеров, удобная панель доступа ко всем инструментам, необходимым для работы, попиксельное увеличение изображения для редактирования без потери качества и четкости, удобный просмотр готовой фото коллекции. С этим графическим пакетом можно обработать практически любой графический файл, - начиная от *.jpeg и заканчивая форматом *.tiff. Программный пакет версий CS5 принес самую большую славу компании Adobe за всю её историю, но не стоит забывать и об огромной пользе, которые ощутили на себе графические инженеры и простые специалисты всего мира.

Разработчики поработали над улучшением качества инструментов для создания 3D-объектов. На выбор пользователям представлен широкий ассортимент не только инструментов, но и материалов. Также заслуживают внимания улучшенные алгоритмы обработки изображений, благодаря которым можно значительно улучшить качество, избавиться от шумов и различных артефактов.

Программа “Adobe Photoshop CS5” является очень популярной в среде графики. Основная причина популярности – их универсальность. Практически любой пользователь, как любитель, так и профессионально работающий с графикой, может создавать различные по сложности проекты – от простой поздравительной открытки и до сложных макетов.

Литература

1. Аверьянов Л.Я. Современные проблемы Интернет – обучения / Л. Я. Аверьянов, д-р соц. наук, проф., А. В. Рунов, канд. социол. наук, доц. // Информатика и образование. – 2008

2. Угринович Н.Д. Информатика и ИКТ. Базовый уровень: учебник для 11 класса/ Н.Д. Угринович. – 4-е изд.-М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010

3. Угринович Н.Д. Информатика и информационные технологии. Учебное пособие для 10-11 классов.- М.: Лаборатория базовых знаний, АО “Московские учебники ”, 2001

Х.А. Умаров, З.А. Умарова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЦЕЛЯХ СОЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

(Ташкентский государственный педагогический университет)

Быстрый темп развития в современном мире ставит перед педагогикой требования – не отставать от тенденции. Огромное количество накопленной информации и их, не останавливающий быстрый рост, не позволяет педагогу быть главным источником знаний и умений. Кроме того, общество требует делать акцент на личность учащихся и индивидуализировать образование.

А это в свой очередь требует от специалистов разработать современные способы организации образовательного процесса предоставляющий возможность делать индивидуальный подход в обучении огромного количества учащихся, в условиях ограниченных человеческих и материально технических ресурсов при высокой рождаемости в мире.

В качестве выхода из ситуации современные педагоги предлагают создать образовательную экосистему. В целях достижения «резонансного эффекта» В решении этой проблемы педагоги начали сотрудничать с профессионалами разных сфер (как с естественными, так и с техническими).

Одним из этих направлений является интеграция образования с информационно коммуникационной сферой. За последние несколько лет в этой области было сделано немало работ. Разработаны много приложений и разработаны огромное количество ресурсов. Далее рассмотрим полезные некоторые программы для создания образовательную экосистему.

Среди прочих ресурсов стоит особо отметить роль Google. Он предлагает некоторые из самых качественных ресурсов в Интернете для удовлетворения всех ваших потребностей в учебе и обучении, и все, что вам нужно для доступа к ним, - это подключение к Интернету.

Коллекция Google Drive (Google Docs) обеспечивает упрощенное совместное решение для написания документов, организации презентаций и составления таблиц и отчетов.

Google Sites — упрощённый бесплатный хостинг на базе структурированной вики. Может использоваться как часть Google Apps. Позволяет при помощи технологии wiki сделать информацию доступной для людей, которые нуждаются в её быстрой подаче.

Но в качестве альтернативы некоторые специалисты предлагают Padlet. Padlet — это замечательно интуитивный, удобный и многофункциональный сервис для хранения, организации и совместной работы с различными материалами.

В то время когда Google предлагает свою интерактивную доску Google Classroom для организации онлайн обучении, некоторые для работы предпочи-

тают использовать простой но удобный сервис OneNote который является продуктом компании Microsoft

Office365 — программный продукт, объединяющий набор веб-сервисов, который распространяется на основе подписки по схеме «программное обеспечение + услуги» (англ. Software plus services). Набор предоставляет доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами.

И так, вариантов много, а альтернатив еще больше. Чего же выбрать? Как использовать? Какой ресурс подходит для какой работы?

Где можно обмениваться документами? Как получить ответы студентов на наши вопросы и решенные задачи? Для этого идеально подходит Google Drive, Microsoft's OneDrive или можете выбрать Dropbox for Education в качестве хранения данных.

Для создания и управления образовательной экосистемой можно пользоваться Edmodo, Schoology или Canvas.

Google Classroom также может предоставить единое пространства для поиска информации, ссылок на онлайн-ресурсы и цифровых разговоров со своими друзьями. С другой стороны, OneNote и Class Notebook решают многие из этих задач, а также помогает студентам вести заметки в цифровом формате.

Что еще может пригодиться? Виртуальные доски. Если несколько учащиеся готовят один проект, в этом случае веб-инструмент Padlet может быть идеальным средством. С его помощью работая над большим проектом можно совместно планировать, проводить мозговой штурм и поделиться его результатами.

Похожий ресурс RealtimeBoard может предоставить множество инструментов и позволить легко вставлять документы с Google Диска, OneDrive или Dropbox.

С помощью вышеперечисленных сервисов учителя могут делиться ресурсами со студентами и / или коллегами обменивая документов в режиме реального времени и поддерживать студентов.

Не стоит забыть еще об одном интересном ресурсе - это Khan Academy! Академии Хана был создан, целю, донесения учащимся сложной информации простыми словами, которая стремится изменить образование к лучшему, обеспечивая через Интернет бесплатное и качественное обучение повсюду и для каждого. На его базе можно найти видео уроков по различным предметам и тематикам, которого можно использовать в качестве дополнительного материала или материала для самостоятельного изучения.

Если выше перечисленные программы вам кажутся слишком сложным и Вам удобнее использовать «то, что есть под рукой», в таком случае Вы можете использовать простой, но привычный для нас менеджер – telegram. Создавая группы можно обмениваться информациями и работами с учащимися, или запустить бот для создания простого электронного учебника или конспекта лекций.

Литература

1. Microsoft Office 365 https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Office_365
2. https://www.google.com/drive/
3. https://www.google.com/sites/help/intl/en_GB/overview.html
4. https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020279?hl=en
5. https://www.google.com/drive/
6. https://onedrive.live.com/about/en-us/
7. https://www.dropbox.com/education
8. https://www.edmodo.com/
9. https://www.schoology.com/
10. https://www.canvaslms.com/k-12/
11. https://www.onenote.com/classnotebook
12. https://padlet.com/
13. https://realtimeboard.com/
14. http://www.khanacademy.org/

Я.В. Чесноков, М.А. Кудрина

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ»

(Самарский университет)

На кафедре информационных систем и технологий Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королёва разработан программный комплекс для автоматизации процессов создания и проверки вариантов к лабораторным и контрольным работам по учебной дисциплине «Теория информации» [1].

Ручная проверка и создание вариантов к лабораторным работам и контрольной работе занимают существенное время и могут быть автоматизированы. Разработанный программный комплекс автоматизирует процесс создания вариантов лабораторных работ и ключей для их проверки.

В лабораторной работе по теме «Кодирование информации» рассматривается кодирование и декодирование информации методом неравномерного кодирования и методом Шеннона-Фано.

В лабораторной работе по теме «Сжатие информации» рассматриваются различные алгоритмы сжатия текстовой информации (метод Хаффмана, метод блокирования, адаптивный метод Хаффмана, LZ77, LZ78, LZSS, арифметический метод).

В лабораторной работе по теме «Шумозащитное кодирование» рассматриваются методы обнаружения и устранения ошибок в двоичных кодах. Студенты изучают такие понятия как бит паритета, код Хэмминга, кодовое расстояние.

Контрольная работа «Энтропия и информация» включает в себя задания по темам: энтропия, количество информации, энтропия систем независимых и зависимых дискретных случайных величин.

В разработанном программном комплексе реализованы следующие функции:

- пошаговая визуализация этапов выполнения заданий (построение промежуточных деревьев в методе Хаффмана с блокированием и адаптивном методе Хаффмана, построение таблиц трассировки для словарных методов);
- генерация пользователем (преподавателем) вариантов заданий и сохранение их в выходные файлы;
- предоставление пользователю возможности, где это необходимо, выбирать входные текстовые файлы для генерации заданий (списки слов для заданий по словарным методам, уравнения и варианты вопросов для заданий в контрольной работе);
- предоставление пользователю доступа к текстовым файлам с теоретическими материалами и описанием заданий лабораторных работ с возможностью их изменения и сохранения.

На первоначальном этапе проектирования была создана UML диаграмма вариантов использования, позволяющая наглядно представить взаимодействия студентов и преподавателя с системой. Диаграмма приведена на рисунке 1.

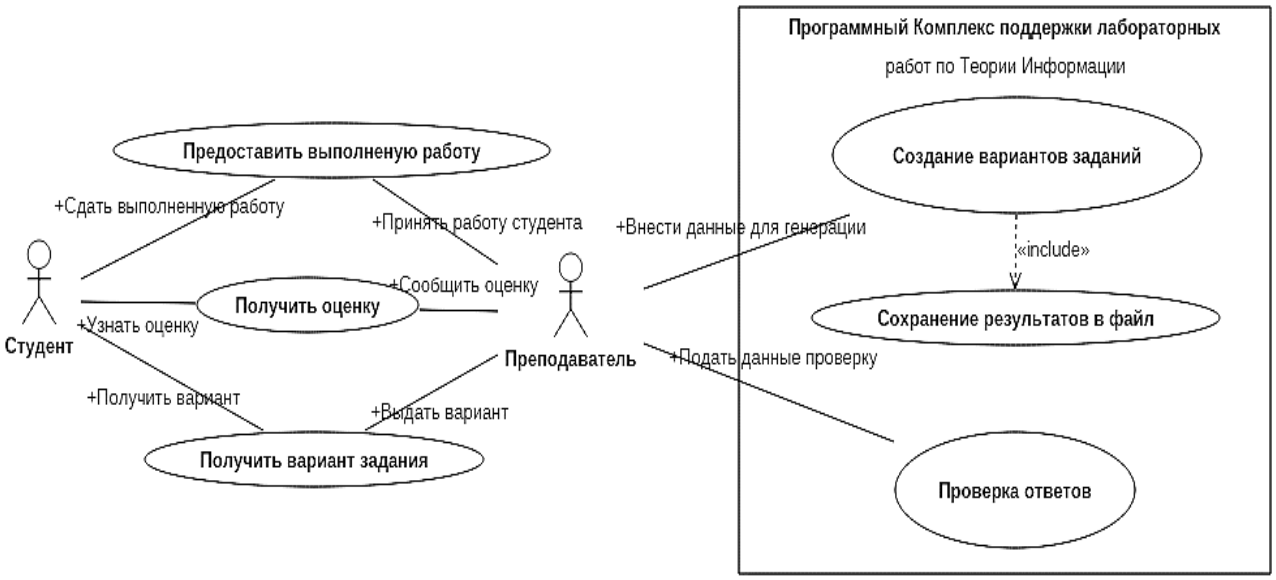


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования системы

В системе присутствуют два актёра – студент и преподаватель, причём с системой взаимодействует только преподаватель. Типичный сценарий работы с системой выглядит следующим образом: Преподавать подаёт в систему входные файлы для генерации вариантов заданий и ключей к ним, и выдаёт сгенерированные варианты студентам для решения. Студенты, решив варианты, отдают свои решения на проверку преподавателю, и он проверяет решения с помощью файла ключей, либо пошагово с помощью программного комплекса. Проверив решения, преподаватель ставит студентам оценки.

Работа с данными в программном комплексе была реализована посредством файловой подсистемы. Файловая подсистема работает с входными файлами, используемыми для генерации вариантов, и выходными содержащими сгенерированные варианты и ключи.

Форматом используемым системой как для выходных, так и входных файлов был выбран текстовый файловый формат txt.

На этапе прототипирования был создан прототип графического интерфейса, на основе которого был разработан пользовательский интерфейс программного комплекса. На рисунке 2 приведён пример окна «Лабораторная работа по теме «Сжатие информации»: «Алгоритм Хаффмана с блокированием» в процессе работы. На рисунке 3 приведён пример окна со сгенерированным вариантом контрольной работы по теме «Энтропия и информация».

В ходе разработки были реализованы учебные версии следующих алгоритмов: неравномерное кодирование, кодирование методом Шеннон-Фано, сжатие и распаковка информации методами Хаффмана, адаптивным методом Хаффмана, LZ77, LZ78, LZSS, арифметическим методом, кодирование Хэмминга.

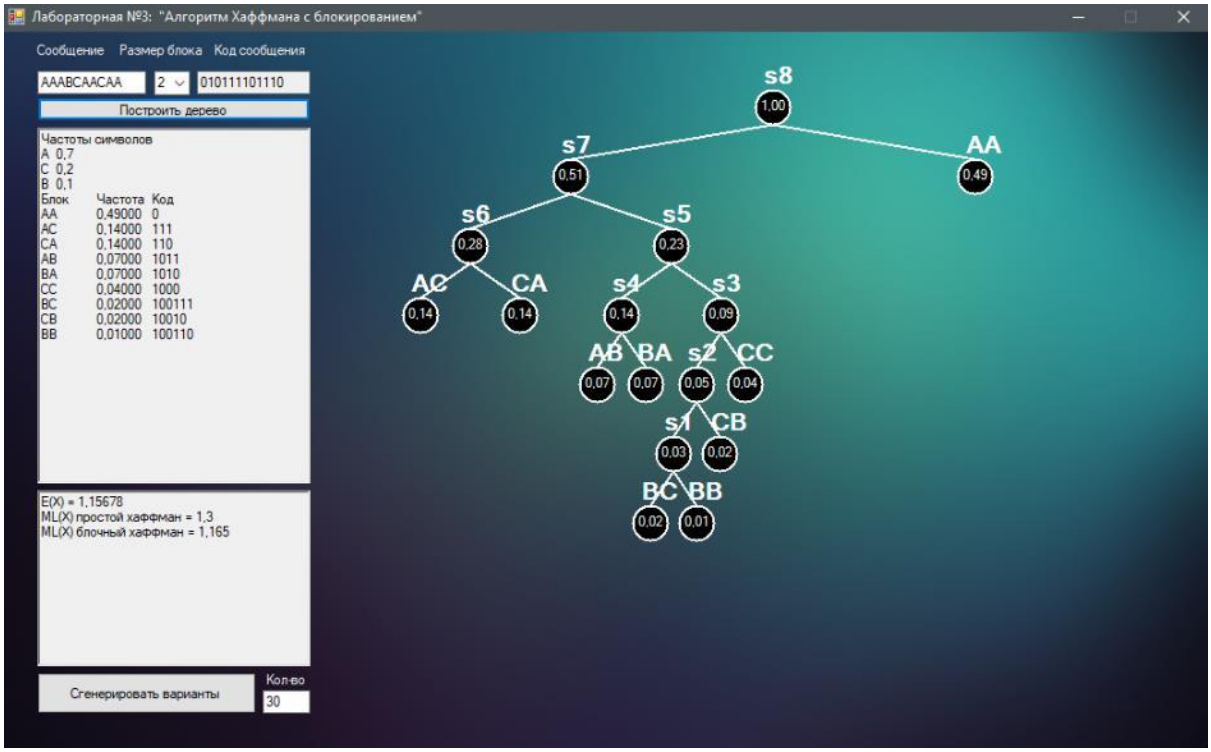


Рисунок 2 – Пример окна «Лабораторная по теме «Сжатие информации»: «Алгоритм Хаффмана с блокированием» в процессе работы

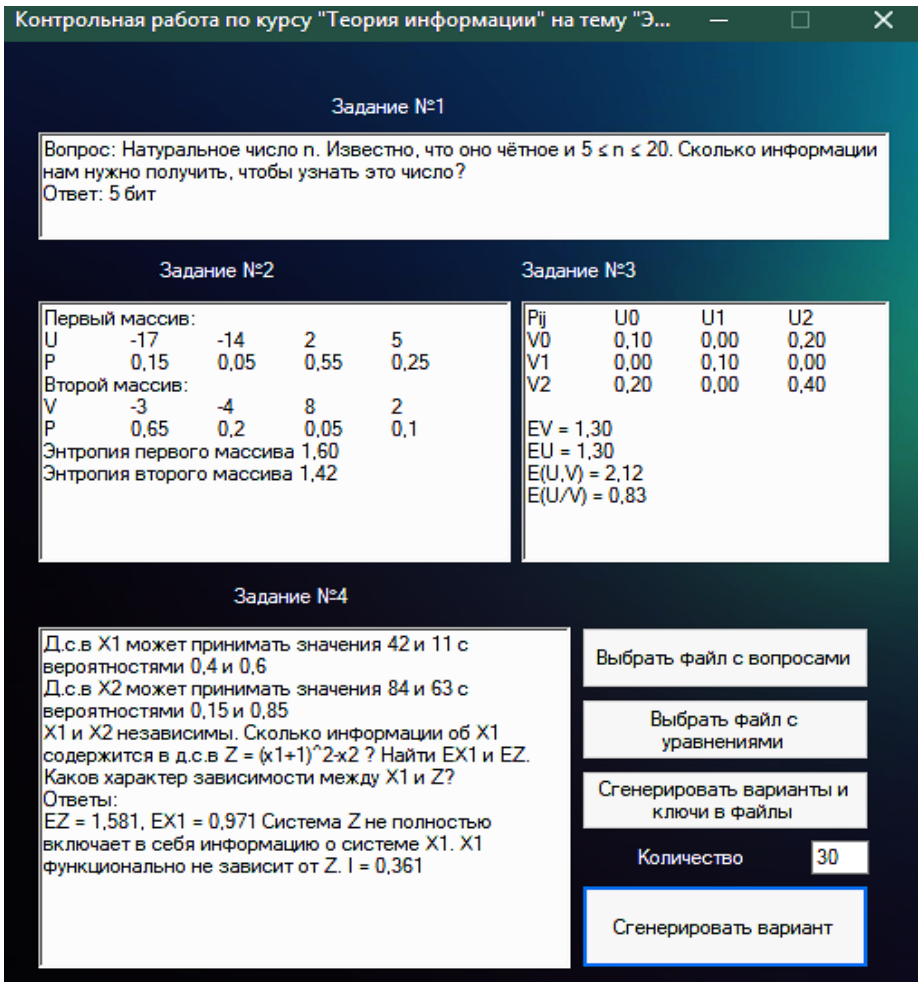


Рисунок 3 – Пример окна со сгенерированным вариантом контрольной работы по теме «Энтропия и информация»

Программный комплекс внедрен в учебный процесс на кафедре ИСТ Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королёва для подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника по учебной дисциплине «Теория информации». В дальнейшем планируется автоматизировать процесс проверки лабораторных работ путем интегрирования программного комплекса в виртуальную обучающую среду Moodle, а также расширить функционал программного комплекса, добавив другие методы кодирования.

Литература

1 Кудрина М.А., Попова-Коварцева Д.А., Кудрин К.А. Учебно-методический комплекс дисциплины «Теория информации» // Пенза: Издательство ПГУ, 2013, с. 376-377

Н. Хомидова, И. Исмонов, М. Адхамов

СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии, Узбекистан)

Особенность государственных образовательных стандартов общего образования – их деятельностный характер, который ставит главной задачей развитие личности ученика. Современное образование отказывается от традиционного представления результатов обучения в виде знаний, умений и навыков; формулировки ГОС указывают на реальные виды деятельности.

Перед нами, учителями, возникла проблема – превратить традиционное обучение, направленное на накопление знаний, умений, навыков, в процесс развития личности ребенка.

Для реализации познавательной и творческой активности школьника в учебном процессе используются современные образовательные технологии, дающие возможность повышать качество образования, более эффективно использовать учебное время и снижать долю репродуктивной деятельности учащихся. Уход от традиционного урока через использование в процессе обучения новых технологий позволяет устранить однообразие образовательной среды и монотонность учебного процесса, создает условия для смены видов деятельности обучающихся, позволяет реализовать принципы здоровье сбережения. В последнее время в Российской школе активно применяются разнообразные технологии, которые развивают логику мышления, креативность и коммуникативность.

Часть из них вам будут продемонстрированы.

1. Технология фокус-группы (фокусированное интервью). По сути это групповая дискуссия, в ходе которой выясняется отношение участников к той или иной проблеме в течение определенного времени и способы е решения. Ценность состоит в том, что участники дискуссии становятся свободными и раскованными в своих ответах.

Впервые метод фокус-группа использовали в 1944 году американские социологи Р.Мертон и Р.Вендам. Фокус-группа – это качественный метод исследования, который дает в свою очередь ответы на вопросы «Почему?» и «Как именно?». Его главная цель выявить очень важную информацию по изучаемой проблеме.

Методу присущи следующие характеристики: численность групп обычно составляет от 2 до 8 участников и, как правило, не превышает 10 участников, группа формируется с учетом цели исследования, длительность дискуссии зависит от задач исследования, дискуссию ведет модератор – учитель.

Для данной технологии нужна следующая подготовка:

• написание программы, где формулируется и обосновывается проблема, определяются цель, задачи, объект, предмет исследования, а также обследуемая

совокупность, число и размер фокус-групп, инструментарий сбора и обработки социологической информации. Обычно на этом этапе не выдвигается гипотез, так как считается, что это может предопределить понимание некоторых проблем;

- подготовка команды, которая состоит из модератора и ассистентов. Один из ассистентов ведет аудио- или видеозапись, фиксируя особенности высказываний (например, эмоциональность, невербаль-ные характеристики). Другой ассистент, если необходимо, может заниматься обеспечением тишины, подавать прохладительные напитки и т.п.;
- набор респондентов, которому может предшествовать предварительное тестирование или интервью. Участники фокус-групп могут также выбираться случайным методом или методом «снежного кома», когда один респондент называет кандидата, отвечающего заданным критериям, а этот кандидат называет еще одного кандидата и т.д. Нельзя использовать уже сложившиеся группы, так как система сложившихся отношений влияет на характер обсуждения;
- написание организованного плана. Он состоит из приветствия, объяснения основных правил, формулирования вопросов, разбитых на смысловые блоки.

Учитель (модератор) и его ассистенты приветствуют входящих, создают непринужденную обстановку. В начале дискуссии модератор сообщает участникам цели и основные правила дискуссии. Обсуждение, как правило, начинается с открытых вопросов, которые раскрывают особенности характера участников, разнообразие их мнений. Закрытые вопросы обычно задаются ближе к концу дискуссии, что позволяет сфокусировать ответы на конкретных аспектах обсуждаемой проблемы. Модератору в процессе дискуссии рекомендуется избегать оценочных реплик как в вербальной форме («согласен», «хорошо», «неверно»), так и в невербальной (кивок, покачивание головой, жест отрицания и т.д.).

В процессе дискуссии модератор незаметно контролирует группу, используя 5-секундные паузы и «дознания» типа: «Вы не объясните более подробно?», «Вы не приведете пример?»

В конце дискуссии он напоминает о ее целях, обобщает сказанное, благодарит участников и прощается с ними.

Каковы же у данной технологии преимущества и ограничения? Очевидно, что в ходе дискуссии создаются благоприятные условия для спонтанного проявления искреннего выражения мнений. Метод фокус-групп сравнительно экономичен и быстро дает результаты. Однако у метода есть существенные ограничения. Участник должен полностью «раскрыться», быть искренним, а это довольно трудно сделать.

Таким образом, метод фокус-группы представляет собой глубокое интервью и реализуется в виде модерируемой групповой дискуссии по поводу определенной проблемы.

2. Кейс-технология (метод ситуативного анализа). В основе этой технологии лежит системно-деятельностный подход. Происхождение терминов отражает суть технологии. Учащиеся получают от учителя пакет документов (кейс), при помощи которых либо выявляют проблему и пути е решения, либо вырабатывают варианты выхода из сложной ситуации, когда проблема обозначена.

Родиной метода case-study являются Соединенные Штаты Америки, а именно Школа бизнеса Гарвардского университета.

Суть метода case заключается в использовании в обучении конкретных учебных ситуаций, ориентирующих обучающихся на формулирование проблемы и поиск вариантов ее решения с последующим разбором на учебных занятиях. Цель технологии – помочь каждому учащемуся определить собственный уникальный путь освоения знания, которое ему более всего необходимо. Таким образом, наблюдается выход в самообразование обучающегося, что соответствует требованиям к образованию сегодня.

В процессе обсуждения кейса учитель обычно старается воздержаться от ответов на вопросы. Вместо этого он задает вопросы, дает слово ученикам, чтобы они сами отвечали на них.

Ключевые вопросы преподавателя при анализе ситуации: «Что вы сделали?», «Что можно было сделать лучше?», «Как вы можете решить эту проблему?», «Что мы могли бы сделать?», «В чем состоит проблема?», «Каковы возможные пути подхода к проблеме?», «Что может произойти и к чему может привести, если..?».

В процессе обсуждения завязывается дискуссия, и в споре рождается истина. Технология кейс-стади делает основной акцент на самостоятельное мышление, способность доносить свои мысли до аудитории и конструктивно отвечать на критику своих оппонентов.

Кейсы классифицируются на:

- практические кейсы: метод ситуативного анализа или метод деловой переписки. Ученику предлагается текст с подробным описанием ситуации и задача, требующая решения. В тексте могут описы-ваться уже осуществленные действия, принятые решения, для ана-лиза их целесообразности. Учащиеся получают от учителя пакет документов (кейс), при помощи которых выявляют проблему и пути е решения;
- метод инцидента, который ориентирован на включение ученика в исследовательскую деятельность. Обучающийся сам находит информацию для принятия решения. Учащиеся получают краткое со-общение о случае. Для принятия решения имеющейся информации явно недостаточно, поэтому ученик должен собрать и проанализировать информацию, необходимую для принятия решения. Так как для этого требуется время, возможна самостоятельная домашняя работа школьников. На первом этапе ребята получают сообщение и вопросы к нему.

Работа начинается с этапа подготовки кейса. Здесь формулируется задание, то есть, записывается сама учебная ситуация, или берется реальная

ситуация и немного упрощается (с учетом возраста обучающихся). Затем определяются вопросы, на которые школьникам, после анализа всех материалов, надо будет дать ответ.

Обучающиеся работают с кейсом на уроке, который включает в себя: начало обсуждения кейса (работа в группе и выработка решения) и презентация групповых решений (представление решения и выводов группы).

Данная технология может быть разнообразна и может применяться при изучении любых тем на любом уровне. Конечно, это требует определенной подготовки и уже имеющих знаний по лексическим темам, так, чтобы ученики могли закрепить. Как правило, при применении кейс технологии создаются группы по 4-5 человек.

В современном обществе очевидна успешность и востребованность человека эрудированного, умеющего аргументировать, доказывать свою точку зрения, имеющего творческий потенциал. Знания важно не только усваивать, но и преумножать, творчески перерабатывать, использовать их практически. Хотелось бы закончить работу китайской пословицей: «Скажи мне – и я забуду, покажи мне – и я запомню, вовлеки меня – и я научусь».

Литература

1. Гофман Э. Фреймы в системе обучения. – М., 2003.
2. Мельникова О.Т. Фокус-группы: Методы, методология, модерирование: учебное пособие. – М.: АспектПресс, 2007.
3. Ситуационный анализ, или анатомия Кейс-метода / под ред. Ю.П. Сурмина. – К.: Центр инноваций и развития, 2002.

М.Х. Холиков, Ш.Н. Носирова

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ

(Узбекистан, Навоийский педагогический коллеж,
Навоийский государственный педагогический институт)

Технология мультимедиа использует как зрительный, так и слуховой канал поступления информации к человеку. В прикладных мультимедиа программах, где широко применяются графические эффекты, анимация, видеофрагменты, речевое и музыкальное сопровождение, создается совершенно особый мир, открывающий уникальные возможности для творчества1.

Создание мультимедиа-аудитории позволило заменить мел и доску мышкой компьютера и медиа - проектором.

Техническая база созданной мультимедиа-аудитории состоит, прежде всего, из компьютера - телевизионной камеры, платы видео-захвата, медиа-проектора и экрана. Затем при использовании новых технических возможностей был составлен электронный конспект лекции на основе типовых и рабочих программ по курсу «Астраномия». При разработке электронного конспекта бы-

ли использованы анимационные ролики, разработанные нами на основе программы Macromedia Flash Mx Professional, фотослайды демонстрационных материалов кафедры математике и физики.

Электронный конспект в основном составлен на основе редактора «Microsoft Office PowerPoint». Он отличается от бумажного варианта конспекта, электронного учебника тем, что позволяет программно совместить электронный слайд текстового и графического сопровождения (видео и фотоматериалы, таблицы, диаграммы, рисунки) с компьютерной анимацией и численным моделированием изучаемых процессов, с показом видеозаписей реального эксперимента.

Электронный конспект совмещает технические возможности компьютерной и видеотехники в представлении учебного материала с живым общением лектора со студентами и позволяет качественно улучшить образовательный процесс.

Применение информационных технологий в образовательном процессе позволило легко и качественно представить физические процессы, явления практически по всем разделам курса общей физики. (гармонические колебания, затухающие и вынужденные электронные колебания, волновые процессы, корпускулярно – волновой дуализм света, принцип Гюйгенса, дифракция и интерференция света, сложение двух взаимно перпендикулярно поляризованных волн, происхождение электрических и магнитных сил, магнитные взаимодействия и магнитное поле, явление индукции, явления диффузии, распределение Максвелла, образование и движение положительных зарядов в твердых телах, атомные модели и другие)

Опыт использования технологии мультимедиа на лекциях показал, что студенты легко адаптируются к презентационным условиям, повышается интерес к изучаемому предмету, облегчается восприятие материала, значительно улучшается качество конспекта и повышается успеваемость в целом по потоку.

Литература

1. Гулямов С.С., Романов А.Н., Алимов Р.Х. и др. Дистанционное экономическое образование. Т.: «Шарк», 2014 г.

В.М. Шардаков, В.В. Запорожко, Д.И. Парфёнов

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ОБЛАЧНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

(Оренбургский государственный университет)

В настоящее время для реализации открытого образования необходимо создание облачной образовательной среды, позволяющей гибко сочетать различные формы (форматы) представления электронного учебного контента [1]. Облачная образовательная среда рассматривается нами как совокупность усло-

вий существования, формирования и деятельности обучающегося, в которых разворачивается учебный процесс и с которыми вступают во взаимодействие субъекты данного процесса.

Информатизация деятельности современного человека предопределяет неизбежный переход от использования знаков к знаковым системам, к принципиально иным интеллектуальным способам решения профессиональных задач, новым формам представления знаний и многовариантным коммуникациям в расширенных пространственных и временных координатах, с использованием человеко-машинных взаимодействий [2]. В связи с этим актуальным является разработка виртуальных лабораторий, воссоздающих модели реальных объектов или процессов, что имеет особо важное значение при создании облачной образовательной среды на базе дистанционных образовательных технологий и электронного обучения. Можно говорить о новом формате представления электронного образовательного контента – голографических учебных макетах, использование которые принципиально расширяет и усовершенствует процесс приобретения собственного витагенного опыта обучающимися [3]. При этом любой пользователь облачной образовательной платформы может провести виртуальный опыт в режиме реального времени, не выходя из дома. Поэтому нами была спроектирована и создана виртуальная лазерная голографическая установка, полученные трехмерные модели которой позволяют изменять начальные условия физических экспериментов, выбирать материалы, с которыми будет проводиться эксперимент, и непосредственно наблюдать за полученным результатом. Компьютерное 3D моделирование с высоким уровнем интерактивности и визуализации открывает огромные познавательные возможности обучающихся, позволяя им быть не только пассивными наблюдателями, но и активными участниками проводимых экспериментов.

При создании виртуальной голографической лаборатории нами использовался пакет CINEMA 4D, преимущества которого перед 3D Max заключаются в следующем:

1. Гибкость в настройке интерфейса.

2. Интуитивно понятный (простой) интерфейс со встроенной поддержкой русского языка, мощная система помощи.

3. Быстрый встроенный рендер по методу Гуро (обработка и построение изображения).

4. Большая библиотека материалов, объектов, предустановок, текстур.

5. Простота создания трехмерной анимации без наличия глубоких знаний по работе в данном программном продукте.

Для создания голограммы используется следующий математический аппарат. При количественном описании голографирования удобно применять комплексную запись колебаний. Поле, создаваемое в плоскости голограммы в результате рассеяния лазерного излучения объектом, можно записать в виде следующей формулы:

$$E(\rho) = A(\rho)\exp[\imath\varphi(\rho)],$$

где ρ - радиус-вектор, лежащий в плоскости голограммы, $A(\rho)$ и $\varphi(\rho)$ - амплитуда и фаза световых колебаний в точке с радиусом-вектором ρ. Плоская опорная волна описывается выражением:

$$A_0 \exp(\imath R_0 r),$$

где R_0 - волновой вектор, r – радиус-вектор произвольной точки пространства, A_0 - амплитуда, сохраняющая постоянное значение в пределах поперечного сечения пучка. Если начало координат поместить на поверхности голограммы, то в ее плоскости поле опорной волны принимает вид:

$$E_0(\rho) = A_0 \exp(\imath R_0 \rho).$$

Суммарное поле на поверхности голограммы записывается следующим образом:

$$E_0(\rho) + E(\rho) = A_0 \exp(\imath R_0 \rho) + A(\rho)\exp[\imath\varphi(\rho)].$$

Согласно правилом пользования комплексной записью колебаний распределение освещенности $I(\rho)$ в интерференционной картине пропорционально квадрату модуля выражения:

$$I(\rho) = |E_0(\rho)|^2 + |E(\rho)|^2 + E_0^*(\rho)E(\rho) + E_0(\rho)E^*(\rho),$$

Нами предложен один из вариантов голографической установки, реализующий схему Денисюка. Основные смоделированные части установки следующие [4]:

1. Лазер типа ЛГН-207А.
2. Кронштейн.
3. Металлическая стойка.
4. Основание.
5. Амортизирующие колпачки из резины.
6. Ручка для перемещения лазера.
7. Объектив короткофокусный от микроскопа с увеличением в 40 раз.
8. Предметное основание.
9. Фотопластинка.

Можно собрать установку, установив детали горизонтально на лабораторно-оптической скамье.

Результат разработки виртуальной модели лазерной установки и ее непосредственной работы представлен на рисунках 1 и 2 соответственно.

Таким образом, предложенная виртуальная голографическая лаборатория позволит обучающимся облачной образовательной платформы изучать готовые голограммы, моделировать свои собственные, а также создавать объемные изображения различных объектов, предметов или явлений с высокой степенью достоверности.

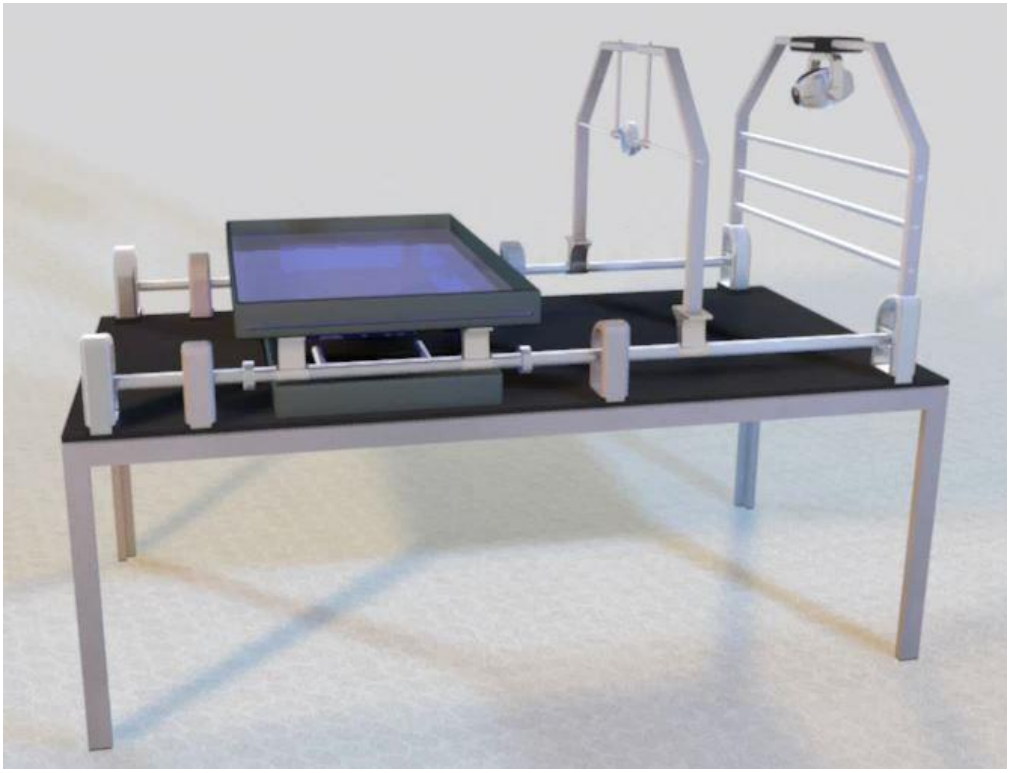


Рисунок 1 – Разработанная виртуальная модель
лазерной голографической установки

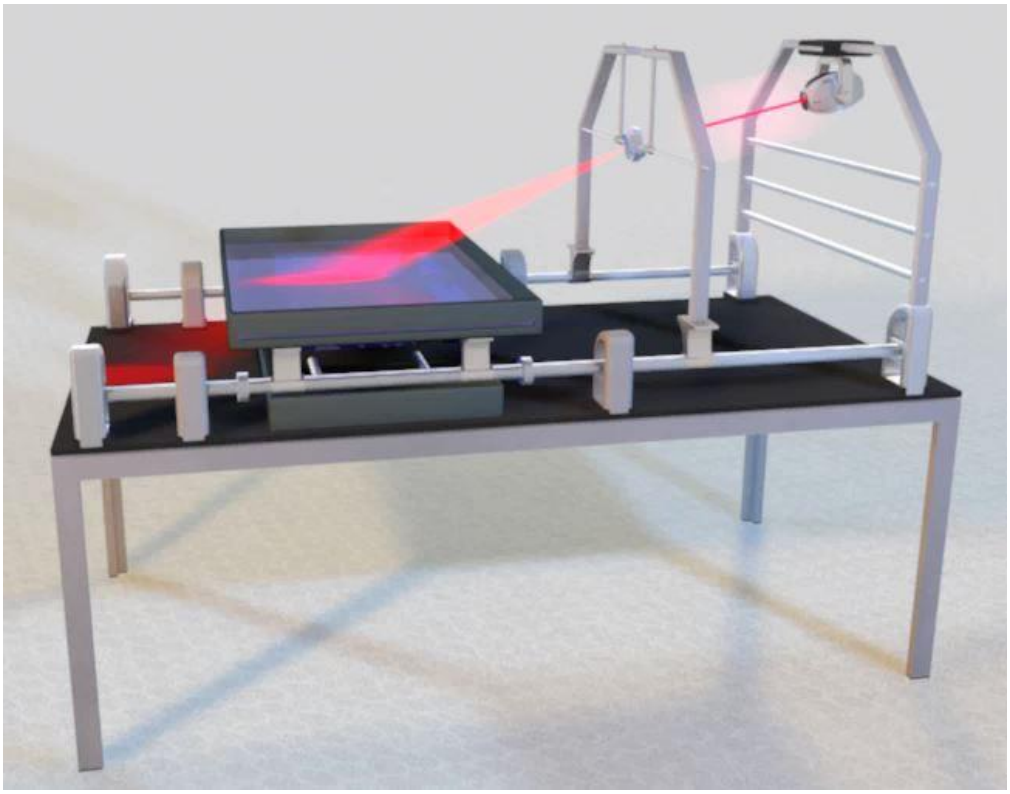


Рисунок 2 – Процесс работы виртуальной модели
лазерной голографической установки

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00400.

Литература

1. Zaporozhko, V. Approaches to the description of model massive open online course based on the cloud platform in the educational environment of the university / V. Zaporozhko, D. Parfenov, I. Parfenov // SEEL: International Conference on Smart Education and Smart E-Learning : conference proceedings / Uskov V., Howlett R., Jain L. (eds), 2017. – P. 177-187.

2. Носкова, Т.Н. Педагогическая сущность виртуальной образовательной среды / Т.Н. Носкова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2014. – № 167. – С. 183-194.

3. Симкин, А.Д. Возможности и перспективы применения голографических технологий в образовании / А.Д. Симкин // Сборник работ 70-ой научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета. – Минск: Белорус. гос. ун-т., 2013. – Ч. 1. – С. 444-448.

4. Шардаков, В.М. Обработка динамических потоков мультимединых данных в 3D моделировании / В.М. Шардаков // Наука и бизнес: пути развития. 2016. – № 12. – С. 42-45.

С. Шокиров

ОБРАЗОВАНИЕ В ВЕК ИНФОРМАТИКИ

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии, Узбекистан)

Образование, как особая сфера человеческой деятельности, возникло с отделением умственного труда от физического. Именно тогда формируется качественно новый механизм воспроизводства социальной действительности - специализированная деятельность по передаче, хранению и усвоению знания и связанного с ним практического опыта. Представляя собой диалектическое единство институтов образования, процессов и результатов образования, оно связано преимущественно с распространением систематизированных научных знаний. Образование, т.е. как говорит само слово создание образа гражданина, включает в себе две составляющих – обучение и воспитание. Образование – слагается из обучения и воспитания, причем и обучение и воспитание между собой переплетаются. Обучение – это передача знаний, а воспитание – организация характера». Эти две составляющие находятся в таком единстве, что буквально пронизывают друг друга. Обучение, имея своей задачей передачу и усвоение знания, обладает воспитательной значимостью. Процесс воспитания основывается не только на чувствах, переживаниях, эмоциях, но и на определенных знаниях об окружающей действительности, социальной и природной среды. Вместе с тем, обучение и воспитание выполняют различные задачи в процессе формирования личности. Обучение обеспечивает профессионализацию под-

растающего поколения, подготовку для народного хозяйства квалифицированной рабочей силы. Воспитание нацелено на социализацию этого поколения – включение его в систему социальных ролей путем активного освоения существующей системы ценностей и норм поведения.

Современная система образования существует уже более двух веков. Она сложилась в условиях индустриального общества. В основе её характерных черт лежат философские идеи Декарта, Локка, Гельвеция о человеке как элементе, необходимом для функционирования общества, человеке как средстве общественного и технического прогресса. Этой системе образования присуща строгая регламентация функционирования, пренебрежение индивидуальностью, авторитет учителя. Возникла система «производство – образование – наука». Занимая нишу между производством и наукой, образование должно соответствовать как уровню развития общественного производства, так и состоянию науки. Ко второй половине XX века крайние два элемента этой системы – производство и наука развивались довольно быстрыми темпами, в то время как образование эволюционировало очень медленно. В результате назрели весьма глубокие противоречия между производством и наукой, с одной стороны, и образованием, с другой.

В конце 60-х – начале 70-х годов наступил кризис образования, имеющем глобальный характер и определяющийся новыми социально-политическими и экономическими процессами, а также глубокими качественными изменениями в развитии науки и техники, особенно информатики. Стало вырисовываться магистральное направление развития современной системы образования – курс на индивидуализацию, самостоятельность обучения как решающего условия становления творческой личности. Такому решающему повороту способствуют принципиально новые возможности получения, усвоения и, соответственно, использования информации. Все это привело к необходимости качественных изменений в системе образования, к революции образования. Становится ясным, что существующая система образования является пережитком прошлого, что её нужно повернуть к будущему. Для этого надо знать потребности этого будущего, качественно трансформировать структуру системы образования, рационализировать ее содержание, произвести изменения в методике образования в сторону учета интересов обучающихся индивидов, быстрого устаревания получаемых знаний, выдачи в процессе обучения опережающей информации, обучению учиться пожизненно самостоятельно, установлению правильного баланса между стандартизацией и вариациями в учебных программах, использованию богатейших возможностей информационной техники в процессе обучения.

В сфере современного образования прослеживаются противоположные тенденции – возрастание ее роли в жизнедеятельности общества и кризис образования, вызванный не только следствием финансовой недостаточности, но и непонимания роли образования в информационном обществе, того, что существующая система образования эффективно обслуживала индустриальное общество и не годится для информационного общества. Непонимания того, что роль образования в информационном обществе качественно иная. Не случайно Д.Белл в своей концепции будущего общества объявил университеты «важнейшим институтом постиндустриального общества». Не случайно сложившаяся ныне социология образования в лице С.Липсета, Р.Нисбета, Ж.Фурастье и других связывает с образованием надежды на внутреннее перерождение современного общества. А.Тоффлер прямо пишет, что на каждый доллар, вкладываемый в новую технику нужно вкладывать несколько

долларов, вкладываемых в образование человека, поскольку необходимы массовые усилия по реконструированию производительных сил путем образования.

Технология информационного общества не только предъявляет к процессу образования определенные требования, но и оснащает этот процесс современными информационными средствами, способными обеспечить не только прямую, но и обратную связь между преподавателем и обучающимся. Роль компьютеров в образовании настолько велика, что раздаются голоса о том, что не в таком уж отдаленном будущем электронные машины могут полностью заменить педагогов и выполнять функции последних дешевле, надежнее и эффективнее. Противоположные взгляды заключаются в отрицательном отношении к применению компьютеров в обучении, утверждая, что компьютеры формализуют знания, лишают живому эмоциональному контакту преподавателя с обучающимся. Первые утверждения явно отдают чрезмерным преувеличением возможностей компьютера и недооценкой значения непосредственного общения между преподавателем и учеником, в ходе которого происходит не только усвоение знаний, но и воспитание определенных нравственных норм и правил поведения. Что касается второй точки зрения, то она выражает скепсис к возможностям обучения с помощью компьютеров, считая, что скрупулезная точность машин убивает инициативу учащихся, воспитывает в них бездушный формализм, а учителя превращает в простого нажимателя кнопок. К этому добавляют, что компьютеризация образования вызовет её стандартизацию и безработицу среди педагогов. Подобная точка зрения выражает мнение консерватизма профессиональных учителей и не является новой, ибо нововведения в области образования всегда встречали сопротивление, порой даже просвещенных людей. Так, философ и педагог Древней Греции Сократ в свое время считал действенным способом обучения и воспитания устную речь и крайне негативно отнесся к применению в образовании письма, считая что оно заставит людей пренебрегать памятью и что записанная речь хуже, чем устная, передает смысл высказываний.

В действительности, компьютер выполняет лишь формальную (вернее формализованную) сторону обучения и дает возможность преподавателю переключиться на не неформальную, творческую, психологическую сторону учебного процесса. Роль учителя не уменьшается, а возрастает, так как он теперь превращается из ретранслятора знаний в соучастника усвоения и понимания знаний обучающимся. Даже в будущем машина никогда не может полностью заменить учителя, который выполняет функцию не только обучения, но и воспитания, которое не поддается формализации и требует личного контакта. Но компьютер освобождает учителя от массы нетворческой однообразной работы и высвобождает время для творческой педагогической деятельности, увеличивая его эффективность. Таким образом, отвергая мнение об обучающих информационных средствах, как универсальных средствах решения всех педагогических проблем, можно утверждать, что внедрение этих средств в процесс образования оказывает огромное воздействие на те качественные изменения, которым подвержена современная система образования.

Компьютеризация, а в более широком плане информатизация образования - это использование информационной технологии для выбора нужной для изучения научной информации, ее трансформации в учебную форму, выдачи этой информа-

ции обучающимся для изучения, усвоения, понимания и запоминания, внедрение в образовательный процесс информационных технологий, соответствующих требованиям мирового сообщества для повышение качества общеобразовательной и профессиональной подготовки специалистов. Компьютерное образование наряду с печатной формой все больший аспект делает на образную и звуковую форму. Именно поэтому к ней предъявляются особые требования: учебные курсы должны иметь один стандарт с допуском различных содержаний, компьютерное обучение надо сочетать с присутствием преподавателя, необходимо учитывать индивидуальные характеристики обучаемых, допуск возможности выбора форм обучения, реализацию проведения непрерывных сессий, использование доступа к электронным библиотекам.

Использование информационных технологий обучения оказало сильное влияние на изменение содержания, методов и форм обучения. Результаты этих изменений можно сформулировать следующим образом:

- Все большее признание получает интеграционный подход к обучению взамен традиционного подхода получения знаний, навыков и умений по определенному набору дисциплин.
- Познание мира осуществляется в результате создания его модели, а не путем традиционного заучивания.
- Целью обучения становится формирование личности обучаемого в процессе приобретения знаний, навыков и умений, а не просто приобретение знаний, навыков и умений.
- Ориентированный на усредненного индивида подход сменяется индивидуальным психологическим подходом к обучаемому.

Таким образом информатизации системы образования, в том числе и высшего образования являются требованием времени и залогом информатизации общества и его культуры.

Литература

1. М.Арипов. Информационные технологии. Учебник. Т., 2004 г.
2. К.Арипов. Основы интернет. Т., 2002 г.
3. WWW.ziyonet.uz

Х.С. Эргашев, М. Очилов, Р. Курбонов

ТРЕБОВАНИЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РЫНКЕ ТРУДА

(Каршинский филиал ТУИТ им. Мухаммад ал-Харезми, Узбекистан)

Аннотация

Мақолада АКТ соҳасининг ривожланиши истиқболлари, таълим тизимида фанлараро интеграция воситасида АКТ ва тил саводхонлигини такомиллаштириш ҳамда ёшларда ишбилармонлик кўникмаларини янада ривожлантиришнинг назарий асослари ёритилган.

Калит сўзлар: АКТ, интеграция, фанлараро, ижтимоий, иқтисодий, ишбилармонлик.

Аннотация

В статье освещены теоритеческие основы развитие и совершенствование деловых навыков знание ИКТ у молодёжи путём применения интеграции.

Ключевые слова: ИКТ, интеграция, междупредметний, социалный, экономический, деловых.

Annotation

This article depicted that developing futures of ICT, through the ICT integration at the education system through the subjects, developing language literate and deeply developing among the young business undertaking skills' theoretical methodic basis.

Key words: ICT, integration, through the subjects, social, economic, business undertaking.

В то время, когда глобальная сеть заняла весь мир, какие работы проводятся в нашей стране в этой области, что наблюдается в действительности, к какой отрасли ИКТ высокие требования и какие требования ставится подготовки будущих специалистов на рынке труда.

Что сегодня должны усвоит студенты, чтобы приспособиться к трудовым условиям работодателя. Конечно, эти вопросы для студентов и преподавателей, для будущих специалистов своей отрасли интересны, актуальны.

Сегодня результате быстрого развития высоких технологий в нашей стране проведены масштабные работы с целью создания условий для реализации продуктов программного обеспечения и ИКТ сетям реального сектора экономики, для ускорения реальных проектов по созданию сведений системы «Электронного правительства» и комплексов информационных систем.

После принятия постановления первый Президентом Республики Узбекистан И.А.Каримова « О мерах внедрения ИКТ реальным секторам экономики », а также Постановления Кабинета Министров от 31 дек**а**бря 2013 года « О мерах внедрения оценочной системы состояния развития и ИКТ в Республике Узбекистан » обратили большие внимание вопросам автоматизации государственных учреждений, деятельности учреждений и контор. Эти постановления служит основой развития практических работ по развитию ИКТ в нашей стране.

Эти постановления в кокой-то мере повысили спрос на специалистов и компаний на рынке информационных технологий. В свою очередь, естественно повысился спрос на специалистов по созданию сайтов, обмену электронных документов, по производству средств программного обеспечения для автоматизации деятельности делопроизводства и организаций.

Осенью 2014 года были рассмотрены свободные рабочие места, объявленные на сайтах « torg.uz », « uzjoos.com », « resume.uz », « mijjoz.uz », «staff.uz » в области ИКТ. Только по г. Ташкенту боле 40 % спроса на всех специалистов – мастера компьютеров и компьютерные операторы, более 30 % веб программисты по программированию на «PHP», более 10 % администраторы по созданию сетей, по операционным системам (incus), более 5% - менеджеры (по

продаже продуктов ИКТ, управление проектами, работе с клиентами) 6 около 5% - веб и 3Д дизайнеры, более 4% - специалисты по программированию 1СБ 2 % специалисты языка программирования « C#».

Стало явным, что высок спрос на программы по мобильным операционным системам « ions», « Delphi ».

Также современным специалистами по информационным технологи ставится ряд важных требований;

- знание иностранных языков (английский или русский);
- иметь достаточные знания по алгоритму;
- знания минимум 2-х языков программирования;
- постоянное наблюдение за сайтами программирования, форумами, статьями и новостями в социальных сетях и т.д.

Главным образом, поддерживание и создание электронных устройств информационных систем будет продолжать расти. Следовательно, потребность на опытных и квалифицированных специалистов будет расти изо дня вдень. Резко увеличилось число рабочих мест в области информационных технологий.

Это по анализ учёных, самая быстро растущая область в 2015-2016 годах.

Конечно это требует:

- более расширенное привлечение образовательных учреждений в этот процесс;
- углубленное обучение студентов предмету « Информатика » и всех языков программирования;
- создания условий для овладения иностранными языками в совершенстве;
- организация и усовершенствование учебных предметов: основы рыночной экономики, основе менеджмента и экономики, основы бизнес управления, основы предпринимательской деятельности.

Является важным соблюдение закономерностей и направлений, служащих обеспечению интеграции образования, науки, и производства.

Формирование специалистов, полностью отвечающих требованиям реформ нашего общества, воспитания всесторонне развитого поколения, свободно размышляющего в духовно-моральных отношениях, творчески размышляющего, преданного национальными наследиями, а также национальным и общечеловеческим ценностями показывает актуальность проблемы.

Каково место образовательных учреждений в воспитании студентов, которые могут конкурировать с достижениями технологии мировыми науками?

Непрерывная система образования направленная на решение основных задач социально, экономического и культурного развития общества. На основе выше указанных задач, школы, академических лицеи, профессионально-образовательные колледжи и высшие образовательные учреждения готовить всестороннего развития человека в области политики, экономики, в социальных и культурных отраслях.

При этом основное внимание уделяется обучающемуся, находится в центре внимание педагогического процесса, автора нормативно-юридических документов.

При этом глобальной задачей считается не только совершенствование обучения, но и изучение обучающегося, формирование навыков предпринимательства.

Сегодня перед всеми учреждениями следующие задачи:

- быстрое адаптированные к переменчивым трудовым условиям, самостоятельно овладение нужными знаниями, умение применять полученные нахождение своего места в течении всей жизни; применять полученные знания;
- эффективное использование сведений, как создать перспективные планы и рекомендовать их применению;
- повысить свое духовно совершенство, обеспечить рост культурного уровня.

Какие условия требуются, чтобы осуществить эти задачи

Сегодня наряду воспитанием и образованием, чтобы подготовить зрелых специалистов, нужно широко использовать интеграционную педагогику, которая успела сформироваться как учебный предмет. Каждая тема программы должна включать социально-экономические изменения в нашей стране, инвестиционную и предпринимательскую среду, которая создана для предпринимателям от государством; сочетание ИКТ и знание языков.

На основе программы нужно создать и широко применить в образовательно-воспитательном процессе новое поколение учебников и учебной литературы, соответствующей мировым образовательным стандартам.

Наряду с этим, предметы, которые изучаются в образовательных учреждения, не должны ограничиваться функциями, дающими сведения и воспитывающими. Они также должны содержит функции развивающие и интегрирующий.

Применений ИКТ в образовательно-воспитательном процессе, у ученика развивает мыслит, инициативой. Применение меж предметная интеграция, развивает мировоззрения у молодёжах. Применение меж предметный интеграции процессе образования приведётся удобное условия при совершенствование цели образовательных процессе. Образование и обучение учителей в процессе инновационной деятельности и самостоятельного мышления, творческого использования информационных технологий исследований, таких, как инициатива, чтобы обеспечить интегрированные функции для формирования междисциплинарной интеграции (образование) будет служить в качестве ключевого фактора в повышении мышления учителей. В результате использования научной интеграции знаний в области образования, психологического образования в реализации задач в благоприятных условиях.

В настоящее время стандарта учебного плана образовательных учреждений в социальном, экономическом, профессиональном специальном и научных знаниях для общения обоюдного участия в междисциплинарной интеграции

знаний подготовить для достижения ожидаемых результатов. Важный фактор для эффективности системы образования в обозримом будущем.

Литература

1. Куранов М. Научно методические основы национального воспитания общеобразовательных средних школах Узбекистана, автореферат Дис.док.пед.наук т.1998 г.ст.40.

2. Эргашев Х.С. Проблемы формирования деловых навыков у молодёжи в образовательных учреждениях. Научный вестник Сам ГУ, № 3 В (85) 2014года, стр.100-106.

3. Эргашев Х.С. Система формирования деловых навыков у студентов путём интегрирование материальных ценностей. Научно технический журнал Фер.П.И, № 3 2014года, стр 82-88.

М.С. Якубов, М.А. Абдуғоипова

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С ПРОИЗВОДСТВОМ СТРАТЕГИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗРАБОТНИЦЫ

(Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хоразмий)

В условиях развития социально-экономических систем практически всех стран мира характеризуется динамичным и сложным процессом глобализации как в экономике, образовании, промышленности, так и в других областях. Происходит трансформация экономических отношений, обуславливающая интеграционные процессы и требующая установления порядка взаимодействия между ее субъектами.

Интеграция профессионального образования и производства - это совместное использование потенциала образовательных и производственных организаций во взаимных интересах. В первую очередь, в областях подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров, а также проведения совместных научных исследований, внедрения научных разработок и т.д. Данные интеграционные процессы охватывают широкий спектр различных направлений деятельности и проявляются в самых разнообразных формах.

В качестве основных факторов, стимулирующих данные процессы, можно выделить [1]:

- развитие транспортных сетей, технологий коммуникации, позволяющих повысить мобильность, снизить экономические затраты, затраты времени на взаимодействие между интегрированными субъектами;

- мировая тенденция к интеграции экономических субъектов для повышения их конкурентоспособности.

Однако развитие производства в настоящее время невозможно представить без развития науки и образования, вследствие чего формируются интегра-

ционные системы, включающие взаимодействие между его субъектами. Особенностью процесса интеграции является многогранность, противоречивость внутреннего содержания, что обусловливает необходимость интеграции профессионального образования и производства бизнеса как основы повышения эффективности региональной системы.

Целью данной работы является исследование механизмов повышения эффективности региональной системы профессионального образования, для достижения которой необходимо решение следующих задач:

- исследовать современные состояния интеграции профессионального образования и производства бизнеса в региональной системе;
- выявить основные механизмы для успешной интеграции.

Экономический и социальный рост большинства стран полностью зависит от успешности развития систем образования, производства и бизнеса, которое зависит от конкурентной среды, глобальных изменений в экономике. В данных условиях для успешного развития компании заинтересованы в производственных инновациях и расширении предоставляемых услуг, что невозможно без участия научных и образовательных учреждений. Следовательно, образование является важным звеньям в процессе взаимодействия между бизнесом и промышленностью, обеспечивая успешное развитие всей системы.

В сложившихся условиях развития мирового сообщества важным является подготовка конкурентоспособной личности или как обобщенное требование к системе образования - подготовка конкурентоспособного специалиста. Конкуренция является частью всех сфер деятельности человека: общественной, политической, научной, учебной, профессиональной и др. Основным признаком конкурентоспособного специалиста является способность в условиях внешних воздействий конкурентной среды эффективно взаимодействовать, занимать лидирующие позиции и достигать успеха в любой деятельности. Поэтому интеграция в системе высшего профессионального образования решает важную задачу: подготовку человека к активному и успешному функционированию в условиях
конкуренции [2].

Сущность интеграции можно выразить в следующих типах взаимосвязей:

- устойчивое сотрудничество сближающихся субъектов интеграции, обуславливающих совместное развитие;
- совместная разработка технологий и взаимное оптимальное и продуктивное их взаимоотношение;
- приобретение студентами профессиональных и межпрофессиональных компетенций, необходимых в будущей работе;
- развитие инновационных и предпринимательских способностей;
- применение знаний и умений самообразовательной деятельности;
- согласование уровней социально-экономического развития за счет многообразия складывающихся отношений в новой интегрированной системе [3; 4].

Интеграция приведет к следующим преимуществам:

- разработке совместных технологий, согласно текущим фактическим и стратегическим целям компаний, обеспечивающих прогресс на каждой ступени их реализации;

- переплетению профессиональной деятельности с обучением на протяжении всей профессиональной деятельности;

- взращиванию конкурентноспособных выпускников, способных осваивать новые области знаний и приобретать новые умения, что является важным определения карьерной траектории их будущей профессиональной деятельности;

- возможности для студентов взаимодействовать с персоналом компаний при разработке проектов компаний, что является важным в процессе приобретения навыков будущей профессии и приобщения к культурной среде компании;

- экономической эффективности и обновлению навыков работников на базе интегрированных образовательных комплексов;

- согласованию нужд организаций, бизнес-компаний с уровнем требуемых компетенций выпускников за счет обратной связи студентов с организациями;

- устойчивому развитию исследовательской среды, привлекающей талантливых студентов, специалистов, ученых для обеспечения совместного развития науки, образования, бизнеса и производства, обеспечивающей постоянный обмен между академической средой и бизнес сообществом;

- возможности применения исследований на базе институтов и университетов в промышленных масштабах, обеспечивающего экономическое благосостояние экономики региона и возможность получения государственной поддержки для исследований, инноваций и разработок;

- сотрудничеству с государственными ведомствами в разработке будущей стратегии развития и создании интеграционного пространства, в котором инвестиции распределяются согласно совместным разработкам и исследованиям.

Благодаря интеграции обучение приобретает опережающий характер, формирующий необходимые способности, умения и навыки, позволяющие решать производственные задачи в условиях неопределенной ситуации, динамичных трансформаций социума и рынка труда.

Развитие профессионального образования непосредственно связано с расширением связей образования, производства и бизнеса, что предполагает дополнительные вложения финансовых средств в организационные процедуры, направленность их на конкретное практическое применение, внедрение исследований и технологических решений, создание научных производственных на базе профессионально-образовательных учреждений (ПОУ), мониторинг рынка труда.

Конечной целью интеграции является создание инновационных форм сотрудничества профессионально образовательных учреждений с промышленностью и бизнесом (технопарки, технополисы, иннополисы и др.), являющихся

специальными формами техниковнедренческих зон с особыми экономическими условиями при государственной поддержке.

Интеграция предусматривает:

- формирование систем преемственной передачи знаний и усиление поддержки;
- генерация новаторских идей и внедрение их в промышленность; Внедрение научных исследований в производство и бизнес;
- исследование и диагностика оборудования и технологических процессов для конкретного производства, отрасли;
- повышение уровня теоретической и научной подготовки специалистов;
- предоставление возможности преподавательскому составу и студентам ПОУ к использованию современной техники и технологий предприятий;
- расширенные функции поддержки для передачи знаний и коммерциализации интеллектуальной собственности;
- привлечение дополнительных источников финансирования на региональном уровне;

создание инновационных форм сотрудничества ПОУ с промышленностью и бизнесом (технопарки, технополисы, иннополисы и др.) [5].

Таким образом, для успешного развития экономики региона необходимо новое качество взаимосвязей между профессиональным образованием, производством и бизнесом на основе глубокого взаимного сотрудничества, расширения коммуникаций и совместного планирования стратегии развития.

В данных процессах государство играет решающую роль в процветании интегрированных систем путем создания благоприятной среды, которая позволяет формироваться и способствует развитию интеграционной системы.

Литература

1. Керашев А.А. Развитие подходов к глобализации экономических отношений // Вестник Адыгейского государственного университета. Майкоп: Изд-во АГУ, 2005. Вып. 3. С. 85-88.

2. Бегидова С.Н., Хазова С.А., Мозгот В.Г. Развитие конкурентоспособной личности учащихся как целевой ориентир системы общего образования // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Педагогика и психология. Майкоп: Изд-во АГУ, 2012. Вып. 2. С. 25-31.

3. Asheim, B.T., Coenen, L. Knowledge Bases and Regional Innovation Systems: Comparing Nordic Clusters, Research Policy, 2005. P. 1173-1190.

4. Kurtulu. K., Kadir Y.E. Determining Factors Hindering University-Industry Collaboration: An Analysis from the Perspective of Academicians in the Context of Entrepreneurial Science Paradigm // International Journal of Social Inquiry. 2011. Vol. 4, № 1. P. 185-213.

5. Шайдуллина А.Р. Интеграция «ссуз - вуз - производство» в условиях инновационного инженерного образования // Модернизация образования. 2007. № 11. С. 6-8.

ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТРАНСГУМАНИЗМ

А.Э. Бахметьев

ЭВРИСТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ИНТУИЦИИ КАК ФОРМЫ ПОЗНАНИЯ В РАЦИОНАЛЬНОЙ КОСМОЛОГИИ

(Самарский университет)

Философия имеет сложную структуру, включая в себя множество дисциплин и учений. Метафизика локализована практически в центре понятийного поля философии. Множество мыслителей в истории философии давали своё понимание метафизики, в которой находит своё место и интуиция. Метафизика, являясь философским учением, рассматривающим сверхопытные начала и законы бытия в целом, разделяется на три раздела: 1)рациональная психология, 2)рациональная космология и 3)естественная теология. Эти дистинкции возникли в русле догматической лейбнице-вольфовской метафизики. Кант сыграл роковую роль в судьбе догматической метафизики. Важной задачей он считал изменить метод метафизики и её применение. Результатом кантовской критики стало отрицание возможности метафизики как науки.

Метафизика пытается ответить на вопросы, которые возникают в нашем опыте, именно благодаря этому она и существует. И.Д. Левин утверждает необходимость существования метафизики, так как только она даёт возможность рационального объяснения ценностей. Именно в этом моменте Левин подчеркивает ограниченность науки, а также её методов и установок. Это связано с разностью измерения, в котором находится наука. Наука попросту не может обосновать те ценности, которые способна разъяснить метафизика. У метафизики существует свой метод и своя задача. Методом метафизики является употребление языка символов, а в основе этого метода лежит нестрогое размышление.

Интуитивные моменты могут быть локализованы в рациональной космологии. В проблемное поле космологии входят вопросы, связанные с происхождением и устройства мира как sui generis универсальности. Интуиция выступает в космологии как эвристический конструкт. В настоящее же время космология стала выполнять функции, которые задаёт ей естествознание. Но всё же в космологии есть момент, который позволяет ей совершать перевороты в области научного знания.

Х. Вольф рациональную космологию определяет как учение о мире в целом и его происхождении. Вольф сравнивает мир с часовым механизмом или машиной. Вольф пишет: «мир является составной вещью, изменения которой

основаны в способе соединения её частей. А потому мир есть машина» [3, 282с.]. Таким образом, рациональной космологии Вольф выстраивает логически-организованную и идеализированную модель мира, который подчинен законам механистического движения.

И. Кант критикует рациональную космологию за её иллюзорность, а также за её невозможность преодолеть антиномии, появление которых неизбежно. По его представлениям в космологии должны лежать четыре пары антиномий. Они приурочены: 1) к аспекту интегративности; 2) к целочисленной дифференциации; 3) к общности генезиса; 4) к принципу детерминизма. Говоря об антиномиях, то Кант подчеркивает их связь с понятием трансцендентальной видимости, моделируя их через схему трансцендентальной амфиболии. Стоит отметить, что диалектику Кант определял, как «логику видимости». Интуиция позиционирует принципиальную согласуемость четырёх тематических коллизий в понятии одного объекта. Проблема же состоит в том, что интуиции in genere разуму не дано, но он способен сделать предметом рефлексии четыре разновидности интуитивной определённости на основании различения типов истинности.

1. В металогической истинности мир выступает как «multiplex». Интуиция нам даёт изучаемый нами объект во всей его полноте. На память приходит поэма в прозе «Эврика» американского писателя и поэта Эдгара Аллана По, в котором автор, предвосхитил открытие и обоснование «черных дыр». Его интересовали вопросы: 1)о границах Вселенной, 2)о феномене «звёздности», 3)о генезисе универсума, 4)о масштабировании. По считает, что пространство бесконечно, а «Вселенная звезд» конечна в пространстве и во времени. «Вселенная звезд» есть часть бесконечного пространства, заполненного материей. Конечность он объясняет на основании парадокса Ольберса. Вселенная, по мнению По, «существует как гроздь гроздей, неправильно расположенных» [2]. Вселенная возникла, по мысли По, из первичной частицы, к которой было сосредоточено всё вещество Вселенной, а гравитация позволяла вещество вернуть в свое первоначальное состояние – единство. Взрыв, который возник из-за силы отталкивания, выбросил вещество последовательными сферическими слоями, стоит отметить, что в каждом слое было всё меньше атомов, чем в предыдущем. Никаких объектов быть не могло, так как вещество было в виде рассеянных атомов. За сжатием следовало образование объектов. Для объяснения этого он руководствовался гипотезой Канта-Лапласа. По сформулировал концепцию мультивселенных. Чёткая работа интуиции позволила По одним из первых представить эволюционирующую Вселенную. Здесь наличествует «интуиция созерцания». «Интуиция созерцания» познает вещи через внутреннее чувство. В металогической истинности существует на основании оппозиции интуибельности и стигматичности.

2. В логическом типе истинности мир позиционируется через отношение различия. Но это понять мы можем только благодаря интуиции, которая обладает в данном типе истинности таким свойством, как свободное становление. Научную интуицию мы можем найти в теории «Взрывающейся Вселенной»

отечественного физика В.Л. Янчилина. Вселенная возникла из сверхплотного объекта, который при взрыве распадался на такие же сверхплотные объекты. Этот процесс повторяется. Янчилин определял возраст Вселенной через выражение T=2/3H. Если определять его через постоянную Хаббла, то возникнет противоречие. Оно заключается в том, что полученный возраст вселенной оказывается меньше, чем теоретический возраст старых звёздных скоплений. Но введение λ-члена в уравнение Эйнштейна, позволяет определить возраст Вселенной, так как «из-за силы дополнительного отталкивая между галактиками, возраст Вселенной не будет определяться выражением» [5, С.222.], приведённым выше. Таким образом, при определенном значении постоянной Хаббла абсолютно всегда можно использовать такую величину λ-члена, которая позволила бы определить возраст Вселенной каким угодно большим. В логическом типе истинности осуществляется «интуиция идеи», так как основанием данного типа истинности служит другое суждение, истинность которого является логической.

3. В эмпирической истинности мир выступает как вещь. Например, это можно увидеть в исследованиях немецкого математика и астронома И. Кеплера, а также в концепции отечественного физика А.А. Фридмана. Кеплер описывал идеализированную гелиоцентрическую траекторию и орбиту планеты Солнечной системы. Благодаря интуиции был выведены три закона Кеплера, говоря иначе, закон эллипсов, закон площадей и гармонический закон. Фридман же выдвинул теорию нестационарной Вселенной, которая не может неизменной, ибо она либо расширяется, либо сжимается. Также можно говорит и о другом его открытии, а именно – о метрике. «Метрика мира не является вполне произвольной; мы требуем, чтобы расстояние в пространстве выражались вещественными (не мнимыми) числами» [3, С.73.]. Смысл этого требования состоит в вещественности интервала для всех явлений, обладающих одинаковой временной координатой, что предполагает мнимость интервала для феноменов, локализованных в общих пространственных координатах. Это говорит о том, что эмпирическая истинность раскрывается через интуитивность и стигматическую интуицию. Понятия строятся, как того требует созерцательное представление, релевантное для опыта.

4. В трансцендентальной истинности мир выступает как совершенство, что составляет меру его вещественности. На память приходит концепция «возможных миров» Г.В. Лейбница, построенную в перфекционистском ключе. Существующий мир является наилучшим из всех возможных миров. Лучший мир содержит в себе наибольшее число комплементарных сущностей. Следовательно, в трансцендентальном типе истинности осуществляется «интуиция предположения», так как в данном типе истинности основанием является синтетическое суждение a priori, основанное не только на опыте, но и на условиях его возможности, которые заложены в субъекте. Этот ход мысли является неявной предпосылкой как слабой, так и сильной версии «антропного принципа» в космологии. «Интуиция предположения» образуется через интуибельность и конспективную интуицию.

Интуиция выступает в космологическом принципе в качестве генератора наших представлений об устройстве Вселенной. Космологический принцип является гипотезой о том, что Вселенная пространственно однородна и изотропна. Для оформления понятия однородности и изотропности, необходимы формулировки в математических понятиях наших интуитивных представлений. Благодаря интуиции возможно рассуждение о бесконечности Вселенной, так как интуиция четко фокусирует свой взор на целостном объекте. Таким образом, интуиция задает дальнейшее развитие процесса научного творчества.

В современной космологии тоже можно наблюдать интуитивные моменты, например, имагинация и ассоциация в построении той и иной теории. Говоря об интуиции, Эйнштейн считал, что связь понятий с ощущениями носит интуитивный характер. Благодаря этой связи возникает в сознании ученого ассоциации, которые предвосхищают математические и логические построения. Именно на этой стадии, можно назвать её ассоциативной, отводится место «физической интуиции». Понятия не связаны с наблюдением, так просто выстраивается набор ассоциаций. С помощью этой интуиции выводятся общие понятия, которые существуют в основе всякой новой теории. Через поиск сущностно элементарных законов ученые выстраивают целостную картину мира. Как пишет Эйнштейн: «К этим законам ведет не логический путь, а только основанная на проникновении в суть опыта интуиция» [4, С.9.]. Таким образом, эта интуиция имеет дело с эмпирикой. Затем уже отводится место для «математической интуиции». Она необходима в случаях нехватки механизмов и методов логического анализа. Благодаря этой интуиции идеи могут стать основой новой теории. И, наконец, приходит очередь «экспериментальной интуиции», которая разыскивает возможные пути для проверки данных.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что рациональная космология, оперируя исключительно понятиями, предполагает интуитивное познание. Интуиция в рациональной космологии позволяет открывать ту или иную теорию, то есть она обладает эвристической функцией. Таким образом, интуиция является генератором идей.

Литература

1. Вольф Х. Христиан Вольф и философия в России. – СПб.: РХГИ, 2001. – 400с.
2. По Э.А. Эврика. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://az.lib.ru/p/po_e_a/text_1848_eureka_balmont.shtml
3. Фридман А.А. Мир как пространство и время. – М.:ЛКИ, 2007. – 112с.
4. Эйнштейн А. Физика и реальность. – М., 1965. – 359 с.
5. Янчилин В.Л. Квантовая теория гравитации. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 256с.

Е.Д. Богатырева

РАЗГОВОР С МАШИНОЙ: К ФИЛОСОФИИ ГУГЛ-ПЕРЕВОДА

(Самарский университет)

В русском языке довольно часто можно встретить выражение «философия чего-то». Можно находить в этом наследие немецкого классического идеализма и связывать со стремлением философии охватить все области знания и создать новую образовательную систему, в которой философия представала бы как размышление, пригодное для частных дисциплин, но можно увидеть в подобном словоупотреблении и потенциал расширения самого исследовательского поля. Необходимость прояснять и переопределять основания такого расширения, за которым стоит, прежде всего, расширение самой жизненной практики, позволяет экстраполировать данную языковую конструкцию на новые прецеденты таковой. А они во многом связаны с коммуникациями в глобальной сети. В последнем номере альманаха «Чёрные дыры букв» [3, с.229-231] в рубрике, посвящённой проекту под говорящим названием #гугл_расширения_диалог_с_машиной, обращается внимание на одну из них, а именно на то, какую роль играет гугл-переводчик в нашей коммуникации и какой путь сообщения он открывает. Исследование ведётся на материале поэзии, в альманахе предъявлены только примеры моностиха, дальше проект уходит в сетевое пространство и расширяет как исходные примеры текстов (они могут быть уже разные по объёму), уточняя методы работы с ними, соответственно, накапливая новые наблюдения над трансформациями текста. Важно отметить, что характер трансляции результатов допускает как презентационный формат на конференции, так и предложение нового формата социального общения, когда в исследование включаются и другие акторы, которые могут встраиваться и в качестве комментаторов производимых действий, и выстраивать свои порядки опыта, и давать необходимые ссылки на подобного рода прецеденты (группа Галерея "Разговор с машиной" вКонтакте).

Попытаемся очертить границы проекта и сделать замечания для того, что условно можно назвать «философией гугл-перевода». Коротко о самом исследовании. В нём брались литературные тексты самых разных авторов, эпох и стилей, которые помещались в новые для себя условия прочтения и, в целом, актуализации. В исследовании использовались разные стратегии – делался перевод перевода с разных языков, когда текст прогонялся туда и обратно, что приводило порой к его полному выхолащиванию, либо, наоборот, каждый раз в переводе отталкивались от оригинала, наблюдая за конкретной трансформацией текста, либо стратегии чередовались. При этом формат исходного текста мог сохраняться, но мог и меняться. Отбор текстов, выборка языков, способ проведения через гугл-перевод, отбор результатов, - всё это принадлежало авторам проекта. Возвращая полученную «интерпретацию» в исходный язык, гугл-переводы выстраиваются в результирующий текст, который закрепляет резуль-

тат и по которому можно судить об эффекте расширения исходника, предъявляя на выходе всю ту сумму трансформаций, которые претерпел исходник, образуя «подстрочник» другого рода, обязанный симбиозу человека и машины.

Текст фиксировался на каждом этапе проекта и проявил поверхность какого-то невидимого языка, которая способна свободно расстраиваться и образовывать новые комплексы и ансамбли знаков. Метафора «расстройства» здесь могла бы быть включена и в определение такого гугл-языка, указывая на известные ограничения человеческого интеллекта, который как бы «сходит с ума» и передоверяет записи «память» о произведённых здесь операциях и «сумме технологий», позволяющих их сделать. Текст гугл-перевода есть сенсорная панель памяти искусственного интеллекта, где «центр управления» изменений, тем не менее, всё ещё остаётся по эту сторону экрана в лице человека, ведущего диалог с машиной и находящий в этом смысл. Отличие лишь в том, что для записи используется более совершенный «процессор», нежели ручка или печатная машина, который позволяет планировать и иметь неизвестный результат, скрытый в технических программах и возможностях процессора, продуцирующий поэтический результат как обращение диалога человека и машины. В этом плане тэг «поэзия» включает в себя тестирование общей «языковой системы» гугл-переводчика, а оно может быть самое произвольное: и варварское, и ошибкой использования, и намерением, и, как видим, «просто так захотелось» здесь тоже играет роль и образует «зону протеста», или назовём её местом «художественного использования» ситуации.

Понятно, что, несмотря на «художественные задачи», полноценный литературный перевод не являлся задачей проекта, который имел в виду другие расширения и приложения. Границы проекта более связаны со всеми теми актуализациями языка, которые важны для быстрого взаимодействия приходящих в коммуникацию акторов, где гугл-переводчик выполняет функцию посредника. Поэты сфокусировались на тестировании другого языка, а оно в проекте шло со стороны русского языка и к нему возвращалось, так что «расширение подстрочника» позволяло находить результат лишь по отношению к нему. Именно в такой обратной проекции и комбинации взгляда гугл-перевод позволил обратить внимание на некоторые особенности языков, которые в нём участвовали, проясняя по ходу действия и сам исходник, тестируя его на предмет соответствия выдвигаемым задачам коммуникации. К примеру, сам этот проект предполагал результат и для поэтического высказывания, которое сегодня довольно широко работает с любыми языковыми расширениями и включениями.

Граница текста в гугле-перевода может определяться и во времени – завершение текста может быть связано и с окончанием действия перевода (перебором всех существующих в Google языков, либо выборкой самых интересных), и с «изведением» текста, когда языки, на которые можно ещё перевести, остаются, но нового текста (и значения) не возникает. В этом плане «язык» гугл-перевода объемлет собой как бы все стороны процесса, он, безусловно, включает те «множественные» национальные образования, которые в данном

проекте раскрываются как материал для построения ещё и новой знаковой системы – поэтического гугл-текста.

Собственной задачей философии гугл-перевода здесь и является, прежде всего, прояснение оснований проекта такой находки поэтического, связанного с производимым тестированием языка и системы гугл-перевода. Данный проект, который имеет дело с новым симбиозом человека и машины, безусловно, подключает к себе самые разные поля исследований. Он предлагает уточнить положения и выдвинуть новые задачи тех философских исследований, которые посвящены переводу и «анализируют перевод с точки зрения философской герменевтики (теории понимания и интерпретации), теории познания (часто – теории отражения), философии коммуникации и т. п.», а также «привлекают в себя материал психологии, психолингвистики, семиологии, культурологии и т. д.» [2, с.14].

Обращение внимания исследователя на все те нарушения и включения инородного для исходного языка-текста интересно не только тем, что они становятся основой для моделирования новых веток коммуникаций и трансформаций системы. Система гугл-перевода предстаёт как структура, которая предполагает техническую упорядоченность и внутреннюю связанность системы, но ещё и как форма обращения письма, которая отвечает новому симбиозу человеческого и искусственного интеллекта. В самом действии обращения гугл-текстом «язык» перевода реализуется не только в своей инструментальной функции, он нечто большее, нежели система значений, его задача состоит в том, чтобы произвести какое-то расстройство смысла и в то же время указать на его связь с тем, из чего он более не выводится. Так что проект поэтического гугл-перевода интересен и как возобновление вопроса об основаниях языка, и как попытка заместить универсальный язык, функцию которого гугл-перевод выполняет, реализуя надежду многих лингвистов изобрести язык межнационального общения, втягивая пользователя в глобальную матрицу взаимодействия. Гугл-переводческая практика делает ещё и очевидной манифестацию языка как того опосредования, которое позволяет соединять мысль и культуру, отчасти позволяя преодолеть эпистемологическую наивность актора глобальной Сети. Выявляя потенциал познания гугл-перевода в социальной и культурной сфере, сосредоточив внимание на «проблеме языковых средств формирования мысли» [1, с.7], философия открывает возможности для того, чтобы выработать новые категории и понятия, способные постичь и описать, как функционирует мир, который открывают новые технологии.

Литература

1. Автономова, Н. С. Познание и перевод. Опыты философии языка / Н. С. Автономова. М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2008. - 704 с.

2. Тетельбаум Е.С. Философия перевода: попытка построения чистой теории. //Известия Уральского государственного университета. - 2007. - №48, вып. 2. – С. 13-21.

3. ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ БУКВ. Альманах творческой лаборатории «Территория диалога». Выпуск 7. Редактор и составитель Е.Д. Богатырева — Самара: ООО «КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО», 2017. — 236 с.

Ю.В. Гатен

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПРИЯТИЯ АНТРОПОМОРФНЫХ РОБОТОВ

(Самарский университет)

Одним из актуальных вопросов робототехники является изучение восприятия антропоморфных роботов человеком с целью создания психологических совместимых с людьми роботов, способных органически вписываться в окружающую среду и социум.

Использование принципа антропоморфности при создании робототехнических систем выражается в аналогичных человеку роботизированных частях тела: пальцы, кисть, манипулятор (локтевые и плечевые части, плечевой пояс), "ноги" (средства передвижения), "голова" (система зрения и слуха), "мозг" (управляющая система).

Антропоморфных многофункциональных роботов принято подразделять на андроидов и гуманоидов.

Роботы - андроиды отличаются высокой степенью внешнего сходства с человеком, включая имитацию кожи, волосяного покрова, наличие зубов, глаз и т.д. Некоторые из них выглядят настолько реалистично, что понять, живой перед вами человек или нет, можно только с близкого расстояния. Например, робот София, созданная гонконгской компанией Hanson Robotics, андроиды Repliee Q1 и Repliee Q2, разработаные Осакским университетом.

Роботы – гуманоиды только отчасти напоминает человека. Они имеют аналогичные пропорции, чаще «голову», возможно «руки», реже «ноги». Такой робот не обязательно является «ходящим», он может быть стационарным или мобильным (колесным или гусеничным).

С одной стороны, исследователи говорят о предпочтительности принципа антропоморфизма в дизайне интерфейса робота, так как такой интерфейс является для людей естественным и ожидаемым при социальном взаимодействии. Схожие с человеком пропорции позволят антропоморфным роботам легко встраиваться в существующее пространство, которое создается с учетом особенностей и размеров человеческого тела [1].

С другой стороны, схожесть робота с человеком может привести к эффекту «зловещей долины». В 1970 году, исследуя эмоциональную реакцию человека на внешний вид роботов, японский ученый Масахиро Мори (Masahiro Mori) установил следующую закономерность: по мере приобретения роботом человеческих черт увеличивается и симпатия к нему, однако максимальное сходство с человеком вызывает тревогу, отвращение и страх.

В зарубежной литературе существует несколько концепций, объясняющий этот эффект:

- теория восприятия угрозы, разработанная Минсу Каном. Согласно этой теории, объекты, которые воспринимаются уже не как робот, но еще не как человек, вводят человека в состояние постоянного когнитивного диссонанса и сталкивают с неизвестностью и непредсказуемостью поведения подобного существа.

- теория неспособности к эмпатии Катрина Миссельхорна. Эффект отторжения основан на том, что человек не в состоянии интерпретировать эмоции робота, который реагирует на него не так, как он того ожидает.

- теория психопатов Анжелы Тинвелл заключается в том, что человек воспринимает андроида как психопата, т.к. он не способен к осознанному сопереживанию эмоциональному состоянию другого человека (эмпатии).

Важную роль играет и лицевая экспрессия: чем более застывшим выглядит лицо, тем хуже к нему относятся люди; это же относится и к артикуляции речи. Помимо этого, ситуацию ухудшают неестественность, «дерганность» движений, неестественность речи («неправильная» высота голоса, медленная скорость произнесения слов, безэмоциональность), неточная синхронизация движений губ.

В 2007 году в Институте передовых телекоммуникационных исследований (Япония) с помощью компьютерной томографии выявлено, что при виде андроидов у человека возрастает активность в двигательных и зрительных центрах коры головного мозга т.к. ему приходится тратить больше усилий на обработку полученной информации и оценку состояния и мотивов робота [2].

Интересны результаты исследования Н.Н. Зибельман и А.В. Слободской по восприятию культурного интерфейса различных типов роботов. В ходе эксперимента было выявлено, что с наибольшей степенью вероятности положительно будут восприняты роботы с гуманоидным типом интерфейса. При использовании зооморфного типа интерфейса достаточно сильно влияют фоновые ассоциации животного-прототипа, что следует учитывать при разработке устройства. Роботы с андроидным интерфейсом оцениваются испытуемыми как наиболее опасные, враждебные, уродливые и отвратительные, что подтверждает наличие «эффекта зловещей долины» [3].

Отметим, что люди также используют традиционные гендерные стереотипы при восприятии роботов. Ученые Билефельдского университета в Германии провели ряд экспериментов. Результаты показали, что гендерные стереотипы распространяются и на человекоподобных роботов. Респонденты воспринимали мужеподобных роботов с коротко стриженными волосами как более деятельных, чем женоподобных роботов с длинной прической. Машин, имеющих женские гендерные признаки в строении, признали более коммуникабельными. Стереотипы также коснулись профессиональной сферы деятельности: респонденты четко разделяли «мужские» и «женские» обязанности, глядя на роботов с мужским и женским интерфейсом [4].

Таким образом, восприятие робота человеком является одним из основных вопросов робототехники. Безусловно, внешний вид робота во многом определяет личностное отношение к нему и характер дальнейшего взаимодействия.

В связи с этим встает вопрос о технической реализации социального интерфейса антропоморфных роботов, которые будут положительно восприниматься людьми. Восприятие роботом мира должно быть приближено к восприятию мира человеком, он должен адекватно реагировать на изменения окружающей обстановки и действия человека, быть коммуникабельным, обучающимся и максимально приближенным к человеку в своем поведении.

Сегодня актуальными вопросами антропоморфной и социальной робототехники являются:

1) проблема визуальной коммуникации, т.е. возможности контекстуальной интерпретации роботом информации, воспринимаемой посредством визуальных сенсоров. Робот должен адекватно воспринимать пространство, в котором разворачивается событие, так и действия людей, основываясь на информации, предоставляемой аналогом зрительного аппарата [5];

2) вопросы невербальной коммуникации человека и робота, основанной на движении глаз. Главной задачей в этом направлении является разработка такого робота, взгляд которого человек бы воспринял как осмысленный и мог бы правильно интерпретировать «жесты», производимые глазами робота [6];

3) улучшение социальных и коммуникативных характеристик робота: умения выражать и воспринимать эмоции; вести и поддерживать диалог высокого уровня сложности; запоминать и узнавать модели поведения других людей; устанавливать и поддерживать социальные взаимоотношения; демонстрировать заметно выраженные черты характера [7].

Литература

1. Курочкин В.А. Формообразование андроидных роботов // Архитектон: известия вузов. 2014. № 47. С. 223.

2. Chaminade T, Hodgins J, Kawato M. Anthropomorphism influences perception of computer-animated characters' actions // Journal Social Cognitive and Affective Neuroscience. 2007. P. 206-216.

3. Зильберман Н.Н., Слободская А.В. Восприятие различных типов культурного интерфейса социального робота // Universum: Общественные науки: электрон. научн. журн. 2014. № 10-11 (11). URL: http://7universum.com/ru/social/archive/item/1767

4. Танких Л.Е. Необходимость пересмотра подхода к разработке гендера робота в социальной робототехнике // Гуманитарная информатика. 2017. № 12. С. 52.

5. Сербин В.А. Проблема визуальной коммуникации в социальной робототехнике // Гуманитарная информатика. 2014. Вып. 8. С.73.

6. Сербин В.А. Указ. соч. С. 77.

7. Зильберман Н.Н., Стефанцова М.А. Социальный робот: подходы к определению понятия // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2016. № 11(67). С. 305.

С.И. Голенков

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРОБЛЕМА ПОНИМАНИЯ

(Самарский университет)

Дискуссия об интеллектуальных возможностях вычислительных машин была положена знаменитой статьей Алана Тьюринга «Могут ли машины мыслить?». Автор статьи хорошо понимал как грандиозность поставленной им проблемы, так и ее сложность. Поскольку проблема мышления традиционно относилась теоретиками к сфере метафизики, поэтому он изменил формулировку своего вопроса, чтобы сделать ответ на него эмпирически возможным. «Существуют ли воображаемые цифровые вычислительные машины, которые могли бы хорошо играть в имитацию?» [4, с.9], – так теперь стал звучать его вопрос, определивший содержание знаменитого теста Тьюринга для искусственного интеллекта.

Сам Тьюринг положительно отвечал на возможность машинного интеллекта, не уступающего интеллекту человека. Его уверенность покоилась на убеждении в существовании глубоких связей между деятельностью нервной системы человека и работой цифровых вычислительных машин [4, с.7]. Однако уже первые критики его подхода указывали на два важных обстоятельства, не позволяющие считать достоверной методологию оценки уровня развития искусственного интеллекта машины, предложенную Тьюрингом. Во-первых, вопрос о имитации мышления машиной в игре подменяет предмет вопроса. Имитация мышления внимание смещает с самого мышления на его результаты. Во-вторых, само мышление признается вычисляющим без достаточного обоснования. Задача настоящих тезисов – показать принципиальную разницу деятельности мышления естественного интеллекта и работы вычисления интеллекта машинного.

Джон Сёрл, в своей работе «Разум, мозг и программа» [7], представил мысленный эксперимент видоизмененного теста Тьюринга известного как аргумент «Китайская комната». В изолированной комнате находится человек. Из внешнего мира передают китайские иероглифы («запрос на входе»), которые ему не знакомы, и смысла которых он не понимает. В комнате он имеет весь набор китайских иероглифов и книгу, на его родном английском языке, в которой описаны все манипуляции («алгоритм») с китайскими иероглифами, которые имеются у него или поступают к нему из внешнего мира. Ни те, ни другие ему незнакомы и значения их он не понимает. Согласно инструкциям книги он должен подобрать соответствующие «запросу» китайские иероглифы и передать их во внешний мир («ответ на выходе»). Вне комнаты никто не знает:

находится ли в ней человек, или компьютер. Сёрл формулирует вопрос: можно ли на основании этого эксперимента сделать вывод о том, что «алгоритм» манипуляций человека с китайскими иероглифами описывает ментальные процессы, происходящие в человеке, когда он имеет дело с английскими словами? Или, иначе: можно ли считать, что действие компьютерной программы полностью описывает процесс понимания?

Ответ самого Сёрла на это вопрос отрицательный, так как он считает, что компьютерные программы реализуются как алгоритмические операции вычисления по формально определенным правилам и элементам, тогда как ментальные операции понимания являются проявлением интенциональности особого биологического субстрата – человеческого мозга. Идеи Сёрла по этому вопросу близки позиции Джозефа Вейценбаума, который также считает, что мышление человека не тождественно работе компьютерной программы. Он пишет, что «какими бы разумными мы ни могли сделать вычислительные машины, существуют такие акты мышления, которые должны оставаться уделом только человека» [1, с.12]. И даже в том случае, если машина имитирует человеческую деятельность, например, работает с информацией, то эта деятельность у человека и вычислительной машины протекает принципиально по-разному [1, с.144-145].

Критики Сёрла, прежде всего из числа разработчиков программ ИИ, как правило, либо пытаются показать нерелевантность эксперимента «Китайской комнаты», либо просто игнорируют различие между вычислительными возможностями компьютерной программы и мыслительными (у Сёрла, ментальными) процессами человека, считая их тождественными, и сводя вторые к первым. Характерным для первого случая примером может служить аргумент трех разумов Джейми Каллена [6]. В своей статье Каллен ставит под сомнение релевантность аргумента «Китайской комнаты» Сёрла. Он усматривает в этом аргументе, с одной стороны, присутствие некой «мистической силы» в феномене интенциональности, а, с другой, – считает, что сам аргумент есть «sleight of hand» («ловкость рук») при апелляции Сёрла к интуиции здравого смысла. Каллен предлагает несколько видоизменить эксперимент Китайской комнаты, вводя в пространство эксперимента три разума. Разум человека по имени Ли, который знает китайский язык, находится вне пределов КК и подает в нее запросы. В самой комнате находится сам Сёрл, который не понимает ни бельмеса по-китайски, и разум Нео. Разум Нео, в отличие от разумов Ли и Сёрла, представляет собой живой «работоспособный» мозг (редуцированная до мозга голова профессора Доуэля из романа Александра Беляева), который обладает знанием китайского языка и способен принимать через Сёрла послания от Ли и передавать Ли через Сёрла свои ответы. Разум Нео в эксперименте Каллена выполняет *ту же функцию*, что и книга правил и инструкций в эксперименте Сёрла. На этом основании Каллен как раз и делает вывод, что аргумент «Китайская комната» не является релевантным [6, с.58]. Однако критические рассуждения Джейми Каллена не могут поколебать фундаментальной важности того вопроса, который поставил Сёрл в своем эксперименте. При всей «мистичности» интенциональности нельзя отрицать её существования, также как невозможно

обосновать тождественность мышления человека и работу компьютерной программы, поместив в комнату интенциональность (разум Нео) к непонимающему китайский язык Сёрлу.

Второй род критики, отождествляющей понимание человека с работой вычисляющей машины, покоится на господствующей среди англо-американских философов и разработчиков программ интеллектуальных машин бихевиористской методологии, которая рассматривает и человеческий разум, и реализующуюся компьютерную программу в качестве «черного ящика». Так Дэвид Чалмерс выдвигает следующий постулат: «…Интеллект должен измеряется полностью с точки зрения поведения и поведенческих диспозиций, где это поведение интерпретируется с точки зрения физических результатов, которые производит система» [5, с.9]. Однако, методология бихевиоризма (существующая уже более ста лет!) не добилась сколь-нибудь заметных успехов в понимании «работы» человеческого разума. Иначе и быть не могло. Объявляя разум «черным ящиком» она «закрыла» для себя возможность узнать, что же там твориться! А сопоставляя поведенческие реакций машины и человека и фиксируя их тождественность, сторонники бихевиористской методологии некритически – по аналогии – считают, что к подобным результатам ведут подобные процессы.

Ниже я постараюсь показать принципиальное различие понимание человека и вычисления машины. Дело здесь даже не в различии их субстратов, на которые ссылался Сёрл. Можно согласиться с аргументами В.А. Лефевра, что в принципе некоторые механизмы человеческого понимания (у Лефевра речь идет о рефлексии) могут быть реализованы на небиологическом субстрате [2, с.143-155]. Вычисление – это процесс, реализующийся по алгоритму. Не имеет большого значения, дан ли этот алгоритм машине для вычисления извне или сама машина прописала его себе. Важно здесь два обстоятельства. Первое, это то, что вычисление – это «процесс», то есть феномен, протекающий в физическом времени, феномен, у которого всегда есть длительность, пусть и исчезающее маленькая, стремящаяся к нулю, но всегда отличная от нуля! Второе, для вычисления необходим алгоритм, то есть система правил и процедур, которая определяет порядок протекания процесса вычисления. Кроме того, алгоритм не только определяет какие данные необходимы для вычисления (содержание), но и в каком виде они должны войти в вычисление (форма). В вычислительных машинах эти данные реализуются в виде электрических сигналов. И даже если данные поступают из различных источников в виде сигналов световых, звуковых, вибрационных, магнитных или каких-либо иных, они, в конце концов, должны быть преобразованы в какой-то один вид.

Совсем иначе реализуется понимание. Понимание – не процесс, протекающий по какому-то правилу или порядку. Понимание есть событие, которое не происходит во времени. Событие мгновенно, он не является временным. Понимание возникает сразу. История научных открытий и изобретений дает массу тому примеров. Второй момент, у понимания нет алгоритма, нет правил и процедур, которые бы описывали совершение понимания, но есть «механизм». И таким механизмом для понимания выступает сборка. Под сборкой здесь имеет-

ся в виду определенное событие мгновенного образования из гетерогенных составляющих некоего образа или конструкции, позволяющей упорядочить прежде хаотическую («непонятную») ситуацию или стояние. В качестве составляющих сборки могут выступить вещная реальность, семиотические системы и коллективные единства. В качестве эмпирического материала, подтверждающего «сборный» механизм понимания, можно привести процесс социализации слепоглухонемых детей.

Исследователи отмечали, что если развитие понимания нормального (зрячеслышащего) ребенка происходит незаметно, то развитие слепоглухонемого зримо связано с педагогическим процессом, что как раз и позволяет кое-что узнать о становлении мышления и понимания. Если коротко охарактеризовать процесс становления «механизма» понимания у слепоглухонемых детей, то А. И. Мещеряков [3, с.3-23] выделяет несколько этапов его формирования, на каждом из которых конструируется особая «подсистема», отвечающая за определенные «механизмы», необходимые ребенку для его присутствия в той или иной сфере человеческого существования. В начале, формируется то, что он называет опыт предметно-практический деятельности. Этот опыт необходим в качестве человеческого поведения в предметном мире культуры. Опыт предметно-практической деятельности формирует телесно-предметную составляющую понимания. На основании и внутри этого опыта в общении со взрослым у слепоглухонемого ребенка формируются собственный опыт общения и собственный опыт оперирования знаками. Опыт общения постепенно выделяется в самостоятельную сложноструктурированную сферу опыта коллективной жизни ребенка, которая становиться коллективной составляющей его мышления и понимания. Опыт оперирования знаками как опыт овладения человеческим «языком» также постепенно складывается в самостоятельную сферу жизнедеятельности ребенка. Эта сфера становиться семиотической составляющей его понимания. Таким образом, можно заключить, что понимание человека, совершаясь мгновенно и «собираясь» из разнородных составляющих, принципиально отличается от процессов вычисления, протекающих в интеллектуальных машинах.

Литература

1. Вейценбаум, Дж. Возможности вычислительных машин и человеческий разум. От суждений к вычислениям [Текст] / Джозеф Вейценбаум. – М: Радио и связь, 1982. – 368 с.

2. Лефевр, В. А. Космический субъект [Текст] / В. А. Лефевр // Лефевр В. А. Рефлексия. – М.. «Когито-Центр», 2003. – 496 с.

3. Мещеряков, А. Об авторе этой книги и о системе обучения слепоглухонемых [] // Скороходова О.И. Как я воспринимаю, представляю и понимаю окружающий мир. – М.: Педагогика, 1972. – 448 с.

4. Тьюринг, А. Может ли машина мыслить? (С приложением статьи Дж. фон Неймана Общая и логическая теория автоматов») [Электронный ресурс] / Аллан Тьюринг. – М.: ГИФМЛ, 1960. – с. 1-26. – Режим доступа:

http://elib.ict.nsc.ru/jspui/bitstream/ICT/885/5/CantheMachinethink.pdf [Дата обращения: 10 марта 2018].

5. Chalmers, D. J. The Singularity: A Philosophical Analysis [Электронный ресурс] / David J. Chalmers // Электрон. текстовые дан. – Journal of Consciousness Studies. – 2010. – Vol. 17. – pgs. 7-65. – Режим доступа: http://consc.net/papers/singularity.pdf [Дата обращения: 25 августа 2017].

6. Cullen, J. The Three Minds Argument [Электронный ресурс] / Jamie Cullen // Электрон. текстовые дан. – Journal of Evolution and Technology - Vol. 20 Issue 1. – June 2009. – pgs. 51-60. – Режим доступа: http://jetpress.org/v20/cullen.htm [Дата обращения: 18 августа 2017].

7. Searle, J. R. Minds, brains, and programs [Электронный ресурс] / John R. Searle // Электрон. текстовые дан. – Behavioral and Brain Sciences 3 (3). – pgs. 417-457. – Режим доступа: http://cogprints.org/7150/1/10.1.1.83.5248.pdf [Дата обращения: 25 января 2018].

И.В. Дёмин

ИДЕЯ ПРОГРЕССА В ФИЛОСОФСКО-КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ Е.В. СПЕКТОРСКОГО[8]

(Самарский университет)

Интерес к идее прогресса со стороны русских религиозных мыслителей связан с тем обстоятельством, что на протяжении XVIII и XIX вв. вплоть до первой мировой войны, вера в прогресс фактически заменяла для европейского человечества традиционную веру в спасение[9].

К философским проблемам теории прогресса в первой трети XX в. обращались такие русские мыслители, как С.Н. Булгаков[10], В.Ф. Эрн[11], Н.А. Бердяев[12].

Евгений Васильевич Спекторский – один из интереснейших и незаслуженно забытых русских философов, которого можно поставить в один ряд с крупнейшими мыслителями серебряного века. В работе «Христианство и куль-

[8] Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-13-63001 «Философские основания семиотики истории» (Региональный конкурс «Волжские земли в истории и культуре России» 2017 года).

[9] См.: Дёмин И. В. Религиозные истоки идеи прогресса // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015): труды Международной научно-технической конференции. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва. – Самара, 2015. – С. 357-360.

[10] Булгаков С. Н. Основные проблемы теории прогресса // Манифесты русского идеализма. – М.: Астрель, 2009. – С. 22-61.

[11] Эрн В. Ф. Идея катастрофического прогресса // Эрн В. Ф. Борьба за логос. Г. Сковорода. Жизнь и учение. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2000. – С. 222-247.

[12] Бердяев Н. А. Смысл истории. – М.: Мысль, 1990. – 177 с.

тура» (1925) Спекторский разрабатывает целостную философско-культурологическую концепцию, существенную роль в которой играет переосмысленная с христианских позиций идея прогресса.

В своей трактовке «прогресса», Спекторский следует буквальному прочтению данного термина: латинское слово «progressus» означает *движение вперёд, успех*. Прогресс – не просто поступательное движение, развитие, но *совершенствование*[13].

Прогресс в мире культуры, то есть в человеческом мире, не сводится к арифметической *прогрессии,* к количественному росту. Прогресс предполагает «движение от несовершенства к совершенству», «непрерывное совершенствование»[14]. В этом смысле прогресс предполагает суждения о ценностях и сам является одной из ценностей. Такая трактовка прогресса как *культурной ценности* противопоставляется безоценочному пониманию прогресса, характерному, например, для медицины («прогрессирующий паралич», «прогрессирующая близорукость» и т.д.).

Спекторский отмечает, что теория прогресса утверждается в европейской культуре не ранее XVII столетия. Она приходит на смену характерной для большинства традиционных обществ идее регресса и упадка.

В двухтомном сочинении «Проблема социальной физики в XVII столетии» Спекторский выявляет некоторые мировоззренческие предпосылки и духовный контекст перехода от историософской модели упадка и регресса к новоевропейской теории прогресса. Идея прогресса в XVII и XVIII вв. утверждалась в условиях господства механистического детерминизма и сама способствовала упрочению механистического миропонимания. Прогресс, понимаемый как *закон бытия*, «механически и автоматически осуществляющийся во времени»[15], не оставляет человеку возможность свободного выбора: «Идея закономерности, если не физической, то логической, до такой степени подчинила себе идею свободы, что психологическая свобода потеряла один из своих наиболее типичных, как дотоле думали, признаков, именно возможность выбора, не предрешенную той или иной закономерностью»[16]. Утверждаясь первоначально в области человеческих знаний («прогресс разума»), в дальнейшем идея поступательного развития переносится на всю историю и даже на космическую эволюцию.

Вера в прогресс как объективную закономерность «была в своем роде религиозна, но только в смысле некоей новой, тоже передовой, естественной религии, построенной на успехах знаний, на разуме и его культе»[17]. В XVIII в.

---

[13] Спекторский Е. В. Христианство и культура. – М.: Центр стратегической конъюнктуры, 2013. С. 47.

[14] Там же.

[15] Спекторский Е. В. Проблема социальной физики в XVII столетии. – СПб.: Наука, 2006. С. 496.

[16] Там же. С. 350.

[17] Спекторский Е. В. Христианство и культура. С. 51.

теория прогресса приобретает черты квазирелигиозного культа. Тогда же, главным образом, в трудах французских философов-просветителей утверждается представление о несовместимости идеи прогресса с традиционными религиями, прежде всего, христианством. Противопоставление «прогрессивной» науки «отсталой», «реакционной» религии стало визитной карточкой всех натуралистических теорий прогресса нового времени.

Возобладавшая в эпоху Просвещения тенденция противопоставления научного знания и религиозной веры нашла своё продолжение в XIX веке в трудах О. Конта, К. Маркса и их многочисленных последователей. При всех различиях марксистской и позитивистской трактовок всемирной истории, прогресс понимается в них не как возможность, но как *естественный факт* истории человечества, который может быть научно зафиксирован. Будучи естественным фактом, прогресс не зависит от человеческой воли. Прогресс, хотя и осуществляется в истории и деятельности людей, не может быть поставлен в заслугу тем или иным социальным субъектам, поскольку движение по пути прогресса мыслится как детерминистский, а не телеологический процесс.

Конт и Маркс, «продолжая отожествлять прогресс с совершенствованием», «считают его не задачею, а фактом, естественным явлением закономерной природы»[18]. «Каждый день без всяких специальных усилий с нашей стороны автоматически ведет нас от худшего к лучшему и таким образом приближает нас к совершенству»[19]. Идея прогресса в натуралистических и материалистических доктринах XVIII-XIX вв. имеет характер не *проповеди*, обращённой к свободному человеку, а квазинаучного *предсказания*.

Выявив натуралистический (детерминистский) характер нововременных теорий прогресса, Спекторский показывает укоренённость идеи прогресса в христианском миропонимании. «В Евангелии, – пишет он, – содержится вполне законченная теория прогресса, хотя и далеко не совпадающая с натуралистическою доктриною Конта и Маркса»[20].

Трактовка прогресса как *христианской* идеи основывается на различении и даже противопоставлении *проповеди* и *предсказания*. Если проповедь обращена к свободным и морально ответственным существам, то предсказание относится к естественному порядку вещей. Проповедь предписывает *цели* и *ценности*, тогда как предсказание ссылается на *факторы*. Нововременные теории прогресса, согласно Спекторскому, имели характер *предсказания*, тогда как подлинно христианская теория прогресса типологически ближе к *проповеди*.

Христианское учение постулирует конечную цель человеческого существования (святость и обожение), в свете этой конечной цели обретают легитимность все прочие, частные, производные цели и идеалы. Однако, независимо от того, о какой именно цели идёт речь, «ни одна христианская цель не до-

[18] Спекторский Е. В. Христианство и культура. С. 52.

[19] Там же.

[20] Там же. С. 57.

стигается без большего или меньшего усилия»[21]. Христианская телеология неотделима от идеи свободной личности, всегда могущей уклониться, отклониться и даже вовсе отвернуться от христианского идеала.

В оптике христианства прогресс (совершенствование, движение к лучшему) не может мыслиться как *факт*, но должен пониматься как *задание*, *задача*. Христианская идея прогресса, таким образом, не имеет ничего общего с натуралистическим пониманием прогресса как детерминированного («гарантированного») совершенствования (будь то совершенствование разума или социального порядка). Более того, христианская апокалиптика (сказание о последних временах и пришествии Антихриста), в отличие от нововременных историософских построений, не даёт никаких оснований для оптимизма. «Поскольку Христос не проповедует, а предсказывает, Он говорит не об усовершенствовании, а, напротив, о глубоком упадке»[22]. Однако из того, что конечная цель не может быть достигнута в земной человеческой жизни и истории, не следует невозможность совершенствования на путях её достижения. Однако это совершенствование должно мыслиться как *возможность* и *задание*, всегда сохраняющее для человека свою актуальность, а не как гарантированный и твёрдо установленный факт.

Прогресс в мире культуры не может быть уподоблен естественному (детерминированному) процессу, скорее наоборот, любое подлинное совершенствование в пространстве человеческого бытия является чем-то *неестественным* (или даже *сверх-естественным*). «Естественная же тенденция человека, предоставленного только природе, подобно всякому физическому предмету – это неудержимое падение вниз»[23].

Вслед за С.Н. Булгаковым, В.Ф. Эрном и некоторыми другими русскими религиозными философами первой трети XX в., Спекторский акцентирует внимание на религиозных (христианских) предпосылках новоевропейских теорий прогресса. Важнейшие из них – линейное понимание истории и идея автономной личности. Однако если с точки зрения В.Ф. Эрна и С.Н. Булгакова, нововременные теории прогресса являются *искажением* и *упрощением* библейской эсхатологии, то Спекторский подчёркивает их несовместимость с христианством. Возникая *на почве* христианского миропонимания, натуралистические теории истории нового времени идут в разрез с ним, утверждая закономерный характер прогресса и пытаясь вывести его всеобщую формулу.

Литература

1. Бердяев Н. А. Смысл истории. – М.: Мысль, 1990. – 177 с.
2. Булгаков С. Н. Основные проблемы теории прогресса // Манифесты русского идеализма. – М.: Астрель, 2009. – С. 22-61.

[21] Там же.

[22] Там же. С. 59.

[23] Спекторский Е. В. Христианство и культура. С. 61.

3. Дёмин И. В. Религиозные истоки идеи прогресса // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015): труды Международной научно-технической конференции. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва. – Самара, 2015. – С. 357-360.

4. Спекторский Е. В. Проблема социальной физики в XVII столетии. – СПб.: Наука, 2006. – 536 с.

5. Спекторский Е. В. Христианство и культура / сост., вступ. статья и примеч. П.Е. Бойко, Л.А. Бойко. – М.: Центр стратегической конъюнктуры, 2013. – 360 с.

6. Эрн В. Ф. Идея катастрофического прогресса // Эрн В. Ф. Борьба за логос. Г. Сковорода. Жизнь и учение. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2000. – С. 222-247.

У. Искандаров, А. Умаралиев

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии, Узбекистан)

Вторая половина XX века и начало XXI века отмечены событиями, существенным образом трансформировавшими современную социокультурную реальность. В данном случае речь идет о конструктивном вхождении в жизнь общества новейших информационных технологий, прежде всего телевизионных средств массовой коммуникации и о формировании информационного общества, главной целью которого является обеспечение граждан, находящихся в любом месте и в любое время, информацией, необходимой им для решения насущных проблем.

Происхождение, существование глобальных проблем и необходимость их разрешения требуют нового цивилизационно-качественного изменения общества. Для того, чтобы осознать сущность этого процесса, надо обратить внимание на его скорость, глубину и масштабность. Ибо социальные отношения, считавшиеся десятки и даже сотни лет не подлежащими изменению, в последнее время меняются коренным образом за очень короткое время. Этот процесс происходит во всем мире в основных сферах жизни человека.

Так какая это будет цивилизация? Футурологи, изучавшие принятые в современном мире западные ценности, делают прогнозы об информационно-компьютерной цивилизации. Как известно, понятие «информация», как знания, выражающие мировоззрение, существовало давно. С появлением и развитием кибернетики понятие «информация» стало широко применяться наряду с понятиями «связь» и «управление». В настоящее время создание информации, ее переработка, хранение, умножение и распространение составляют особую научную среду – информатику. Это слово введено в обращение в 1964 году во Франции.

Высокие темпы роста сферы информации, развитие способов ее автоматизации привели к созданию компьютеров и компьютеризации различных сфер жизни людей. А это, в свою очередь, способствовало разработке теории информационного общества, выдвинутой в рамках рациональных учений (Дж.Белл, У.Ростоу, З.Бжезинский и др.) о современном индустриальном обществе. Авторы данной теории О.Тоффлер, Е.Масуда, Дж.Пелон, Дж.Мартин и другие, традиционно рассматривая модель истории человечества в виде «общество – индустриальное общество – постиндустриальное общество», прогнозируют следующий этап как информационно-техническое или информационно-экологическое общество.

Информационная технология в экономическом (в широком смысле слова) развитии занимает четвертое место после сельского хозяйства, промышленности и сферы обслуживания. Если капитал и труд являлись необходимыми составляющими в начале индустриализации человеческого общества, то информация и знание являются основами будущего общества.

Как было сказано выше, термин «информация» употребляется давно. По мнению некоторых специалистов в области информатизации (это сейчас называют информациологией – учением об информации), перваямировая революция свершилась в начале новой эры благодаря появлению геоцентрической системы Птолемея. Гелиоцентрическая теория Н.Коперника(середина XVI в.) означала вторуюреволюцию в информациологии. Третья революция началась в 1964 году. К середине 80-х годов большинство стран перешло на путь информационного развития – использования информационной системы, основанной на Интернете, мультимедиа, космонавтике, радио и связи через искусственные спутники Земли.

Естественно, в таких условиях важным является накопление в соответствующей форме информации, развитие автоматических средств ее передачи, компьютерной техники и др. В настоящее время в США цена одного килограмма стали составляет 7 центов, машины – 4 доллара, самолета – 700 долларов, а интегральной схемы – 7000 долларов. Кроме того, в производстве носителей информации рачительнее используются энергия и материалы, а также достигается более высокая эффективность.

Так, передача информации по 40-килограммовому волоконному кабелю соответствует подобной передаче по кабелю, сделанному из 1 тонны меди. Для изготовления волоконного кабеля такого веса потребуется в 20 раз меньше энергии.

В информационной технологии происходят также очень важные качественные изменения. Если первые компьютеры в 30-х годах XX в. использовались для вычислений на основе электромеханического реле, то начиная со второго поколения (60-е годы) изготовление компьютеров осуществляется с помощью полупроводниковых транзисторов. Пятое поколение компьютеров способно решать даже высокоинтеллектуальные задачи. На каждом процессоре компьютеров шестого и седьмого поколений имеются 80–10 миллионов транзисторов, которые могут выполнять за секунду 2 млрд различных задач.

Информационные технологии держатся на определенных опорах. Первая из них – это необходимость целесо-образной организации человеческой деятельности.

Вторая опора – достижение соразмерности между объектами, имеющими разные природные характеристики, и функциональной общностью ЭВМ с человеческим мозгом.

Третья – это опора на технику: без технического развития сами компьютеры не могли быть изобретены.

Четвертая опора информационных технологий заключается в том, что необходимое для их появления и функционирования экономическое управление должно быть основным источником в политической и духовной сферах. Так, там, где не развиты идеалы демократии и свободы, не могли появиться информационные технологии.

Как проявляется компьютеризация в конкретных сферах общественной жизни? В экономической сфере при соотношении производства и сферы обслуживания за счет первого происходит расширение второго. Наблюдается сокращение объемов производства в тяжелой промышленности и ее раздробление на территориально разрозненные отрасли. При этом обработка сырья и обмен готовыми изделиями производятся в самих регионах. Благодаря такому обмену удовлетворяются различные потребительские потребности и соответственно регулируется миграция населения.

По мнению теоретиков информационно-технологического будущего, в обществе продолжает превалировать управляемая рыночная экономика. Без этого формирование новой цивилизации, преодоление отрицательных черт индустриализации были бы невозможны.

Высокая производительность труда, эффективная экономика путем социального обеспечения гарантируют проведение соответствующей политики. Видный западный социолог О.Тоффлер указывает, что никакая цивилизация не делает одинакового снисхождения носителям разных профессий. Сельскохозяйственная цивилизация, или первая волна, за определенные качества и способности, особенно за мышечную силу, относилась снисходительно. Промышленная цивилизация, или вторая волна, платила разным профессиям. Цивилизация третьей волны также за определенные способности по сравнению с другими платила хорошо.

Обусловленные компьютеризацией изменения непосредственно затрагивают духовно-культурную сферу. Изменения в массовой психике, особенно в системе образования, подготавливают базу для перемен в других сферах. Благодаря компьютеризации создаются возможности для дальнейшего повышения эффективности обучения. Использование этих возможностей в США и Японии ставит на повестку дня вопрос перехода на всеобщее высшее образование.

В настоящее время наука по цивилизационным меркам предопределяет изменения в духовной жизни. В ней появляются новые отрасли на нетрадиционной основе. Компьютеризация, массовая и всеобщая, как следующее направление динамики человеческого общества, обусловливает также прогресс в ряде

сфер культуры, особенно в искусстве. Об этом пишут теоретики данного этапа развития цивилизации Ж.Нэсбитт и П.Эбурдин: искусство является вторым направлением из десяти в мировом масштабе. Если в эпоху индустриализации военные являлись примером для других, спорт означал метафору, то теперь отдельные люди, корпорации, большие или малые города все более определяют свою судьбу под воздействием образов героев, стилей жизни, описанных в произведениях искусства.

Искусство может рассматриваться и как экономическая категория. Об этом можно судить по количеству строящихся музеев и увеличению числа их посетителей. А это значит, что на рынках развитых стран музеи являются ресурсом, приносящим доход. В настоящее время в Великобритании доходы, получаемые в сферах культуры и искусства, ежегодно составляют 17 млрд долларов, что соответствует степени доходности в автомобилестроении.

Место искусства в духовной жизни определяется культурным сближением народов через проявление и национальных особенностей, и регулярный международный обмен. Понятность языка искусства (живопись, скульптура, архитектура, музыка, танец) без перевода делает его бесценным средством общечеловеческих связей.

В политической сфере благодаря компьютеризации также ожидаются большие изменения. Например, за счет ослабления централизации государственной власти будет повышаться удельный вес свободы личности. Вследствие этого обеспечивается непосредственное участие каждого гражданина в принятии демократических решений. С другой стороны, ослабление централизации государственной власти связано с расширением возможности распоряжения информацией. Так, в настоящее время собранные во многих странах материалы о гражданах при соответствующих обстоятельствах могут использоваться в тоталитарных целях. Или другой случай: определенное ограничение государственной власти связано с необходимостью использования информации в других сферах жизни.

Конечно, формирование информационно-технологической цивилизации имеет много неизвестных аспектов. В учениях, объясняющих эту цивилизацию, содержится немало спорных мест, уточнение, осмысливание которых – задача дальнейшего научного прогресса.

С. Т. Каримова

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, КАК ФИЛИСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА.

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Аль-Хорезмий)

Современный мир невозможно представить без интернета, телевидения, сотовой связи. Мы ищем необходимую нам информацию во всемирной паутине, связываемся с близкими нам людьми, находящимися в тысячах километ-

ров от нас, пользуемся электронными платёжными системами и, даже можем обратиться к Президенту с жалобой или предложением, не выходя из дома. Трудно поверить, что всего 25 лет назад всё это казалось гражданам нашего государства очень отдалённым будущим, фантастикой.

Это стало возможно благодаря появлению компьютерных систем, которые стали называть интеллектуальными системами. В последние годы стало бурно развиваться направление, называемое искусственным интеллектом. Большую часть рутинной работы за нас выполняют вычислительные системы, механизмы. Мы всё больше полагаемся на работу искусственного интеллекта, пытаясь больше времени освободить для творческой или научной работы. Всё это побудило по-новому взглянуть на ряд традиционных теоретико-познавательных проблем, наметить новые пути их исследования, обратить внимание на многие, оставшиеся ранее в тени аспекты познавательной деятельности, механизмов и результатов познания.

Создание машин, имитирующих работу человеческого мозга необходимо знать, как он работает, каков механизм взаимодействия миллиардов нейронов. Современные программы могут свободно распознавать голос, создавать новые музыкальные композиции, на основе существующих, производить сложные вычисления. Всё это заставляет задуматься о вопросах, связанных с искусственным интеллектом.

Интеллект (от лат. intellectus - ум, рассудок) - общий умственній потенциал человека, степень реализации способностей, которые он целесообразно использует для приспособления к жизни. [1]

Искусственный интеллект может рассматриваться как:

· умение решать сложные задачи;

· способность к обучению, обобщению и аналогиям;

· возможность взаимодействия с внешним миром путем общения, восприятия и осознания воспринятого.

Некоторые специалисты за интеллект принимают способность рационального, мотивированного выбора, в условиях недостатка информации; способность решать задачи на основе символьной информации; способность к обучению и самообучению.[2]

По мнению Цеханова, искусственный интеллект - это наука, занимающаяся исследованием и построением интеллектуальных систем, то есть таких систем, которые способны осуществлять интеллектуальные действия, присущие человеческому мышлению. [3]

Для обозначения программных систем, использующих искусственный интеллект, сложился общий срок — интеллектуальная система. Целесообразность создания интеллектуальных систем заключается в необходимости решения задач, которые не решаются на достаточном уровне эффективности программными системами, созданными на жесткой алгоритмической основе. К таким задачам относятся задачи, имеющие, как правило, следующие особенности:

- у них неизвестный алгоритм решения — такие задачи носят названия интеллектуальных задач;

- в них используется, помимо традиционных форматов данных, информация в виде графических изображений, рисунков, звуков;

- в них предполагается наличие свободы выбора — то есть, отсутствие единого алгоритма решения задачи обусловливает необходимость сделать выбор между вариантами действий в условиях неопределенности.

Приведенный перечень задач формирует особенности интеллектуальных систем, предназначенных для их решения. Источником такого определения особенностей фактически является известный тест Тьюринга, предложенный британским математиком и одним из первых исследователей в области компьютерных наук Аланом Тьюрингом (Alan Turing). В данном тесте экспериментатор, обмениваясь сообщениями с подопытным объектом, пытается определить, кем он является на самом деле: человеком или компьютерной программой.

Не следует думать, что интеллектуальные системы могут, решать любые задачи. Математиками было доказано существование таких типов задач, для которых невозможен единый алгоритм, чтобы воспроизводил их эффективные решения. В этом контексте определяется невозможность решения задач такого типа с помощью интеллектуальных систем, разработанных для вычислительных машин. Кроме того, утверждение про алгоритмическую невозможность решения некоторого класса задач является одновременно и прогнозом на будущие времена, согласно которому алгоритмы их решения не будут найдены никогда. Можно выделить две основные линии работ по искусственному интеллекту. Первая связана с совершенствованием самих машин, с повышением "интеллектуальности" искусственных систем. Вторая связана с задачей оптимизации совместной работы "искусственного интеллекта" и собственно интеллектуальных возможностей человека.

В 1963 г. выступая на совещании по философским вопросам физиологии ВНД и психологии, А. Н. Леонтьев сформулировал следующую позицию: машина воспроизводит операции человеческого мышления, и следовательно соотношение "машинного" и "немашинного" есть соотнесение операционального и неоперационального в человеческой деятельности в то время этот вывод был достаточно прогрессивен и выступал против кибернетического редукционизма. Однако в последствии при сравнении операций, из которых слагается работа машины, и операций как единиц деятельности человека выявились существенные различия - в психологическом смысле "операция" отражает способ достижения результатов, процессуальную характеристику, в то время как применительно к машинной работе этот термин используется в логико-математическом смысле (характеризуется результатом).

Уже сейчас существуют машины и программы, способные в процессе работы самообучаться, то есть повышать эффективность приспособления к внешним факторам. В будущем, возможно, появятся машины, обладающие таким уровнем приспособляемости и надежности, что необходимость человеку вмешиваться в процесс отпадет. В этом случае возможна потеря самим человеком своих качеств, ответственных за поиск решений. Налицо возможная деградация способностей человека к реакции на изменение внешних условий и, возможно,

неспособность принятия управления на себя в случае аварийной ситуации. Встает вопрос о целесообразности введения некоторого предельного уровня в автоматизации процессов, связанных с тяжелыми аварийными ситуациями. В этом случае у человека, «надзирающим» за управляющей машиной, всегда хватит умения и реакции таким образом воздействовать на ситуацию, чтобы погасить разгорающуюся аварийную ситуацию. Таковые ситуации возможны на транспорте, в ядерной энергетике. Особо стоит отметить такую опасность в ракетных войсках стратегического назначения, где последствия ошибки могут иметь фатальный характер.

Стремительное увеличение потока перерабатываемой информации там, где раньше ее почти не было(торговля, банковское дело), также приведет к значительным изменениям в методах работы и потребует автоматизации, а возможно и интеллектуализации. Таким образом решение проблемы искусственного интеллекта переходит из разряда сугубо научных к проблемам, требующим наиболее быстрого решения, обусловленного экономической необходимостью . Даже частичное решение данной задачи, сегодня приносит немалую пользу в таких областях как медицина , биржевое дело, распознавание текста и его перевод на различные языки и многих других.

Кроме того, остается малоисследованной деятельность мозга. Это происходит не в силу технической невозможности проследить тот или иной тип взаимодействия частей мозга, соотнесения этих частей с теми или иными областями жизнедеятельности или мышления, а в силу того, что обнаружение таких специализаций частей мозга, связей любых его структур не дает представления об общей концепции его деятельности. Очевидно, что полное представление о работе мозга возможно получить лишь после полного моделирования его деятельности на компьютере, т.е. создания реального искусственного разума. А выяснение процесса мышления поможет людям его оптимизировать. Возможно, что самое важное значение искусственного интеллекта будет заключаться даже не в написании новых программ , а в новом подходе к пониманию процесса мышления . Если мы узнаем что-то новое о том, как человек читает и понимает прочитанное или сказанное, как происходит творческий процесс, то это поможет людям в их деятельности.

Характеризуя значение аналогий между человеческим мышлением и компьютерной переработкой информации, английская исследовательница М. Боден пишет: «В той степени, в какой аналогия с компьютером может служить общим человеческим интересам более глубокого познания разума, осторожное использование “психологической” терминологии в отношении определенного типа машин должно скорее поощряться, чем запрещаться... Аналогии дают возможность не только обозначить сходные черты между сравниваемыми объектами, но ведут к обнаружению действительно важных сходств и различий»

На данный момент нет непреодолимых, принципиальных преград на пути создания искусственных устройств, обладающих интеллектом. Но на этом пути стоят огромные трудности, отнюдь не уменьшающиеся с бурным развитием кибернетики. Здесь особенно важна выработка новых концептуаль-

ных, философских теорий, т.к. ускорение технических средств обработки информации или создание нейронных сетей, копирующих биохимическое состояние мозга еще не ведет к возникновению искусственного разума, а является лишь средством воплощения идеи . 4]

Появление машин, превосходящих нас по интеллекту, – закономерный итог развития нашей технократической цивилизации.

Литература

1. Кондрашев В.А. Новейший философский словарь. - Ростов н/Д: Феникс, 2005.

2. 2. Цеханов Т.В. Системы искусственного интеллекта // Dokument HTML - http://neural.narod.ru/index.

3. Леонид Бернштейн статья https://www.ronl.ru/referaty/filosofiya/376293/

4. Феликс Кривин «Дороги, которые мы выбираем, следует отличать от дорог, которые выбирают нас» статья https://uchil.net/?cm=73059

У. Каримов, Г. Каримова

ГЕОПОЛИТИЧЕСКАЯ КОНКУРЕНЦИЯ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии, Узбекистан),
(Ферганский медицинский колледж)

Одно из современных определений геополитики раскрывает ее как отрасль знания, изучающую закономерности взаимодействия политики с системой неполитических факторов, формирующих географическую среду (характер расположения, рельеф, климат, ландшафт, полезные ископаемые, экономика, экология, демография, социальная стратификация, военная мощь).

Под геополитической конкуренцией понимается соперничество между геополитическими субъектами за влияние на то или иное пространство, в результате которого одни субъекты получают преимущества, а другие его теряют, что отражается на состоянии их безопасности.

Как известно, информация (знания) создается на основе затрат ряда энергетических ресурсов (природных, человеческих, технических). Получение доступа к этой информации (знаниям) несоизмеримо по энергетическим затратам с процессом их создания. При этом высвободившиеся собственные ресурсы направляются на создание технологического и экономического отрыва от конкурентов. Те страны, которые создали механизмы получения необходимых знаний (информации) извне, смогли фактически превратить информационных доноров в своего рода «неоколониальные» образования информационного общества. Выгодно использовав, а зачастую и прямо или косвенно инспирировав экономические и социально-

политические кризисы и конфликты в ряде стран и регионов, наиболее развитые страны, активно рекламируя свой образ жизни, предлагая выгодные условия труда (самореализации) прежде всего для интеллектуальной элиты, смогли существенно усилить собственный потенциал в этой сфере, истощив интеллектуальную составляющую ресурсов конкурентов.

Основным способом достижения геополитического превосходства является экспансия – расширение сферы господства, осуществляемое как экономическими методами, так и внеэкономическими (вооруженный захват, дипломатическое давление, информационно-психологическая война).

Традиционно под экспансией понимались прежде всего территориальные приобретения и установление военно-политических сфер влияния, а также деятельность в данном направлении (политика экспансии). Сегодня экспансия – это непрерывный полилинейный процесс, нацеленный на множество объектов и потому порождающий в результате столкновения интересов целый комплекс разноплановых конфликтов. Так называемая «мирная» экспансия осуществляется многими государствами и их группировками в отношении друг друга одновременно, поэтому можно говорить об их «взаимопроникновении» или, иными словами, образовании комплекса взаимозависимостей и противоречий (например, обеспечение информационного превосходства). Внутрикоалиционная экспансия периодически сопровождается «добровольными» взаимными уступками сторон, хотя общий их баланс, конечно, благоприятствует сильнейшей из них. В условиях информационного общества важным аспектом геополитической экспансии является экспансия в информационном пространстве (информационная экспансия).

Информационная геополитика в фундаментальном аспекте может рассматриваться как раздел геополитической науки, изучающий зависимость (взаимосвязь) социально-политической жизни (политических событий) от «виртуализированного» совокупного жизненного пространства, с появлением глобальной инфосферы интегрирующего в себя через информационные технологии, информационно-телекоммуникационные системы и информационные ресурсы, помимо географически детерминируемых также и пространства, имеющие кроме «территориального» (измеряемого в однозначно локализуемых в привычной физической реальности географических или пространственных координатах), «виртуальные» измерения – информационное, экономическое, научно-техническое, социально-политическое, культурное, военное.

Выделение информационной геополитики в самостоятельное направление геополитической науки обусловлено тем, что информационное пространство в своем развитии достигло того качественного уровня, который позволяет рассматривать его на равных наряду с традиционными географически детерминируемыми геополитическими пространствами как вид жизненного пространства, влияющего на состояние и изменения социально-политической жизни.

В прикладном аспекте информационная геополитика представляет собой деятельность по принятию и реализации политических (управленческих) решений в зависимости от условий, складывающихся в вышеописанных интегральных «виртуализированных» пространственных координатах.

Целью информационной геополитики является достижение, поддержание, укрепление и расширение власти (влияния) в этих координатах (пространствах).

Эта цель достигается преимущественно путем решения задач ослабления («устранения» из пространства конкурентной борьбы) конкурирующих сообществ и завоевания, удержания и расширения контроля над жизненно важными ресурсами, интегрированными или целиком находящимися в информационном пространстве.

Для этого может использоваться комплексный арсенал сил и средств, основу которого составляют в основном «информационные» средства и формы воздействия на конкурирующие сообщества, такие, как информационные технологии, информационное оружие, различные приемы и способы информационно-психологического воздействия, информационная (информационно-психологическая) экспансия, информационное противоборство (информационная война). Данный арсенал дополняется различными формами и средствами идеологического и культурного влияния и оказания экономического, политического, дипломатического и военного давления на конкурирующие сообщества, применение которых в случае реализации задач информационной геополитики подчинено замыслу использования вышеупомянутой «информационной» составляющей.

В общем случае поведение субъекта геополитических отношений при реализации им информационной геополитики в целях установления господства в информационном пространстве и полного доминирования над конкурентами во всем совокупном жизненном пространстве может состоять из следующих действий, поэтапно переходящих одно в другое по мере роста напряженности отношений с другими субъектами геополитической конкуренции.

1. Скрытое (информационное) управление процессами внутри системы конкурирующего сообщества, достигаемое посредством создания условий, побуждающих государственную власть данного субъекта геополитической конкуренции к тем или иным действиям не столько в собственных, сколько – в чужих интересах, осуществляемое на фоне информационной, идеологической, культурной и экономической экспансии.

2. Информационная (информационно-психологическая) агрессия, подкрепляемая экономическим, политическим и дипломатическим давлением (санкциями), угрозой применения военной силы.

3. Информационная война, сопровождаемая экономической блокадой, военно-силовыми акциями.

Потенциал субъекта геополитических отношений (конкуренции) в информационной сфере и других взаимосвязанных с ней сферах геополитической конкуренции характеризуется интегральным показателем информационной силы (мощи).

Оценка мощи государства-субъекта геополитической конкуренции в информационном пространстве основывается на учете уровня развития информационной инфраструктуры, объемов потоков накопленной и циркулирующей в ней информации, лидерства в разработке и внедрении высоких технологий (и информационного оружия), степени информационного доминирования по отношению к другим субъектам геополитической конкуренции, которое, в частности, может выражаться в

информационной (экономической, политической, культурной) зависимости национальной информационной инфраструктуры этих субъектов от импорта стратегически важной информации и информационных технологий из субъекта-донора. Также в настоящее время, когда основная схватка за сферы влияния, достигающая размаха борьбы за передел мира, ведется в информационном пространстве особыми методами и средствами, в понятие мощи (силы) геополитического субъекта входит потенциал отражения информационной агрессии.

Так, общая оценка информационной мощи того или иного геополитического субъекта в информационном пространстве может производиться путем оценки по следующим позициям:

качественные характеристики совокупного информационного потенциала этого субъекта, включающего в себя информационную инфраструктуру, научно-технический потенциал в сфере высоких технологий (прежде всего – информационных), общий интеллектуальный и духовный потенциал общества, отраженный в информационной сфере, силы и средства информационного противоборства и пр.;

возможности субъекта в самостоятельном развитии по ключевым направлениям формирования национальной информационной инфраструктуры (национального информационного пространства) и научно-технического прогресса в сфере информационных технологий и средств информационного противоборства, сохранения и укрепления интеллектуального и духовного потенциала общества и степень его зависимости от достижений в этой области других стран;

возможности информационного воздействия на данного субъекта, его информационное пространство и связанные с ним сферы;

способности данного субъекта к устойчивому развитию в условиях информационного противоборства и острой геополитической конкуренции в информационном пространстве;

восприимчивость к информационному трансферту, скрытому перераспределению информационного ресурса данного субъекта силами, средствами и способами информационного воздействия.

В новейший исторический период человеческая деятельность в таких областях, как информационные технологии и освоение космоса, существенно расширила множество пространств, рассматриваемых субъектами геополитики как сферы своих жизненно важных интересов, за доминирующие позиции и контроль над которыми ведется конкурентная борьба между различными сообществами.

Геополитика информационного общества оперирует с различными формами пространства, формирующими совокупную среду существования человечества на этом этапе развития. К таким пространствам относятся, например, экономическое, социально-политическое, культурное, информационное и другие пространства, наиболее характерной особенностью которых для эпохи построения информационного общества можно считать их «виртуализацию» и взаимную интеграцию через информационное пространство.

При этом задача завоевания и удержания контроля над традиционными «географическими» территориями (регионами) планеты и распределенными на них природными, техногенными (цивилизационными) и людскими ресурсами,

необходимыми для устойчивого развития государства (человеческого сообщества), обеспечения его интересов и безопасности, остается для геополитики информационного общества не менее значимой и актуальной, чем аналогичные задачи в «виртуализированных» пространствах.

Литература

1. Н. Усманов Геополитика. Текст лекций. Ташкент 2001 г.
2. Ж. Туленов Философия. Учебник для студентов бакалавриата. Ташкент 1999 г.
3. www/ ziyonet.uz

С. Каримова, Г. Каримова

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЩЕСТВА, КАК МИРОВАЯ СИСТЕМА

(Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологии, Ферганский медицинский колледж, Узбекистан)

Любые вещи, явления или процессы построены определенным образом, то есть состоят из каких-то частей, а те, в свою очередь, из более мелких элементов. Возникшая из них целостность не является простой механической суммой, а есть новая системная качественная определенность. В современном значении рассмотрение явлений действительности с точки зрения системности является общепринятой. Ибо научный анализ многоотраслевой промышленности, концентрирующей в себе разнообразные интересы политики, сложносоставной духовности и других сфер жизнедеятельности людей не только объективно возможен, но и практически нуждается в системном подходе.

В системном подходе к явлениям и процессам является важным решение проблем организованности и функционального существования. При этом особый интерес представляет системное моделирование. При системном подходе к человеческому обществу обеспечивается получение знаний о его внутренних связях, взаимодействии элементов, различных иерархиях и субординациях.

В настоящее время членами Организации Объединенных Наций являются 185суверенных государств. Всего в мире насчитывается 220 стран и, примерно 240, имеют в определенной степени независимости территориальные образования. Свойственная всем им общность заключается в том, что они находятся в рамках мировой системы современных государств.

В наше время теория мировой системы американского мыслителя Е. Валлерстайна принята как более или менее основательная. Согласно его теории, различаются следующие системы: а) система, существовавшая с начала человеческой истории вплоть до аграрных обществ — «минисистема»; б) возникшая из прежних «минисистем» и основанная на аграрном производстве «мировая система»; в) начавшаяся в XVI веке в Европе «мировая система», в период ко-

торой выдвигается на первый план управляемая путем рыночных отношений «мировая экономика».

В теории Е.Валлерстайна еще показывается, что капитализм, используя все свои ресурсы в своем развитии будет последовательно иметь три части - «Центр» (по автору это страны Западной Европы, Северной Америки и Япония — «постиндустриальное общество»), «Полупериферия» (страны Южной Европы, Бразилия, Южная Корея, Сингапур, Израиль и другие страны — «индустриальное общество»), занимающая промежуточное положение «Периферия» (страны Восточной Европы, развивающиеся страны Азии, Африки — «традиционные общества»).

Страны, входящие в разные части, могут меняться местами. Так, если вначале в Европе «Центр» представляла Голландия, то в XVIII—XIX веках — Англия, в XX в. — Соединенные Штаты Америки. Определяющим критерием при этом был их уровень промышленного производства и место в мире.

Современное международное сообщество состоит из транснациональных корпораций (ТНК) и транснациональных банков(ТНБ). Их количество 40000, а с филиалами 200000 и расположены они в 150 высокоразвитых странах. «ECSON», «IBM», «General motor's», «Ford» (США) , «Hitachi», «Mitsui», «Mitsubishi», «Sumitomo» (Япония), как самые большие ТНК, обладают большим влиянием. Производимая ими продукция и оказываемые услуги приносят сотни миллиардов долларов.

В современном мире, кроме вышеуказанных сторон Света, различают и «Юг» как источник сырья.

О странах периферии принято говорить «развивающиеся страны», «слабо развитые страны», «страны третьего мира», что является смысловыми синонимами. Но одна особенность в понятии «третий мир» все же имеется: страны этого «мира», в свое время, освободившись от колониальной системы, избрали собственный путь развития.

«Третий мир» для «Центра» является источником сырья и рынком сбыта промышленной продукции. Если в «Центре» живут 1,2 млрд человек, то в «Третьем мире» — 2,3 млрд человек.

Страны этой группы зависимы от технологий и финансов развитых государств.

Современный мир характеризуется формированием нового качества отношений между государствами. Можно сказать, что в сфере экономики новые качественные отношения, выражая новый миропорядок, начали складываться после II мировой войны. Так, в 1947 г. был подписан Главный договор о торговле и тарифах (позже ставший основой для образования Всемирной торговой организации), год спустя учреждена Европейская организация экономического сотрудничества, с самого своего начала координирующий политику стран региона в сферах права, науки, экономики и других Европейский совет (1949). В настоящее время многие европейцы имеют единый гражданский статус как жители Евросоюза, вступили в XXI век с новой валютой — евро.

Еще один вариант мирового порядка формируется в Северной Америке с участием США, Канады и Мексики.

После Второй мировой войны во многих регионах мира для решения неотложных задач учреждалось немало международных организаций: Организация Африканского единства, Организация американских государств, Организация исламской конференции, Лига арабских государств, Азиатскотихоокеанская организация экономического сотрудничества и другие. Объявившие свою государственную независимость, бывшие советские республики создали Содружество независимых государств (1991).

Как известно, в XX веке мировой порядок во многом в течение десятков лет определяли США и бывший Советский Союз, мир был разделен на два «полюса». А сейчас США считают себя ведущей страной мира. В то же время участниками современного мирового процесса являются государства с разными интересами, имеющие разные возможности и средства в осуществлении своих национальных проблем, обладающие ракетно-ядерным оружием или не обладающие им, большие или маленькие, богатые или бедные. Объективно их интересам соответствует многополюсность мирового порядка.

Литература

1. Азизов Ш. Человек и общество. Учебник для студентов бакалавриата. Ташкент 2001 г.
2. Абдуллаев М. Культурология текст лекций. Фергана 1998 г.
3. www. Ziyonet.uz
4. www. gov.uz

С.Г. Крейдич

ЖАНР АНТИУТОПИИ В МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКОМ ПОЛЕ РЕЛИГИОЗНОГО СОЗНАНИЯ

(Самарский университет)

Темой данного выступления будет вопрос о преломлении классических сюжетов утопии и антиутопии в поле религиозного сознания. По традиции, начнём с предварительных замечаний, пояснения терминов и очерчивания рамочной конструкции рассматриваемого жанра.

Что же до определения жанровых особенностей научной фантастики, то, опять же, дабы не утомлять читателя педантичным занудством и ни в коей мере не претендуя на исчерпывающий охват всей библиографии указанного направления, ограничимся принятием следующих аксиом:

1. Произведение должно моделировать будущее на основе гипотез о стадиях и распространении НАУЧНЫХ достижений человечества (т.е. не прибегать к наделению героев необъяснимыми магическими талантами, волшебными предметами, врождёнными сверхспособностями и т.д.).

2. В рассматриваемых текстах авторы сознательно отсылали к религиозной традиции, или же чётко и недвусмысленно помещали героев в его контекст, либо кто-то из героев прямо был религиозен.

Таким образом, в применении к жанру научных прогнозов будущего человечества, акцент в данном выступлении будет сделан на узком вопросе о неизменности/эволюции человека в мире будущего победивших парадигм технического мировоззрения.

В недалёком будущем религиозное сознание будет вынуждено искать собственные формулировки в ответе на вопрос: "Не является ли началом конца то, что человек опускается до статуса киборга, а робот постепенно разовьётся до андроида?" – уже просто в силу того, что в Библии (равно как и в другом священном тексте) просто нет таких слов, а притчи о самаритянине и блуднице повествуют не о генномодифицированных путём евгеники людях (наделение талантом, опять же, не есть хирургическая операция).

И тут очень показательны "Хищные вещи века" братьев Стругацких, где люди будущего фактически оказались в рабстве изначально нейтрального, но впоследствии ставшего губительным тотального комфорта, что заставляет их искать в ставшем абсолютно безопасном мире всё более острых ощущений.

Что же до второго магистрального направления, то это вопрос о проникновении технологий в нашу повседневную жизнь и их постепенно становящаяся очевидностью незаменимость.

Технология настоль плотно вошла в повседневную жизнь, что стала менять сам способ мышления человека, и в известной степени изменения эти необратимы. И тревожит религиозное сознание не сам факт тотального использования техники, а то, что современные технологии никак не сочетаются ни с природным ландшафтом, ни с циклом времён года (в отличие от ветряных мельниц, осадных машин и луков с плугами и жерновами, которые также были плодами человеческого изобретения и труда и так же имели внеприродное происхождение).

Об этом размышляет наш современник Эггерс в романе "Сфера", где речь идёт об уже практически наступившем будущем тотального распространения интернета и гаджетов, которые практически лишат человека приватности и личной жизни.

Только в этой новой версии антиутопии "1984" Оруэлла тотальная опека нового "Большого брата" в упомянутом произведении больше не трагедия. Скорее наоборот, героиня рада, что постоянно чувствует на себе чужие взгляды, т.к. это "помогает стать лучше", и осознание, что нет ничего тайного, служит уздой куда более крепкой, чем уголовный кодекс. Пророки новых технологий в романе именуются "волхвами", а финальная часть начинается со слов "Апокалипсис удалось предотвратить".

В свете вышеизложенного, в ситуации XXI века коллизии религиозного сознания выглядят очень перспективными, а когда «практическая философия» необходима, религиозная аксиология признаётся мировоззренческой доминантой, но древние тексты не предполагают наличия ситуации столкновения со

столь продвинувшимся прогрессом техники и технологий, религиозная Традиция не даёт верующему однозначного ответа, как относиться к этим явлениям. И религиозный разум вынужден практически в одиночку решать, является ли будущее, согласно научным прогнозам, благословением человечества, или же, наоборот, станет его проклятием, как это уже неоднократно предрекали в кинематографе и литературе.

А.Ю. Нестеров

«ИЗОБРЕТЕНИЕ» В УНИВЕРСИТЕТЕ 3.0 И 4.0

(Самарский университет)

В наши дни рассуждения о модели университета 3.0 стали моментом массовой коммуникации, описывающей научную и университетскую жизнь, её будущее. Некоторые усилия для прояснения этого момента были предприняты в Самарском университете в прошлом году, их результаты обобщены в статье [2]. Вместе с тем попытки практиков ориентироваться на работу Й. Виссемы [1] наталкиваются на теоретическую непроработанность базовых понятий, на непонимание и незнание их истории, содержания, объёма и способов применения [7]. Университет в модели 4.0 – это среда, управляющая [8] процессами обучения, исследования, применения знания и развития территорий. Каждый из этих процессов есть *применение понятий* обучения, исследования, применения знания и развития территорий. Общая практическая цель философских рассуждений об этих процессах – в том, чтобы используемые в практике принятия решений понятия были осознанными, а их применение – осмысленным.

Модель университета третьего поколения отличается от модели Гумбольдта требованием практического применения знания. Это положение дел соответствует положению дел в философии рубежа XIX-XX веков, когда едва ли не каждое направление рефлексии высказалось в пользу практики (в первую очередь, американский прагматизм). Здесь я хочу обратить внимание на вопрос об изобретении. Это одно из понятий, играющих колоссальную роль в формировании содержания и способов осуществления деятельности университета. Однако я не вижу, чтобы в русскоязычном пространстве этому понятию уделялось внимание в теоретических обоснованиях проектов развития университета, чтобы это понятие обсуждалось, чтобы практика университетской жизни была ориентирована на его применение. Вопрос об изобретении, будучи ясно поставленным П.К. Энгельмейером в России и Э. Дюбуа-Реймоном в Германии на рубеже XIX-XX вв., демонстрирует тот (прагматический) поворот в профессиональной философской среде, следствием которого в начале XXI века оказывается среди прочего принудительная и болезненная трансформация университетского сообщества в России и Европе.

Университет – инструмент развития человека, изобретение – способность человека создавать «новое», университет 3.0 культивирует человеческую спо-

собность изобретать с целью коммерческого (шире – хозяйственного) использования результатов её применения. Чтобы культивировать и использовать изобретательскую деятельность, то есть управлять ею, необходимо знать, что это такое.

Изобретение – предмет философии техники и, шире, философии творчества. Ф. Дессауэр, обобщая в 1958 году свои длившиеся в течение без малого полувека исследования техники, пишет, что изобретение – это «исток техники», «здесь техника является сама собой, не столь сильно перемешана и затемнена другими факторами человеческого общества» [4. С.95]. Изобретение – это проявление ключевого свойства человека, способности творить: «Источник технических новообразований точно так же кроется в… напряжении между жизнью, воспринимаемой в качестве несовершенной, и созерцанием возможных усовершенствований. Всякий момент времени определяется попыткой приведения существующего, того, что есть, к тому, чем оно должно быть или могло бы быть. Так пробуждается и поддерживается в пробуждённом состоянии латентная творческая сила» [4. С.98]. В качестве иллюстрации ситуации, побуждающей к изобретению, Ф. Дессауэр приводит сюжет о Робинзоне [4. С. 84-85, С. 185; 3]: в условиях противостояния одиночки первобытной природе человек реализует себя как техник-изобретатель, и лишь с появлением Пятницы возникают разделение труда и обмен результатами труда, то есть экономика. Это рассуждение показательно в свете споров рубежа XIX-XX вв. о применимости к человеку дарвинистской модели эволюции: человек не приспосабливается к окружающей среде, человек приспосабливает окружающую среду под свои нужды. Исходной формой такого активного приспособления естественной среды под свои нужды, то есть объективирующей технической деятельности, и является изобретение. Эту мысль высказывают как неокантианцы в терминах философии культуры [13, 6], так и П.К. Энгельмейер, создавая первую в истории позитивистскую систему творчества в философии техники [12]. Следствие этого рассуждения выражено в прагматистском (и марксистском) понимании человека: человек – творческое существо, он не ограничивается достижением истинностного знания о мире, но применяет это знание для изменения мира. Университет как среда формирования человеческого в человеке культивирует не только получение знаний, но и их применение; философия – это не столько постановка проблем, сколько их решение.

Процесс осуществления изобретения описывается в терминах теории познания и теории деятельности и определяется тем, каким образом формы, ступени и структуры процесса познания оказываются задействованы в проективной – творческой и технической – деятельности, возникающей посредством изобретения. Ф. Дессауэр выделяет три аспекта человеческой деятельности, являющиеся условием возможности творчества: homo investigator, homo inventor, homo faber. Человек исследует, конструирует и воплощает. Во взаимодействии исследования, конструирования и воплощения исполняются цели деятельности, соединяются сферы возможного (потенциального) и действительного (актуаль-

ного) миров. Точки соединения – изобретённые артефакты, исполняющие технические задачи согласно человеческим целям [4. Глава 2].

П.К. Энгельмейер более чем за 20 лет до выхода первой монографии Ф. Дессауэра о технике сформулировал общие основания творческой технической деятельности, назвав их «трёхактом»: «В первом акте изобретение предлагается, во втором доказывается, в третьем осуществляется. В конце первого акта это – гипотеза; в конце второго – представление; в конце третьего – явление. Первый акт определяет его телеологически, второй – логически, третий – фактически. Первый акт даёт замысел, второй план, третий – поступок» [11. С.103].Практически одновременно с Ч.С. Пирсом он ставит вопрос о проективной, объективирующей деятельности как таковой на фоне рецептивных, субъективирующих процессов познания. Собственно изобретение – это то, что делает человек при переходе от познания к деятельности, «скачок через логическую пропасть» [11. С.8]. Механизм изобретения – это пересборка состава опыта, то есть системная трансформация опыта, не вытекающая из самого опыта: в акте изобретения «прежний опыт распадается на составные части и из них тут же составляется новое сочетание» [11. С.39]. Дефиниция изобретения звучит так: «Это искусственный предмет, действие и мысль…, имеющие значение орудия» [11. С.57]. Очевидно, что неявный фон рассуждений П.К. Энгельмейера задаётся не только работами Э. Маха с анализом «мысленного эксперимента» на фоне чувственных данных, но и критической теорией Г. Когена, А. Введенского и др.: концепция трёхакта есть, в сущности, обращение трёхступенчатого трансценденталистского представления об акте познания, состоящего из чувственного восприятия, рассудка и разума. Техника и творчество есть изменение направления семиозиса познания, творческий семиозис задаётся разумом (как средой фантазии, воображения, рефлексии, целеполагания), осмысливается рассудочными схемами и завершается чувственно воспринимаемым артефактом, выполненным соразмерно законам природы. Изобретение – это создание нового (на языке семиотики – создание нового знака), условием возможности изобретения является переход от субъективации к объективации, то есть «интуиция» или «откровение» [11. С.60]. О значимости философских находок П.К. Энгельмейера говорит тот факт, что действующее определение изобретения в законодательстве РФ построено в его модели: «Изобретение представляет собой новое и обладающее определенными отличиями от других техническое решение, направленное на решение определенной задачи (получение конечного продукта или реализацию особого процесса) в любой сфере человеческой деятельности, предполагающее некий положительный эффект» [10].

Важные для определения содержания «изобретения» результаты получил И.И. Лапшин, развивая и конкретизируя в рамках критической философии теорию творчества П.К. Энгельмейера. И.И. Лапшин в рассуждении о «научных фантасмах» [6. С. 103-107] на несколько десятков лет опережает популярную формулировку гипотетико-дедуктивного метода К.Р. Поппером и стремится описать изобретение в виде логического вывода, то есть в качестве того нового суждения, что возникает в результате умозаключения: «Всякое научное изобре-

тение есть вывод с одной или двумя синтетическими посылками, и, следовательно, с синтетическим умозаключением. Большая посылка выражает момент непрерывного накопления. Это то ранее приобретённое знание, которое находится в распоряжении памяти и рассудка учёного. Меньшая посылка выражает момент изобретательности или, как выражается Кант, способности суждения. Заключение есть синтетический вывод разума из двух процессов – непрерывного накопления знания рассудком и прерывного – догадки, силы суждения» [6. С. 138-139]. И.И. Лапшин, если сопоставлять его рассуждения с работами П.К. Энгельмейера и Ф. Дессауэра, уделяет большее внимание психологическому описанию изобретения, нежели техническим примерам, рассуждает в первую очередь об изобретении в деятельности философской рефлексии, называя его «самым поздним плодом человеческой культуры» [6. С.161]. Исторически человек научается изобретать артефакты в сфере чувственного восприятия (орудия труда), затем в сфере рассудка (языки), и после этого – артефакты в сфере рефлексии. Философские изобретения – это афоризм, диалог и система [6. С.163-164]. Обоснование исторически позднего характера философского изобретения, данное И.И. Лапшиным, позволяет видеть в неокантианстве системное обоснование логики и направления технического развития, развёртывания «мировой силы» техники в виде перехода от естественной природы к искусственной природе второго и третьего порядков: если естественные механизмы человеческой рефлексии осознаются в последнюю очередь (и по сей день интуиция и догадка часто описываются в виде сверхрационального озарения или мистического откровения), то и техническому преображению они оказываются подвержены в последнюю очередь. Технический прогресс на первом шаге охватывает области чувственного восприятия (в пределах теории органопроекции), на втором – области рассудка (в виде формализации процессов мышления, теория мышления как исчисления), на третьем – области разума (формализация абдуктивного вывода).

Исключительной ценностью для понимания психической основы изобретательской деятельности обладают рассуждения И.И. Лапшина об интуиции, равно как и о трёх принципиальных точках зрения на основания теории изобретения. Об интуиции, понимаемой в качестве сверхрациональной формы познания, он высказывается весьма радикально: «Не существует никакой творческой интуиции как особого творческого акта, который не разлагался бы без остатка на… переживания чуткости (т.е. памяти на чувства ценности или значимости известных образов, мыслей или движений), проницательности (т.е. умения пользоваться теми же чувствами ценности в комбинационной работе воображения, мышления и двигательных процессов) и чувства целостной концепции (т.е. опять же способности учуять по эмоциональным подголоскам сродство между собою образов, мыслей или движений, организуемых нами в направлении известной конечной цели)» [6. С.219]. Это существенный шаг в конкретизации понимания интуиции как акта пересборки имеющегося у изобретателя до акта изобретения опыта. Подобное разложение понятия интуиции позволяет, например, в контексте общей семиотики проанализировать интуицию в виде набора

прагматических правил, комплексная реализация которых порождает новый знак. Принципиальные точки зрения на изобретение И.И. Лапшин делит на мистическую, рациональную и эмпирическую [6. С.310-311]. Это вполне традиционный для кантианца ход, позволяющий (с полным правом) сформулировать критическую теорию в виде инструмента преодоления неразрешимых для каждой отдельно взятой модели противоречий. Следует добавить, что благодаря усилиям Э. Кассирера критическая теория была сформулирована как общая теория знаков или семиотика, в рамках которой можно и нужно дать системное представление изобретения для каждого из уровней познания.

Приведённые рассуждения трёх авторов первой половины XX в. показывают, что понятие изобретения отнюдь не тривиально. Оно требует анализа, соразмерного техническому и философскому уровню нашей эпохи. Практические наработки СССР в области стимулирования изобретательской деятельности пока не получили должного историко-философского освещения, в настоящем рассуждении они остаются без внимания.

В завершение этого небольшого рассуждения подчеркну, что модель «предпринимательского» университета, стремящегося культивировать изобретательскую деятельность и развивать территории, нуждается в актуальной теории изобретательской деятельности, верифицированной на обширном фактическом материале и фальсифицированной в широкой методологической дискуссии. Ни в популярной книге Й. Виссемы, ни в оригинальных разработках многочисленных современных «школ управления», ни в перечислении образцов решения практических управленческих задач в духе курсов бизнес-администрирования *теории* изобретения или изобретательской деятельности в настоящий момент нет. Относительно состояния актуальной критической рефлексии я бы поддержал позицию Н.А. Дмитриевой [с. 19-20 f.], заключающуюся в том, что кантианство в его актуальной синтетической форме (для меня эта форма выражена трансцендентальной семиотикой) – это едва ли не единственный работающий механизм, претендующий на всеобщность и способный давать внятные результаты в сфере познания. История применения и методы трансцендентально-семиотических форм и способов построения рефлексии действительно позволяют построить *теорию* изобретения, и я надеюсь в ближайшее время представить её схему (в смысле «второго акта» П.К. Энгельмейера или «homo investigator» Ф. Дессауэра).

Литература

1. Виссема Й. Университет третьего поколения: управление университетом в переходный период. Москва, 2016.

2. Горбунов Д.В., Нестеров А.Ю. Технологическое будущее России: вызов «третьей природы». Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2017. Т.16. №4. С. 60-71.

3. Демина А.И. Трансформация робинзона как субъекта технического сознания // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. –

Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – 1216 с. – С. 1150-1153.

4. Дессауэр Ф. Спор о технике. Самара, 2017.

5. Дмитриева Н.А. Русское неокантианство: «Марбург» в России. Историко-философские очерки. М., 2007.

6. Лапшин И.И. Философия изобретения и изобретение в философии: введение в историю философии. М., 1999.

7. Лепский В.Е. Инновационное развитие России: философский анализ // Философия науки и техники 2016. Т. 21. № 1. С. 169–187.

8. Лепский В.Е. Эволюция представлений об управлении (методологический и философский анализ). М., 2015.

9. Нестеров А.Ю. Семиотические основания техники и технического сознания. Самара, 2017.

10. Новосёлова Н.А. (общ. ред.) Право интеллектуальной собственности. Общие положения. Т.1. Информационная система КонсультантПлюс.

11. Энгельмейер П.К. Теория творчества. М., 2010.

12. Энгельмейер П.К. Философия техники. СПб, 2013.

13. Cassirer E. Form und Technik // Cassirer E. Symbol, Technik, Sprache. Hamburg, 1985.

А.Н. Огнев

ОНТОГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС МОДЕЛИ В ПЕРСПЕКТИВЕ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Самарский университет)

Перспективы развития информационных технологий ставят перед методологической рефлексией философии новые задачи, зачастую выходящие за пределы горизонта тех тематических данностей, которые образуют её классический понятийный базис. Задачи подобного рода трансформируют и уже имеющиеся теоретические решения, активируя в них новые функциональные опции и вводя в них параметрические ограничения, ориентированные на абстрактное представление об операциональном оптимуме. Философская мысль, опирающаяся на представление о классическом опыте, испытывает потребность в наглядной репрезентации тех возможностей, которые открывают процесс развития информационных технологий, дабы соотнести предлагаемые технологические решения с общечеловеческими лимитами обобщения, фокусированными вокруг концептуального средоточия, подлежащего разного рода оценкам, в том числе, и мировоззренческим. При этом в рассудочном мышлении, по отношению к которому философия выступает в качестве критической инстанции, далеко не всегда разграничивается наглядное представление и объяснение. Как справедливо указывает В.П. Бранский, «наглядное представление и объяснение далеко не одно и то же: первое связано с познанием явления, а второе – с по-

знанием сущности» [1, с. 85]. Понятие модели заключает в себе момент структурной транзитивности – перехода от явления к сущности, вследствие чего модельная ситуация как таковая обнаруживает в себе признаки условного единства бытия и мышления, взятые в ключе сигнификативного дуализма, означаемого и означающего. Так модель предстаёт в качестве образования, вызывающего интерес с позиций семиотики.

Абстрактный характер модели проявляется в том, что она группирует востребованные номотетические свойства, фактически репродуцируемые в предметных конфигурациях, оставляя в стороне целый комплекс неспецифических признаков, Сопровождающих актуализацию модели в явлении. Следовательно, к абстрактной стороне модели приложимы общие принципы теории групп. Опираясь на концептуальные решения С. Ли, Л. Кутюра учил, что группа «есть ансамбль объектов, для которых определено сочетание такого рода, что результат сочетания из двух объектов является объектом группы» [5, с. 195]. При этом нет нужды ограничивать критериальную соотнесённость с группой числовыми или количественными показателями, поскольку группировке подлежат также и разного рода преобразования. Трансформируемость модели оказывается следствием её групповой идентификации как ансамбля объектов, для которого задаются параметры операциональной оптимизации, в которых, если следовать Г. Вейлю, «континуум как среда свободного становления» [3, с. 100] выявляет свои сущностные свойства. Ключевым вопросом собственно философской рефлексии становится вопрос о том, о какого рода сущности идёт речь, а также о том, в каком объёме человеком интуируются относящиеся к ней родовидовые отношения, поскольку последние могут быть мыслимыми без противоречия, но при этом вести себя на предметном уровне в духе «незаметных восприятий» Г.В. Лейбница, сливаясь в медиальную абстракцию перцептивного фона без верифицируемого следового остатка на эмпирическом уровне.

Модель, взятая в её абстрактной продуцируемости, предстаёт в качестве предположения о формализуемости известного многообразия. Вне акта репрезентации она обречена оставаться латентной истиной, которую не только невозможно верифицировать, противопоставив заблуждению, но и отличить от иных, нетематических истин. Это связано с открытием Б. Больцано того обстоятельства, «что многообразие предложений и истин самих в себе – бесконечно» [8, с. 86]. Именно в этом пункте обнаруживается повод для размежевания философской и частнопредметной позиций, поскольку философия исходит из того, что конечное существо не может вместить в себя бесконечность, а потому обречено либо представлять её негативно (что не дозволяет строить валидные логические конклюзии), либо осознанно оконечивать предметный потенциал сущностного многообразия, руководствуясь прагматическими соображениями. Это затруднение призвана была разрешить теория множеств, позволяющая мыслить множественность как единство, достаточное по критериям репрезентации. Ф. Хаусдорф учил: «Множество возникает путём объединения предметов (вещей) в одно целое» [10, с. 9]. Этой установке присуща, однако, некоторая узость, поскольку из предметного плана оказываются исключёнными про-

цессы и состояния, а априорных критериев для предметной целостности в качестве специфического гаранта репрезентируемости нет ни среди вещей, ни среди процессов и состояний. Позднейшие представители теории множеств, такие как А.А. Френкель и И. Бар-Хиллел, стремились избегнуть эссенциалистского осложнения в теории множеств, апеллируя к брауэровскому пониманию математики, согласно которому, она не есть некий готовый аксиоматический пакет правил и пропозиций, «а некоторая весьма существенная часть человеческой деятельности, метод обращения с человеческим опытом» [9, с. 251]. Для философии эта констатация на системном уровне равнозначна признанию за каждой моделью статуса неспецифического антропоморфизма, замещающего в реальном познавательном обращении декларативное в методологическом отношении априорно-номотетическое основание.

В той мере, в какой для математики метафизический подтекст этой проблемы оказывается снятым логически в понятии гомоморфизма, а для философии снятым исторически посредством дезактуализации догматического формата метафизики, понятие модели как фокуса репрезентации приобретает новый смысл. Помещение Ю.А. Гастевым понятия модели в демонстративный контекст теоремы о гомоморфизмах приводит его к выводу о том, что, во-первых, возникает дисбаланс между ограниченностью мощности множества формул и потенциальной неограниченностью шкалы мощностей, а, во-вторых, что в подвешенном состоянии остаётся вопрос о возможностях естественной интерпретации задействованных формализмов. Из допущения изоморфизма бытия и мышления, согласно Ю.А. Гастеву, «следует представление о счётности Системы» [4, с. 70], которую именуют «миром». Этот вывод, однако, нельзя признать в полном смысле слова корректным, поскольку простой полный перечень формализмов не идентичен перечню тех из них, посредством которых достигается функциональная оптимизация, определяющая репрезентативную актуальность модели. Оконечивание мира оказывается мнимостью, которая нуждается в объяснении из реальности, а не из потребностей рассудочного мышления в когерентности семантических кодов, разрешающихся в абстракцию трансцендентальной подтасовки.

В подходе Ю.А. Гастева отчётливо распознаётся потребность в теоретическом разграничении отражения и выражения, различие между которыми на понятийном уровне не очевидны для математического ума. Именно этому запросу отвечает онтогносеологическая концепция М.А. Лифшица, позволяющая распознавать в условном единстве бытия и мышления указание на универсальность реального, заключающего в себе эксплицированную актуальность понятийного опосредствования, недоступную для сущностной идентификации со стороны формализма. Критикуя его абстрактную рассудочность и исходя из гегелевской диалектики, показывающей конечность всякой абстракции, М.А. Лифшиц писал: «Формализм – зло, вздор. Но это зло доказывает роль формы. Не важно только, что мы знаем, какими средствами культуры умеем пользоваться, важно то, как мы их получаем и что мы можем из них сделать» [6, с. 90]. Форма отражает уровень развития абстрактного мышления, но она же и выра-

жает ту меру реальности, в которой это мышление способно достигать своего предметного исполнения, вплоть до замещающей реификации. Абстрактная метафизика догматизирует в модельной ситуации норму репрезентации, вытесняя из собственных демонстративных порядков аргументации тот факт, что выражение обладает большей степенью свободы чем содержание, данное в его непосредственном отражении. Исходя из этого, следует согласиться с тезисом, который М. Вартофский сделал ключевым в своей теории репрезентативных моделей в научном познании: «теория практична в качестве когнитивной формы поиска истины» [2, с. 117]. В перспективе развития информационных технологий онтогносеологическая концепция модели настоятельно требует типизации семиозиса, которая, согласно А.Ю. Нестерову «может быть прояснена с помощью количества минимально необходимых интерпретант» [7, с. 25]. Модель, взятая в её значимых с точки зрения технологической воспроизводимости типологических связях, обладает научным потенциалом и может стать фактором развития производительных сил социума.

Литература

1. Бранский В.П. Философское значение «проблемы наглядности» в современной физике. – М.: Либроком, 2010. – 192 с.
2. Вартофский М. Модели. Репрезентация и научное понимание. – М.: Прогресс, 1988. – 507 с.
3. Вейль Г. О философии математики. – М.: Ком Книга, 2010. – 128 с.
4. Гастев Ю.А. Гомоморфизмы и модели: Логико-алгебраические аспекты моделирования. – М.: Либроком, 2009. - 208 с.
5. Кутюра Л. Философские принципы математики. – М.: ЛКИ, 2010. – 272 с.
6. Лифшиц М.А. Что такое классика? Онтогносеология. Смысл мира. «истинная середина». – М.: Искусство XXI век, 2004. – 512 с.
7. Нестеров А.Ю. Семиотические основания техники и технического сознания. – Самара: Издательство Самарской гуманитрарной академии, 2017. – 155 с.
8. Парадоксы бесконечного. – Минск: Издательство В.П. Ильина, 200. – 368 с.
9. Френкель А.А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. – М.: Ком Книга, 2006. – 552 с.
10. Хаусдорф Ф. Теория множеств. – М.: ЛКИ, 2007. – 304 с.

О.Н. Орлова

ГОРОДСКИЕ СООБЩЕСТВА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЦИФРОВОГО ГОРОДА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Концепция умного города активно разрабатывается и реализуется как в российских, так и зарубежных городах. Сингапур в 2017 году получил звание самого технологичного и умного города [3]. В 2019 году Москва планирует тестировать технологии интернета вещей, чтобы также развиваться в направлении smart city [1].

Главная миссия умного города - повысить качество жизни горожанина Российские и зарубежные программы интеллектуального города включают в себя схожие направления: электронное правительство, образование, возобновляемая энергия, управление транспортной системой, максимальный доступ к Wi-Fi в городе, вовлечение горожан в принятие решений. Однако все направления современного технологического города, за исключением последнего, воспроизводят понимание города, относящееся к периоду 19-го и середины 20-го веков. Городское пространство виделось тогда в первую очередь как система улиц, дорог, домов, магазинов.

Концепция умного города в большей степени обращена к городу как заводу или же хорошо отлаженной машине, обеспечивающей счастливую жизнь горожанину. Технологии могут посчитать автомобили и проанализировать пробки, помочь экономно распоряжаться электроэнергией, следить за преступниками, они могут при минимальном участии человека рационально распределять ограниченные ресурсы, заботиться о здоровье и многое другое.

Современная же урбанистика говорит о первенстве жителя города и социокультурных отношений, о том, что город - это не только улицы, здания и заводы, а еще и сообщества, взаимодействия людей, город - это в первую очередь горожанин. Несмотря на то, что интеллектуальный город создается для человека, с вовлечением человека, он все же по сути своей воспроизводит представления 20-го века о городском пространстве как о механизме. Умный город должен оптимизировать управленческие процессы, усовершенствовать систему здравоохранения, заботиться о вопросах экологии, снизить транспортную нагрузку на дороги и др.

Единственное обращенное к человеку направление в концепции умного города - вовлечение жителей (так называемые «умные жители»). Горожане разными способами вовлекаются в процесс принятия решений. Например, при помощи мобильных приложений они получают возможность оперативно сообщать властям о городских проблемах или участвовать в обсуждении законодательных актов. Однако даже в этой ситуации человек становится функцией в создании идеально работающей городской машины будущего. В данном случае

важен принцип: высокотехнологичное решение создается для того, чтобы каждый человек смог высказаться по поводу развития городской среды. Это решение, которое приходит сверху, и сам инструмент дается сверху. По большому счету, оно не отличается от обучения человека чтению, чтобы затем он смог прочитать свод правил или написать заявление в полицию.

Вопрос состоит не в том, чтобы отказаться от концепции умного города, которая несомненно несет в себе много благ для горожан. Вопрос в том, чтобы посмотреть на умный город шире, в том числе, взглянуть по-иному на мотивы появления высокотехнологичных решений, дополнить централизованную парадигму интеллектуального города инициативами снизу. Иными словами, посмотреть, как сообщества горожан проявляют себя через информационные технологии.

Теплица социальных технологий (организация занимается посредничеством между некоммерческими организациями и специалистами в сфере высоких технологий) в 2015 году рассказала, какие мобильные приложения создавались активистами с целью изменить жизнь к лучшему. Специалист Теплицы Алексей Сидоренко проранжировал мобильные приложения с точки зрения их способности выживать. Приложения, в которых обсуждались законопроекты, показали 100% «смертности». За ними шли программы, посвященные выборам и краудфандингу. Лучше всего выживают программы городских активистов формата «увидел проблему на улице – сфотографировал – отправил» [2].

Кроме того, что такие мобильные приложения помогают решать разнообразные городские проблемы, они являются индикатором появления новых форм организации городских сообществ. Активизм при помощи высоких технологий переходит на новый формат общения. Рамки его гораздо уже, чем масштаб концепции умного города, но он соразмерен человеку. Городские сообщества отталкиваются от конкретных локальных проблем: охрана памятников архитектуры, решение проблем благоустройства двора, улицы и т.д.

Такие формы городского взаимодействия интересны с точки зрения включения их в систему концепции умного города, города в современном его понимании, где первостепенны социальные интеракции. Мобильные приложения городских активистов стоит рассматривать не только как инструмент решения определенной задачи, но и как новое выражение объединения людей в городе. Через эти высокотехнологические решения конституируется новый способ существования городских сообществ.

Опыт городских активистов показателен в плане использования человеком диджитал-технологий. Созданные приложения демонстрируют, что не только город становится умным, но и сообщества выражают себя через цифровые технологии. Пристальное изучение такого опыта поможет понять, как и для чего человек использует высокие технологии, а значит и выяснить, что действительно необходимо горожанину, чего он ждет от умного города.

Таким образом, изучение smart city можно начинать с частных решений, которые затем уже могут перерасти в глобальные концепции развития умного города. Главное, что при таком подходе, они будут человекомерными.

Литература

1. Кодачигов. В. Москва начнет превращаться в умный город в 2019 году [Электронный ресурс] // Ведомости. 23 июля 2017. URL: https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2017/07/24/725446-moskva-umnii-gorod (дата обращения 25.03.2018).

2. Сидоренко А. Город 2.0: Кому нужны городские приложения? [Электронный ресурс] // Теплица социальных технологий. 17.09.2015. URL: https://test.ru/2015/09/17/who-needs-urban-apps/ (дата обращения 25.03.2018).

3. Сингапур возглавил рейтинг "умных городов" мира [Электронный ресурс] // ТАСС. 13 марта 2018. URL: http://tass.ru/obschestvo/5025084 (дата обращения 25.03.2018).

В.Е. Редникина

СЛОЖНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО МИРА И МЫ

(Самарский университет)

Ремесло предсказания изобилует множеством подводных камней. Иногда его считают антинаучным занятием. На самом деле, выявление неумолимых тенденций грядущего может быть предметом очень хорошей науки. Существует реальный мир, который можно наблюдать и «мерить», и реальность, в которой мертвец – это мертвый человек, а не объект статистики. Существует также и та реальность, с которой мы имеем дело повседневно. Сутью такой реальности является сложность. Элементы нашего общества вступают во все более тесное взаимодействие: все больше возрастает «вовлеченность» каждого в деятельность общества, все больше возникает информационных потоков. И по мере развития этих процессов усложняется само общество.

Судя по всему, сложность становится проблемой века, точно так же, как умение обрабатывать природные материалы было проблемой жизни и смерти для наших праотцов. Нашим инструментом должны быть компьютеры, а эффективность их использования должна обеспечиваться наукой, умеющей обращаться с большими и сложными системами вероятностного характера. Этой наукой может быть кибернетика.

Основной тезис кибернетики можно сформулировать следующим образом: существуют законы природы, которым подчиняется поведение больших многосвязных систем любого характера – биологических, технических, социальных и экономических. Эти законы относятся к процессам саморегуляции и самоорганизациии выражают именно те «руководящие принципы», которые определяют рост и устойчивость, обучение и регулирование, адаптацию и эволюцию систем. Эти, на первый взгляд совершенно различные системы с точки зрения кибернетики совершенно одинаковы, поскольку они демонстрируют так называемое жизнеспособное поведение, т.е. поведение, целью которого является выживание.

Наиболее ценным из нажитого кибернетикой за пол века, является вывод о том, что подобное поведение системы определяется не столько специфическими процессами, происходящими в ней самой, или теми значениями, которые принимают даже важнейшее из ее переменных параметров, но в первую очередь ее динамической структурой. «Структура» представляет собой способ организации взаимосвязи отдельных частей единого целого. В данной случае это относится и к контурам обратной связи, посредством которых в системе осуществляется саморегулирование, и основанным на принципе условной вероятности механизмам, посредством которых система самообучается и самоорганизуется. «Динамичность» относится к скорости коммуникации внутри системы и особенно к относительному запаздыванию при распространении в них сообщений, их приеме и объединении с целью порождения новой информации. Характер динамической структуры определяет возможные исходы.

Итак, исход битвы человечества со сложностью мира ни в коей мере не зависит от того, будут ли к какому-то моменту в будущем осуществлены те или иные частные нововведения или достигнуты изолированные успехи в определенной области науки и техники. Попытки предсказывать подобное развитие не затрагивают сути дела. Исходы, заключенные в динамической структуре систем, - вот то, с чем мы должны иметь дело. Уж они-то выплывут на свет неизбежно.

В настоящее время среди исходов нашей системы явно выделяется вопиюая неустойчивость институционных установлений и экономики. Долго такое положение существовать не может. Общество, в котором мы живем, либо развалится само, либо будет ниспровергнуто. В любом случае возникнет общество нового типа, в котором будут приняты новые виды управления. Существует, однако, риск, что в действительности оно может оказаться совсем не таким, как мы его себе представляем, и, вполне возможно, нам это общество не понравится. Мы должны употребить нашу науку и выявить все те скрытые в существующих структурах исходы, которые в свое время окажутся будущим. Давайте организовывать наши системы таким образом, чтобы свойственные им исходы соответствовали нашим социальным целям. Естественно, нельзя считать исходы полностью детерминированными, поскольку в системе присутствует шум (Может, следует называть его свободой воли?). Можно, однако, рассчитывать, что системы, построенные с должным учетом законов кибернетики, будут порождать поведение, предсказуемое с точки зрения обеспечения социальной потребности в устойчивости.

Общество благодаря росту сложности (являющегося в очень значительной степени функцией информационного взрыва) переросло возможности динамического регулирования, заложенные в его «благословенной» структуре. Еще раз именно с этих позиций заглянем на все кризисы, развертывающиеся вокруг нас, поскольку именно от этого положения мы должны отталкиваться, заглядывая в будущее.

Термоядерная угроза относится к категории, поддающейся численной оценке. Степень этой угрозы нарастает, а мы ведем себя так, как будто свык-

лись с ней. Угрозы, которые представляют разного рода загрязнения (пестицидами, шумом, канцерогенными веществами), поддавались и продолжают поддаваться прогнозированию с помощью систематических процедур. Ни одно из этих явлений не происходит случайно в результате несчастного случая или как реализация «гнева божьего». Мы сами создаем эти проблемы, не давая себе труда «вычислить» последствия действия систем, введенных в обращение цивилизацией. Расовые проблемы, нищета – все это поддающиеся количественной оценке проявления деятельности систем, поведение которых может быть «вычислено». Однако для того, чтобы привлечь наше внимание к этим проблемам, потребовались существенные социальные сдвиги и взрывы насилия, чтобы побудить общество хоть как-то изменить образ мышления.

Опасность, угрожающая нам сегодня, заключается в том, что общество может все же отказаться от изучения системных факторов, обуславливающих судьбу человечества, будет пренебрегать возможностями кибернетики, позволяющими уже сегодня справляться с этими многообразными, но взаимосвязанными проявлениями кризиса.

Подобные опасения вызываются двумя причинами. Прежде всего, нашей культуре нелегко справиться с тем, что она сама взращивается семена своего разрушения. Вместо изучения реальных систем и присущих им исходов предпочтение отдается прогностическим методикам. Используя такой несистемный инструмент, как метод Делфи, можно ради собственного успокоения предсказать наступление Золотого века. Но этот метод упомянут не случайно: дело в том, что его рекомендации обычно отличаются крайней неопределенностью, ибо формируются они вне системного контекста. Между тем системы, которые уже «запущены» и которые мы вскармливаем, расшатывают общество и в конечном счете сотрут его в порошок. Компьютеры, завершающие превращение нашей планеты в рай после вымирания человечества, могут показаться чудовищной фантазией, но эта картина немногим чудовищнее ситуации, уже существующей. Сидя в своем сверхблагоустроенном доме, можно через спутник непосредственно наблюдать затем, как дети умирают от голода или взрывы разрывают людей на куски.

Вторая причина, заключается в том, что техника как бы водит человечество за нос. У нас совершенно отсутствует представление о приоритетах потребностей, когда это касается нас самих. Мы делаем то, что легко осуществимо с технической точки зрения, и не заботимся при этом о затратах.

Таким образом, я хочу доказать следующее: кибернетизация изменяет принципу регулирования деятельности общества и в качестве реальной альтернативы предлагает вычислительные машины. Возможно такое вызовет удивление. Разве не легче нам всем бросаться в дебри техники вычислений в упоении лепетать о наносекундах и сверхбольших информационных массивах, хранящихся в банках данных, поражаться взрыву знания и грядущим чудесам запоминания и поиска информации посредством голограмм и фотоэлементов, чем выяснять истинный смысл кибернетизации? Чего вы в действительности ждете? Правда состоит в том, что большая часть тех проблем, которые мы готовы рас-

сматривать, - проблемы ложные. Они порождены теориями технического прогресса. Реальность состоит в том, что мы - элементы гигантской и почти неуправляемой системы, которая генерирует исходы, определяющие нашу судьбу. Мы собираемся на конференциях для того, чтобы поговорить о машинах, которые имеют смысл только в том случае, если они смогут помочь людям. Наша земля переполнена инсектицидами, но мы горим желанием узнать, как получать свои «бутерброды» прямо из телевизора. Я хочу сказать, что распространение знания еще может спасти этот мир, но я не говорю «спасет», потому что задыхаюсь от канцерогенного дыма, потому что мой самолет могут похитить, потому что меня могут пристукнуть на улице по дороге к знанию.

Я прорываюсь сквозь вас к вашему «я»; иначе говоря, пытаюсь отделить «знание», «информацию» от имеющихся у вас «данных». Данные – это множество описаний, каждое из которых молчит. Можно порождать сколько угодно «новых» данных, можно до бесконечности обмениваться ими, вести поиск данных и упорядочивать их. Все это служит прекрасным развлечением, иногда – полезным, иногда – доходным. Но мы должны задать вопрос: зачем? Целью является регулирование, а это означает, что данные должны быть преобразованы в информацию. Информация – вот то, что нас изменяет. Я тоже добиваюсь перемен: потому хочу сообщать не данные, а информацию.

Данные – это злокачественная опухоль, новейшая разновидность загрязнения окружающей среды. До тех пор, пока мы мыслим категориями обработки данных, проблема использования информации и знания для организации регулирования деятельности общества не решается и решаться не будет. «Технически» проще заниматься обработкой данных; именно на этот путь толкают нас интересы компаний, занимающихся производством компьютеров.

Важен механизм, позволяющий преобразовывать данные в информацию, а также механизм, обеспечивающий возможность использовать информацию для стимуляции деятельности общества. Оно превратилось в сложный организм и нуждается в нервной системе. Все, что нужно для решения проблемы, - заняться развитием научных и технических аспектов работы с информацией. В этом состоит задача.

Литература

1. Arthur S. Iberall, Toward a General Science of Viable Systems. McGrau – Hill Book Company. 1972;

2. S.Beer, Platform for Change, I. Wiley U.K., 1975;

3. Steve Heims, John Von Neumann and Norbert Wiener: from mathematics to the technologies of life and death. — MIT Press, 1980.

И.К. Стычков

ИНФОРМАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(Самарский университет)

Процессы, происходящие сегодня в глобальной информационной сфере и касающиеся обсуждения внутренней и особенно внешней политики Российской Федерации, показывают, что сформировалась информационная среда для политики сдерживания и санкций (экономических, дипломатических, военных и т.п.) в отношении России со стороны коллективного «Запада». Это требует, на наш взгляд, уточнения понятия «информационная война».

Информационные войны в настоящее время понимаются по утверждению А.И.Соловьева трояко: и как совокупность политико-правовых, социально-экономических или аналогичных действий, которые направлены на захват информационного пространства и как наиболее острая форма конфронтации в информационном пространстве и как форма обеспечения или ведения военно-силовых действий.[1] Подобные трактовки существенно расширяют, но не всегда оправданно, круг участников информационного противостояния. Главное же - они трактуют информационную войну именно как форму, фазу противостояния в информационном пространстве, скрывая при этом сущность такого типа информационных кампаний.

Такого же мнения придерживается и Г.Г. Почепцов, подчеркивая, что сегодня «информационная война/борьба» задается как контроль и эксплуатация информационной среды.[2] Но вместе с тем, он считает, что в последнее время универсальность «информации позволяет ... использовать ее для вхождения в другие пространства (политическое, социальное, экономическое, военное). И эта ее характеристика начинает все сильнее использоваться для решения разных прикладных задач».[3]

Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ № 646 от 5 декабря 2016г.) заявляет стратегическими целями обеспечения информационной безопасности в области государственной и общественной безопасности защиту суверенитета, поддержание политической и социальной стабильности, территориальной целостности Российской Федерации, обеспечение основных прав и свобод человека и гражданина, а также защиту критической информационной инфраструктуры (п.22).[4]

Следует отметить, что вопросы обеспечения информационной безопасности постоянно находятся в поле внимания органов государственной власти РФ. Вопросы политики информационной безопасности регулярно обсуждаются на заседаниях Совета Безопасности Российской Федерации. При этом авторитетном органе государственного управления Указом Президента Российской Федерации от 6 мая 2011 года № 590 создана Межведомственная

комиссия по информационной безопасности. В декабре 2016 года утверждена Доктрина информационной безопасности России. С 1 января 2018 года вступил в силу Федеральный закон о безопасности критической информационной инфраструктуры России. Таким образом, заложен правовой фундамент для дальнейших практических шагов на этом направлении.

Ежегодный доклад (февраль 2018г.) Временной комиссии Совета Федерации по защите государственного суверенитета и предотвращению вмешательства во внутренние дела Российской Федерации (создана в июне 2017г.) констатировал одними из важнейших угроз вмешательства во внутренние дела РФ использование СМИ и социальных сетей для дискредитации страны, институтов власти, политических лидеров и в целом для формирования определенных стереотипов общественного мнения, а также очернение на мировой арене российской политической и социально-экономической жизни с последующим использованием этой информации внутри России. Комиссия собрала обширный фактический материал, свидетельствующий о многочисленных актах информационной агрессии США и их союзников в отношении Российской Федерации за период 2011-2017гг.

Анализ использования медийных инструментов (включая Интернет-ресурсы) в целях вмешательства извне в суверенные дела РФ позволил Комиссии выделить следующие типичные приемы и методы:

- Использование глобальных СМИ для распространения специально подготовленного контента, который может содержать не только фэйковые новости, но и выводы, основанные на подтасованных данных либо предположениях, с целью дискредитации внешней и внутренней политики РФ в мировом масштабе.
- Прямая и адресная пропаганда на русском и языках народов РФ, как непосредственно через государственные СМИ США и их партнеров, так и через аффилированные с ними организации. Ее цель - возбуждать негативные настроения внутри российского общества относительно внешней и внутренней политики властей РФ, распространять слухи и дезинформацию.
- Прямое и косвенное влияние на СМИ в РФ, журналистов, блогеров, медийных лиц с целью вольного или невольного вовлечения их в пропагандистские кампании по иностранным сценариям.[5]

При выяснении сущности информационной войны стоит обратить внимание и на то, что информационные кампании подобного типа направлены прежде всего на поддержание или изменение образа мира целевой аудитории. В условиях необходимости изменения сложившегося образа мира и учитывая значительные ограничения воздействия механизма убеждения центральным механизмом воздействия на массовое сознание и поведения становятся технологии механизма внушения. Механизм внушения опирается на систему слов или зрительных образов, стимулирующих некритическое восприятие и усвоение информации. Сочетание механизма внушения с механизмами подражания и эмоционального заражения создает наилучшие условия для успешного информационного воздействия на массовое сознание.

Именно поэтому фэйковые (фальшивые) новости стали самым острым оружием современной информационной войны. Производство фальшивых новостей было поставлено на поток с возникновением газетного дела и появления сети иногородних корреспондентов в XIX веке. Активно использовали фальшивые новости англичане в период Первой мировой войны, а немцы — во время Второй. Для продвижения дезинформации на территории Британии немцы умудрились создать даже несколько фейковых радиостанций, которые, якобы, находились в Англии, и имели стиль вещания похожий на английские ресурсы. [6]

Но особенный размах производство фальшивых новостей приобрело с появлением социальных сетей. Современные информационные технологии превратили планету в единое информационное поле. Ряд стран уже фактически поставили информационные технологии на военную службу: формируют свои кибервойска, активно используют информационное поле для продвижения своих экономических и политических интересов, решения геополитических задач в целом, в том числе в качестве фактора так называемой мягкой силы.

Всемирная паутина постоянно используется для создания угроз не только информационной безопасности, но и национальной безопасности России в целом. Администрирование ключевых ресурсов и управление основными функциями Интернета осуществляется подконтрольными Западу организациями. Корневые сервера, предоставляющие доступ ко всему адресному пространству глобальной сети, находятся за пределами России. Присвоение имен и адресов происходит по правилам ICANN2, которая создана и контролируется США с 1998 года (штаб-квартира ICANN размещается в Лос-Анджелесе). Современная медиасреда контролируется несколькими международными холдингами («Эн-Би-Си Юниверсал», «Мердок Ньюс Корп», «АОЛ Тайм Уорнер» и т.п.) и в этой среде для неискушенного потребителя информации можно создать или опровергнуть любую новость и даже создать виртуальный мир в интересах заказчика. Государственным органом, который управляет «концертом независимых СМИ» и определяет, что, когда и как они должны освещать, является агентство правительства США - Совет управляющих по вопросам вещания (Broadcasting Board of Governors (BBG)). Указанный Совет контролирует работу СМИ, вещающих на 61 языке более чем в 125 странах. [7]

Закономерно то, что размах использования фальшивых новостей привел к тому, что сегодня мировые СМИ больше не соревнуются в изобретении фейков, конкурируя за аудиторию, а, напротив, объединяются для борьбы с ними. Однако, естественно и то, что это не касается России.

Для блокирования контента пророссийских источников информации создаются так называемые «антифейковые» объединения. В июне 2015 г. 9 ведущих медиакомпаний (Google NewsLab, Bellingcat, DigDeeper, Eyewitness Media Hub, Emergent, Meedan, Reported.ly, Storyful, Verification Junkie) реализовали совместный Интернет-проект First Draft News. Вскоре к нему присоединилась «тяжелая артиллерия»: Amnesty International, American Press

Institute, социальные сети Facebook и Twitter, более 30 периодических изданий (New York Times, Washington Post, Telegraph, Le Monde, и др.), телеканал CNN и даже Al Jazeera. Официальная цель проекта - борьба с фейковыми новостями и улучшение качества информации в СМИ и социальных сетях. Внешне все выглядит прилично, никто не хочет пользоваться подделками, но в данном случае создан единый международный центр цензуры любых новостей.

Аналогичная деятельность проводится в социальных сетях. 31 мая 2016 г. власти Евросоюза подписали соглашение с Facebook, Twitter, YouTube и Microsoft о предотвращении распространения «языка вражды» в соцсетях. [8]

Пожалуй самая широко обсуждаемая в течение длительного времени (более 2-х лет) и имеющая долгоиграющие последствия — это фейковая новость о вмешательстве России в выборы в США. Обвинения официальных кругов РФ строится на обвинении частной компании «Агентство интернет-исследований», которую связывают со структурами российского бизнесмена Евгения Пригожина, известного как «повар Путина».[9]

Интересно отметить, что заслугу в успехе Д.Трампа приписывают себе и подростки из македонского города Велес [10] , и Пол Хорнер, владелец империи фейков на Facebook.

Усиление и регулярность информационных атак на Россию началось после мюнхенского (2007г.) выступления В.Путина — обвинения в отравлении А.Литвиненко, аннексии Крыма, вмешательстве в американские выборы, создании допинговой государственной системы, «дело Скрипалей». Внутри России это привело к большей консолидации российского общества.

Литература

1. Политические коммуникации:Учеб. пособие для студентов вузов/Петрунин Ю.Ю. и др. /под ред. А.И. Соловьева. М.:Аспект Пресс, 2004, с.256-257.

2. Почепцов, Г.Г. Информационно-политические технологии /Г.Г. Почепцов. М.: Центр, 2003, с.16.

3. Там же, с. 9.

4. [Электронный документ] Режим доступа: https://rg.ru/2016/12/06/doktrina-infobezobasnost-site-dok.html

5. [Электронный документ] Режим доступа: http://council.gov.ru/media/files/G6hNGZ3VbQNiMdZki1BKbrsrvuRxPwim.pdf

6. [Электронный документ] Режим доступа: https://cdn.vedmsti.ru/image/2018/to69q/le

7. там же.

8. [Электронный документ] Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-doktrina-informatsionnoy-bezopasnosti-rossiyskoy-federatsii-kak-osnova-protivodeystviya-ugrozam-bezopasnosti-rossii-v

9. [Электронный документ] Режим доступа: http://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/4968999

10. [Электронный документ] Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2016/12/16/670039-makedoniya-mezhdunarodnim-tsentrom-feikovi

Г.А. Трафимова

СОЦИАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ КАК НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ОБЩЕСТВА

Самарский университет

В настоящее время осмысление проблем, связанных с логикой развития современных технологий, рассматривается в качестве одного из важнейших социально-философских оснований инновационного и технологического развития общества [1, с.61]. Как известно, технологические инновации в современном обществе становятся источником многочисленных экономических, политических, социальных и социокультурных изменений. Векторами таких изменений являются «цифровая» революция, появление новых отраслей экономики и новых профессий, а также изменения в понимании сущности сугубо человеческих феноменов [2, с.302]. При этом в научном анализе нуждаются не только сама логика технологического развития общества, но и обусловленные ею аспекты социального развития, особенно в форме неоднозначных для социума проявлений. Такой подход предполагает поиск эффективных механизмов «со-конструирования» общества и технологий, а также корректировку возникающих несоответствий. Как показывают многочисленные примеры, социальные последствия внедрения любых новых технологий могут носить разнонаправленный характер, зачастую вызывая негативные эффекты.

Среди новых технологий и технологических явлений наибольшую роль начинают играть большие данные (big data), блокчейн, криптовалюты, беспилотный транспорт, Интернет вещей, мессенджеры, виртуальная реальность, «уберизация», космический Интернет и т.д. Появление и поступательное распространение этих феноменов предполагает появление нового уровня взаимодействия людей с продуктами цифрового общества, поскольку становятся востребованными новые, не существовавшие ранее, но необходимые для жизни в меняющемся обществе знания и умения. Это неизбежно меняет традиционные социальные институты, прежде всего, институт образования, в сторону его цифровизации, что заставляет «изменить общий подход к образованию, приняв во внимание интеллектуальные и психологические особенности сегодняшнего молодого поколения, которое не знает, что такое жизнь в режиме оффлайн без доступа к киберпространству» [3]. Одной из наиболее значимых проблем становится проблема безопасности данных и формирование навыков личной безопасности в киберпространстве.

Происходящие в становящемся цифровым обществе изменения имеют и более глобальный характер. Речь идет об удешевлении передачи различных

материальных потоков: ресурсов, людей, энергии, информации. Вместе с тем, в последнее время стало очевидным, что прогнозы относительно позитивных изменений на рынке труда (с его интеллектуализацией) и оптимизации социальной структуры под воздействием новых способов производства в цифровой экономике не оправдываются. Исследователи все чаще обращают внимание на то, что развитие современных цифровых технологий само по себе не уравнивает социальные возможности людей, а, скорее, напротив, - усиливает социальное неравенство. Один из примеров, который демонстрирует усиление глобального социального неравенства, состоит в том, что цифровыми технологиями в большей степени пользуются более развитые страны и более обеспеченные люди. В то же время все более очевидно, что в эпоху новых технологий механизмы социального неравенства не просто продолжают воспроизводиться, но часто стимулируют рост неравенства, поскольку такие принципы закладываются в автоматизированные системы и системы с элементами искусственного интеллекта (ИИ). Вместе с тем, ранее предполагалось, что новые технологии будут исключительно положительно влиять на социальную структуру общества, давая людям равный доступ к различным услугам, к удовлетворению различных потребностей, чем будут снижать уровень социального неравенства. Однако, проводимые исследования свидетельствуют о том, что этого не происходит [4].

При анализе проблем формирования цифрового общества необходимо учитывать влияние тех или иных цифровых феноменов как на жизнь отдельных социальных субъектов (например, на молодежную группу), так и на жизнь общества в целом (социальный контроль с помощью цифровых технологий). Такой анализ должен учитывать целый ряд факторов социального, политического, финансового, организационного и социально-психологического характера, которые оказывают существенное влияние на широкое распространение социально значимых технологий.

При этом необходимо учитывать, что постоянно появляются новые угрозы. Так, наряду со ставшими уже привычными социальными угрозами (терроризм, миграции, экономические и политические кризисы, безработица и т.д.) все острее становится угроза цифрового порабощения. Порабощение человека технологиями, рассматриваемое первоначально в рамках научно-фантастической литературы XX века, стало основной темой интеллектуальных дискуссий в последнее десятилетие. В современном обществе мы все больше сталкиваемся с анализом влияния алгоритмов на поведение людей, когда алгоритмы могут анализировать не вполне осознаваемые человеческие влечения и мотивы. Ставший широко известным пример - алгоритмы социальной сети Facebook, не просто предлагающие пользователям определенные товары, услуги, аналитические материалы, но и позволяющие путем определенных технологий прямо влиять на поведение огромных масс людей [5].

Как показывают успехи некоторых маркетинговых стратегий, big data как механизм сбора и обработки данных о повседневной жизни людей становится все более привлекательным для управления обществом. Об этом свидетельствует пример современного Китая, уже применяющий принципы «социально-

го кредита», когда за то или иное поведение человек получает социальные баллы и привилегии или лишается их [6]. Поскольку система «социального кредита в Китае апробируется уже несколько лет, важнейшим является получение ответа на вопрос: как возможно социальное творчество в новом, контролируемом с помощью цифровых технологий, мире? Не случайно в последнее время крайне обострились дискуссии вокруг вопроса о допустимости использовать персонифицированную информацию пользователей социальных сетей в различных целях (прежде всего, маркетинговых и политических).

Последний пример демонстрирует, что в быстро формирующемся цифровом обществе опасность технологий, повсеместное внедрение которых мы наблюдаем, часто сопровождается отсутствием хоть какой-то экспертизы относительно социальных последствий их широкого распространения.

По большому счету пока недостаточно осознается, что существующий социальный порядок плохо согласуется с новыми вызовами цифрового общества. Довольно большой пласт уже известных проблем и рисков, связанных с криптовалютами, ИИ, блокчейном, Интернетом вещей пока недостаточно освещается как в научном плане, так и в общественном дискурсе. При этом искусственному интеллекту предполагается поручить максимально большое количество сфер, включая сферы высокой человеческой ответственности: безопасность, транспорт, медицину и суды. В то же время, началось широкое обсуждение проблем отсутствия необходимого контроля за безопасностью внедряемых технологий. Ряд стран начали реализовывать собственные цифровые платформы, надеясь выйти с ними на общемировой уровень. Другие страны, напротив, стремятся к так называемому «цифровому суверенитету».

В этой связи появляются голоса о ложной системе координат, навязываемой обществу цифровыми технологиями. В этом плане новой проблемой становится фактическое противостояние человека и транснациональных корпораций Google, Microsoft, Facebook и др., а также широко распространенных цифровых платформ типа Alibaba и Tencent, к которым все чаще переходит контроль за поведением людей. Несмотря на то, что первые лица таких компаний декларируют, что будущие интернет-технологии будут построены на принципах «конфиденциальности, безопасности и человечности», многочисленные примеры показывают, что в большинстве случаев человек не выдерживает проверку технологиями, поскольку не имеет возможности сохранить свою идентичность. Поскольку фактически речь идет о появлении постчеловеческих феноменов, о потери гуманистических основ человеческой жизни, необходимо серьезно осмыслить проблемы применения цифровых технологий для того, чтобы тщательно проработать социальные, правовые, социокультурные аспекты реализации новых технологических проектов и постараться максимально уменьшить их негативные последствия.

Литература

1. Горбунов Д.В., Нестеров А.Ю. Технологическое будущее: вызов «третьей природы» // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. Т.16. №4. 2017. С. 60-71.
2. Трафимова Г.А. Социальные последствия новых технологий в «цифровом» обществе // Философия науки и техники в России : вызовы информационных технологий: сборник научных статей / М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т ; под общ. ред. Н.А. Ястреб. – Вологда : ВоГУ, 2017. – С.302-305.
3. Штайн Л. Высшее образование в эпоху цифровой революции [Электронный ресурс] // Альманах Цифровая экономика. 2017. С.35-39. http://sk.ru/news/m/skmedia/20434.aspx
4. Algorithms are making American inequality worse // MIT Technology Review. January 26, 2018. https://www.technologyreview.com/s/610026/algorithms-are-making-american-inequality-worse/
5. NYT: Как украденные данные пользователей Facebook помогли Трампу манипулировать выборами и при чем здесь Россия. The Insider. [Электронный ресурс]. https://theins.ru/politika/95603.
6. Китайцев с плохим «социальным рейтингом» перестанут пускать на самолеты и в поезда. [Электронный ресурс]. https://tjournal.ru/67764-kitaycev-s-plohim-socialnym-reytingom-perestanut-puskat-na-samolety-i-v-poezda

В.В. Ходыкин

РОЛЬ ФЕНОМЕНОЛОГИИ В НАУЧНОМ ИССЛЕДОВАНИИ

(Самарский университет)

В целом, как хорошо известно, под феноменологией обычно подразумевают весьма распространенное направление в современной, главным образом, западной философии, для которого характерно акцентирование внимания на так называемом беспредпосылочном анализе опыта когнитивного сознания посредством выявления в нём наиболее существенных особенностей.

Традиционно считается, что у истоков данной школы находится Эдмунд Гуссерль. Хотя, в порядке уточнения можно обратить внимание на явных предшественников данного мыслителя, в частности, таких мыслителей как Франц Брентано или Карл Штумпф. Правда при этом наиболее известным сочинением феноменологического содержания, по всей видимости, следует считать «Логические исследования» Э. Гуссерля. В основе данного трактата находится интенциональность сознания субъекта.

Для зарождения феноменологии характерно гуссерлианское изречение «назад, к самим вещам». А это, в свою очередь, явно контрастировало в свое время с довольно популярными обращениями к Канту или Гегелю. Другими словами, речь идет о призывах отмежевания от весьма традиционных на тот момент дедуктивных философских построений. Это также подразумевало

определенного рода скепсис в отношении редукции вещей и сознания к неким каузальным связям, в значительной степени присущих научному исследованию. В этой связи в рамках феноменологии прослеживается явный интерес к первичному опыту. В частности, Гуссерль особый акцент делает на опыте когнитивного сознания. Здесь такого рода сознание рассматривается в отличие от эмпирического предмета психологических исследований именно в качестве «трансцендентального Я» или «чистого смыслообразования». А это, собственно, и формирует контекст интенциональности.

Таким образом, поиски так называемого чистого сознания, можно сказать, apriori связаны с критическими замечаниями в адрес натурализма, психологизма и платонизма. Соответственно, феноменологическая редукция побуждает нас абстрагироваться от констатаций по поводу реальности мира вещей посредством вынесения за скобки самого его существования в действительности. В свете этого Гуссерль ощущает необходимость построения некоей универсальной философии или онтологии как науки, постулирующей «всеобъемлющее единство сущего». Причем такого рода рефлексия, по замыслу известного мыслителя, должна была обрести самое строгое обоснование. В свою очередь, последнее обстоятельство должно было стать аналитическим фундаментом в поисках знания об окружающей действительности в рамках всех возможных научных исследований. Соответственно, роль подобного рода рефлексии, согласно гуссерлевскому замыслу, сыграть как раз феноменология.

Иначе говоря, феноменология в процессе исследований осуществляет систематизацию априорного содержания сознания. При этом в ходе редукции априорного к «последним… сущностным необходимостям» феноменология задаёт фундаментальные категории различным отраслям науки [2, с. 88]. Таким образом, важнейшая задача феноменологии заключается «в познании полной системы образований сознания, конституирующих» объективный мир имманентно [1, с. 50]. Собственно, касательно методологии проведения феноменологического исследования следует обратить особое внимание на так называемое непосредственное созерцание или очевидность, а также на феноменологическую редукцию. В то же самое время непосредственное созерцание, будучи ключевым методом феноменологии, фактически указывает на ее дескриптивность. Это означает, что исследовательской базой для феноменологии выступают, главным образом, материалы, полученные посредством интуиции.

В рамках феноменологической редукции можно выделить три основных вида: 1) феноменолого-психологическая редукция, где чистая феноменология отвлекается от так называемой естественной установки сосредоточения на внешнем мире посредством фокусирования внимания на акте переживания сознания, как раз являющего нам мир; 2) эйдетическая редукция предполагает, что феноменология рассматривает переживания сознания именно как идеальные сущности, а не как конкретные факты; 3) трансцендентальная редукция, где феноменология уже не ограничивается редукцией к переживаниям сознания, а, соответственно, охватывает помимо внешнего мира сферу душевного, другими словами, сознание в качестве некоего потока переживаний определен-

ного эмпирического субъекта осуществляет редукцию в направлении чистого сознания.

Таким образом, феноменологические исследования посредством некоего абстрагирования от сущего, анализируют потенциальные сущности, которые в значительной степени априорны нашему сознанию. «Старинное учение онтологии – познание „возможностей" должно предшествовать познанию действительности – это, на мой взгляд, великая истина, – если только она понята верно и верно поставлена на службу делу» [1, с. 130]. Помимо всего прочего речь в данном случае идет о дескриптивной науке, которая лимитирована непосредственной интуицией или очевидностью. Таким образом, в качестве необходимого метода здесь выступает непосредственное интуитивное созерцание сущностей, т.е. идеация [3, с. 151-152]. Также можно заметить, что в данном случае обсуждается так называемая дескриптивная наука, занимающаяся самой сущностью чистых трансцендентальных переживаний. Соответственно, феноменология в данном контексте представляет собой дескриптивную науку о сущностях трансцендентально чистых переживаний в рамках интуиции. «…Поле феноменологии – это анализ раскрываемого в непосредственной интуиции априори, фиксаций непосредственно усматриваемых сущностей и взаимосвязей таковых и их дескриптивное познание в системном союзе всех слоев в трансцендентально чистом сознании» [1, с. 140-141].

В то же самое время в процессе проведения детальных исследований в феноменологическом ключе одним из важнейших методических принципов как критерия присутствия кого-либо или чего-либо выступает очевидность. Соответственно, особое значение в данном контексте приобретает выявление так называемых исходных очевидностей, собственно говоря, на которых базируется достоверное знание. «Аподиктическая же очевидность обладает той замечательной особенностью, что она не только вообще удостоверяет бытие очевидных в ней вещей или связанных с ними обстоятельств, но одновременно посредством критической рефлексии раскрывается как простая немыслимость их небытия» [2, с. 68].

При этом аподиктической очевидностью не является сама возможность сомневаться в существовании бытия. А в процессе осуществления трансцендентально-феноменологической редукции бытие оказывается преимущественно опытом или соответствующим феноменом. Из этого, по мнению Гуссерля следует, что такому опыту «в качестве самого по себе более первичного бытия предшествует бытие чистого ego и его cogitationes» [2, с. 100]. Другими словами, речь в данном случае идет о так называемом чистом сознании, а также о его переживаниях, рассматриваемых в сущностном аспекте, что, собственно, и составляет искомую здесь аподиктическую очевидность. За всем этим становится необходимым выявление так называемых дальнейших абсолютных очевидностей, под которыми Гуссерль понимает некую «универсальную аподиктическую структуру опыта Я [трансцендентального опыта] (например, имманентную временную форму потока переживаний)» [2, с. 172].

В этой связи под трансцендентальной феноменологией Гуссерль понимает весьма специфическую науку о трансцендентальном ego, а также о присущем ему трансцендентальном опыте. При этом самоистолкование трансцендентального ego демонстриует нам как оно формирует в себе трансцендентное. Все это дает возможность для проведения детальных исследований разного рода потенциальных типов сущего, в значительной степени формирующих содержание сознания исследователя. Констатируемое в данном случае дает нам возможность обнаружить трансцендентальную теорию познания, которая отличается от традиционной, базирующейся на проблеме трансцендентного, в свою очередь, утратившей смысл для феноменологии.

В свете приводимых констатаций феноменологический метод может рассматриваться как качественная стратегия «сбора и анализа данных о феноменологическом составе переживания и смысле, который имеет для человека определенный предмет, ситуация, событие или какой-то аспект собственной жизнедеятельности» [6, с. 143]. В этой связи данный метод присутствует в контексте весьма обширного философского и научного подходов, уходящих своими корнями в феноменологию Э. Гуссерля. А последняя, как уже говорилось, нацелена на постижение всей полноты содержания нашего сознания. Последнее с позиций феноменологии позволяет представить бытие вокруг нас сквозь призму непосредственных интуитивных трансцендентально чистых переживаний окружающих сущностей.

Таким образом, в основе феноменологии в качестве научного метода находится представление об истинности каждого индивидуального опыта. Соответственно, необходимая информация об индивидуальном опыте может быть получена посредством исследования взаимосвязи между различными компонентами бытия через переживания его единства в сознании субъекта. Тем самым фактически и проявляет себя широко известная в философском сообществе интенциональность сознания с его так называемым смыслоформирующим отношением к действительности.

Резюмируя можно сказать, что в качестве научного феноменологический метод может быть применим в частности в исследованиях в области психологии, психотерапии, психиатрии. Как показывает практика, в значительной степени феноменологический метод оправдывает свое применение в рамках исследования какого-то частного случая, формирующего прецедент для осуществления фундаментального изучения какого-либо психического феномена. Такого рода научные исследования с опорой на феноменологический метод в замысле своем нацелены на максимальное приближение к непосредственности эмпирических данных. А это, в свою очередь, дает возможность ученым максимально выявить все многообразие и уникальность внутреннего человеческого мира, а также компенсировать утраченные в формализованном подходе к статистическим данным о всевозможных свойствах психических феноменов.

Литература

1. Гуссерль Э. Идеи к чистой феноменологии и феноменологической философии. Т. 1. М.: ДИК, 1999. 311 с.

2. Гуссерль Э. Картезианские размышления. СПб.: Наука, 2001. 315 с.

3. Гуссерль Э. Философия как строгая наука // Гуссерль Э. Философия как строгая наука. Новочеркасск: Сагуна, 1994. С. 127-175.

4. Ингарден Р. Введение в феноменологию Эдмунда Гуссерля. М.: Дом интеллектуальной книги, 1999. 224 с.

5. Мерло-Понти М. Феноменология_восприятия. СПб.: Ювента; Наука, 1999. 602 с.

6. Улановский А.М. Феноменологический метод в психологии, психиатрии и психотерапии // Методология и история психологии, 2007. Т. 2. Вып. 1. С. 130-150.

СОДЕРЖАНИЕ

Гречишников В.М. К 80-летию со дня рождения Н.Е. Конюхова 3

Автоматизированные системы научных исследований

Semezhev N. Carrier leakage suppression in multiport based SDR systems 5
Semezhev N. Impact of phase shifting network on carrier leakage suppression and error vector magnitude 9
Verkhoturov M., Verkhoturova G., Yagudin R., Danilov K. No-fit polyhedron for irregular packing of non-convex objects 13
Бербасов О.Д., Лёзина И.В. Автоматизированная система прогнозирования временных рядов радиально-базисной сетью с различными функциями активации 23
Бекназарова С.С. Описание потоков изображения с помощью полиномов 25
Безруков Д.В., Куликовских И.М. Модель долговременной памяти неокогнитрона 28
Буржомов С.А., Зеленко Л.С. Разработка модуля конфигурирования сигналов АСУ ТП привокзальной отопительной котельной на основе контроллеров REGUL 32
Вилков А.В. Автоматизированная система формирования и обработки оперативной информации о передвижении транспортных средств 35
Володина О.А. Разработка системы анализа видеороликов по эмоциональной реакции пользователя с использованием сверточной нейронной сети 37
Гетманская А.Ю. Математическое моделирование обучающих систем на основе конечных автоматов 39
Голов А.С. Автоматизированная система учета и планирования деятельности предприятия по работе с его клиентами 43
Денисов В.Ф. Технологии и инструменты интеграции распределенных информационных систем 47
Елистратов А.А. Автоматизированная система поиска уязвимостей в механизмах распределения ограниченного ресурса на основе нейронных систем 51
Елунин М.Н., Пиявский С.А. Математическая модель оценки эффективности взаимодействия в исследовательских коллективах 53
Жуков Д.А., Клячкин В.Н. Диагностика исправности технического объекта с использованием пакета Matlab 55
Заико А.И. Оценка распределения вероятности эргодического случайного процесса со ступенчатой корреляционной функцией. Ч.1. Экстраполяция 58

Заико А.И. Оценка распределения вероятности эргодического случайного процесса со ступенчатой корреляционной функцией. Ч.2. Интерполяция 61
Зайнуллина А.А., Атнабаев А.Ф. Проектирование прототипа ГИС для мониторинга работы городской ливневой канализации 66
Засов В.А. Адаптивный эквалайзер с регуляризацией настройки 70
Иващенко А.В., Катиркин Г.В., Хорина А.А. Технические средства акцентной визуализации 74
Калинкина М.Е. Перспективные направления развития современных микромеханических акселерометров 77
Косыгин А.Н. Цифровая обработка экспериментальных данных, полученных методом фотоупругости 79
Косыгина Л.Н. Растяжение упругой пластины с боковыми надрезами 83
Климашова Г.П., Коварцев А.Н. Применение информационных технологий при выяснении правил формирования начальных приближений конформаций атомных кластеров морса на основе геометрически обоснованного метода 87
Кабильджанов А.С., Охунбабоева Ч.З., Авазбаев А.А. методика выбора оптимальных значений параметров мелиоративной техники в условиях многокритериальности 91
Константинов Э.С. Беспилотный летательный аппарат на базе смартфона 97
Константинов Э.С. Беспилотный автомобиль 100
Кравченко А.В. Сравнительное исследование методов определения авторства текстов 104
Кудрявцева Т.Г. Визуализация графовых моделей на основе анализа топологии графов 107
Куликовских И.М., Прохоров С.А. Неявная регуляризация регрессионных моделей на основе контроля динамических когнитивных карт 111
Курбанов З.М. Технология построения двухмерных, трехмерных и специализированных графиков в среде MATLAB 115
Ларькова Е.С. Применение метода цифровой фотоупругости для определения коэффициентов полного асимптотического разложения М. Уильямса 119
Лякишев А.А., Лёзина И.В. Автоматизированная система аппроксимации плотности вероятности радиально-базисной нейронной сетью с применением алгоритмов инициализации весов 122
Лёзин И.А., Худобердина Е.С. Кластеризация кристаллических решеток гибридной нейронной сетью Кохонена 125
Мартыненко А.А., Заякин О.А. Исследование системы градуировки модальных жидкокристаллических линз 127
Морозов И.С., Лёзина И.В. Сравнение возможностей сетей Хопфилда и Хемминга при решении задачи распознавания рукописных символов 131

Назарова Е.А., Куликовских И.М. Нечеткий алгоритм обучения на основе эффекта забывания, вызванного извлечением информации 132
Новиков А.О., Чернобровин Н.Г. Автоматизированная установка диагностики биполярных транзисторов 135
Новиков Д.А., Лезина И.В. Применение модифицированного алгоритма муравьиной колонии для инициализации весов нечеткого многослойного персептрона при решении задачи прогнозирования 138
Никишина А.Л. Прогнозирование прибыли проекта в интерактивном приложении для бизнес-анализа и управления проектами «Analysis and project management» 140
Орлов С.П., Рыбакова И.А. Исследование комплексного подхода по внедрению CRM-систем 143
Паламарчук О.С., Комогорцев С.Н, Зеленко Л.С. Исследование алгоритмов сжатия данных при загрузке для расчета показателей готовности оборудования к выработке электроэнергии 146
Пономарев Е.А., Куликовских И.М. Метод группового обучения алгоритмов на основе эффекта забывания, вызванного извлечением информации 149
Пулькин А.В. Оценка направления роста трещины в условиях смешанного нагружения: критерии разрушения, основанные на многопараметрическом описании поля напряжений 152
Пензин К.В. Разработка подсистемы формирования отчетов программного комплекса «Мониторинг готовности» 158
Пономарев В.А., Пономарева Н.В. Метод и алгоритм выделения музыкально-акустического сигнала из его смеси со случайным дискретным телеграфным сигналом 161
Пономарева О.В., Ходырев В.Д., Шагбедов А.В. Проблемы виброакустического функционального диагностирования металлообрабатывающего оборудования 165
Поглазов К.Ю. Имитационная система Моделирование действий пехотинца с боевыми машинами в различных ситуациях в среде Anreal development kit 169
Пирова Р.К., Якубов С.Х. Функциональный синтез системы управления температурно-влажностными режимами овощехранилищ с разными объемами 172
Ростов А.А., Заякин О.А. Исследование функции преобразования экспериментального лазерного кругломера 177
Рыбакова И.А., Лабыскин В.Ю. Исследование методов и разработка алгоритма анализа и распознавания изображения 181
Сахибазарова В.Б., Кудрина М.А. Исследование алгоритмов фрактального сжатия изображений 185
Скоков А.Д. Построение графовых моделей популяций с применением ГИС-методов 188

Самароков С.Ю. Дополнительная защита данных на мобильных устройствах ОС Android 191
Сытник А.А., Гвоздюк И.В. Об одном подходе к автоматному моделированию поведения информационно-коммуникационных систем 194
Сытник А.А., Папшев С.В., Шульга Т.Э. Об одном походе к семантической кластеризации 199
Санталов А.А., Жуков Д.А. Диагностика технического состояния системы с применением нейросетевых методов 202
Тарасов А.А., Лёзина И.В. Аппроксимация плотностей вероятности нечётким персептроном 205
Узянбаева Я.Ф. Разработка системы автоматизации имитационных исследований «Автобусный маршрут» в среде Anylogic 208
Фролов К.В. Конечно-элементное исследование смешанного нагружения на примере полудиска с надрезом 212
Фетисов В.С., Мирская И.В., Кильметов Р.А. Автоматизация испытаний винтомоторных групп малых беспилотных летательных аппаратов 217
Фетисов Д.В., Фетисова Т.А., Колесенков А.Н., Бабаев С.И. Субпиксельная обработка аэрокосмических снимков при дистанционном мониторинге земли 220
Хрисанов Н.Н. Принцип логического развертывания в информационно-измерительных системах 223
Черняховская Л.Р., Мухаметьянова Р.И. Стратегическое управление эффективностью персонала организации с использованием комплексной программы обучения 227
Чигарина Е.И., Шеремеев М.И. Алгоритмы кластеризации в задачах обработки данных большого объема 229
Шарофутдинов И.У. Цифро-аналоговая линеаризация на основе аппроксимации непрерывными сплайнами 231
Шарофутдинов И.У. Аппроксимация диффузионных задач 235
Шокиров А.М. Вычисления определенного интеграла в MSEXCEL 238
Шокиров А.М. Асимптотическое вычисление суммы ряда 242
Яблоков Д.Е. Специализация поведения интервальных алгоритмов с помощью моделей обобщенных концепций итераторов 245

Информационная безопасность

Abdukadirov B. Secrity support in the language of PERL server scripts 250
Turgunov B., Komilov A., Abdurasulova D., Umarov X. Security of a smart home 253
Shukrullaevna N.D. Encryption medical data by software transmission in IP4 and IP6 protocols 357
Nurjabova D. Application of new methods and methods cyber criminalistics 260
Umurzakova D.M. Information security and data protection 264
Абдуллаев Ш., Хакимов Ж., Абдурасулова Д. SSL и S-HTTP - защита web-приложений 266

Абраров Р.Р., Бурлаков М.Е. Организация децентрализованной, безопасной и анонимной MESH-сети 268
Андросова Т.Е., Федосеев В.А. Метод встраивания информации в изображения в формате JPEG 2000 272
Бизин Д.А., Бурлов С.А. Модель квантового алгоритма шифрования на состояниях орбитального углового момента фотонов 276
Бурлов С.А., Егоров Н.В. Реализация модели квантового кодирования и декодирования на состояниях орбитального углового момента фотонов 280
Григорьев А.Ю., Смагин А.А Оценка свойств генераторов случайных чисел на основе учёта сходства однородных частей порождаемой последовательности 284
Закиров Р.Р. Защита программ от отладки 287
Климентьев К.Е. Оптимальное сканирование адресного пространства во время эпидемий SI-типа 290
Курзенева Т.А. Применение конкурентной разведки в целях защиты информации 293
Кусакина Н.М. Классификационный подход к аномалиям сетевого трафика при проектировании системы обнаружения вторжений 296
Маликова К., Хомидова Н., Адхамов М., Бойхонова А. Защита информации от несанкционированного доступа в волоконно-оптических линиях связи 299
Маматкулова Д., Рахматова Д. Факторы, связанные с миром и солидарностью 301
Мудров Д.С. Исследование алгоритмов хэширования для мобильного приложения 304
Мухтаров Ф.М. Многостадийные процессы формирования информационных ресурсов 306
Мухтаров Ф.М. Информационная технология приоритетный фактор в формировании стратегии межгосударственных отношений 315
Петросян А.А., Бурлаков М.Е., Бондаренко В.В. Анализ способа оптимизации дифференциального криптоанализа 320
Рахматова Д.Ж. Национальная безопасность: содержание и основные компоненты 324
Супрыткина В.А. Исследование методов информационного воздействия в задачах информационной безопасности 327
Узаков О.Ш. Оценка сложности алгоритма шифрования данных государственного стандарта Узбекистана DST2005 331
Узаков О.Ш. Оценка экспоненциальной сложности стандарта алгоритма шифрования ГОСТ 28147-89 335
Филатов Н.А. Управление сетевой безопасностью в программно-определяемых сетях 339
Цветов В.П. О вложении измерительных шкал 341

Чернов О.В., Шкиндеров М.С., Гизатуллин Р.М. Моделирование распространения микросекундных импульсных электромагнитных помех по двухпроводной линии сети электропитания здания 344
Шкиндеров М.С., Чернов О.В., Гизатуллин Р.М. Моделирование распространения наносекундных импульсных электромагнитных помех по двухпроводной линии сети электропитания здания 348
Шкиндеров М.С., Чернов О.В., Гизатуллин Р.М. Функционирование цифровых элементов при преднамеренном воздействии микросекундных электромагнитных помех по сети электропитания 352
Шкирдов Д. Метод ловушек для составления черных списков атакующих адресов 356

Интеллектуальные информационные системы

Akramova G.A. E-commerce development in Uzbekistan 359
Akramova G.A. Theoretical aspects of E-business in uzbekistan 362
Ganiyeva Sh.N. Service management in the field of information technologies 365
Komilov A.O. Power of network photoelectric power stations 268
Komilov A.O. Alternative sources of electricity premiere in the systems of telecommunications 372
Mandl R., Mednikov F.M., Nechaevskiy M.L. Modeling of self-adaptive measuring system based on eddy current sensors 375
Mamatmuradova M.U. Intellectual information systems 377
Umurzakova D.M. Functions of mobile communication in the future home 379
Акимов В.А., Литвинов В.Г. Исследование качества классификации изображений свёрточной нейронной сетью 381
Альгашев Г.А., Солдатова О.П. Нейропластичность свёрточных нейронных сетей 385
Антошина О.В. Применение алгоритмов семантического анализа текстовой информации для определения заимствований 389
Архипов А.О. Применение технологии распределенных реестров для задач автоматизации проектирования электронных средств 393
Архипов А.О. Применение технологии распределенных реестров при изготовлении печатных плат 396
Белоусов А.И., Щетинина Т.А. Применение атрибутивного подхода разграничения прав доступа к унифицированным фреймовым структурам хранения данных 399
Богуренко П.А, Зубков В.Д., Бурлаков М.Е. Фильтрация RSSI методом скользящего среднего 402
Болотов М.А., Печенин В.А., Рузанов Н.В., Колчина Е.Ю. Нейросетевая модель для прогнозирования относительного расположения контактирующих профильных объектов 405
Веерпалу Д.В. Информационно-аналитическая система мониторинга мероприятий Федеральных целевых программ 410

Возмилкин В.И., Павлова А.Н. Система мультиагентного имитационного моделирования инвестиционного процесса макроуровня 412
Воробьев Д.А., Литвинов В.Г. Автоматизированная система прогнозирования поведения валютного рынка с применением анализа эмоциональной окраски сообщений в социальных сетях 416
Выгодчикова И.Ю. Анализ динамики обменного курса валюты на основе минимаксного критерия аппроксимации 420
Галимуллина Э.Э. Нечеткологическое устройство на примере простой модели зарядного устройства для аккумуляторных батарей 422
Галицкая А.В., Симонова Е.В. Метод калибровки мультиспектральных снимков беспилотных летательных аппаратов 427
Галузин В.А., Симонова Е.В. Подсистема планирования работы целевой аппаратуры группировки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли при наблюдении обширных территорий 430
Гирин Р.В. Искусственная нейронная сеть для диагностики объектов по термограммам 434
Жирнов В.И., Виштак Н.М., Штырова И.А. Модуль индексации слабоструктурированных данных в системе электронного документооборота 437
Иванцов А.В., Христодуло А.Д., Камильянова А.Д. Общие вопросы организации эксплуатации WEB-ГИС на предприятиях водоснабжения 440
Искандаров У.У., Эгамбердиев М.М. Аспекты и проблемы создания и содержании «умного дома» 444
Казанцева И.С., Солдатова О.П. Исследование эффективности обучения нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга при помощи алгоритмов кластеризации данных 448
Каримов Ш.С., Бахриева Х.А., Нигматов З.З. Построение информационной среды технологического процесса 450
Карян А.Д., Белоусов А.А. Разработка интеллектуальной системы управления продажами через Интернет 454
Кильдюшев В.О., Еленев Д.В. Исследование и разработка распределенной системы миграции данных 458
Кильметов Э.А., Заико А.И. Экспериментальное исследование ИИС контроля магнитного поля на базе АМР модуля 461
Кириченко Г.С., Слесарева Е.А. Электронное описание изделия 464
Колчина Е.Ю., Печенин В.А., Болотов М.А. Методика анализа упругой линии ротора с использованием CAE систем 467
Корчагин П.О., Пиявский С.А. Многоцелевой подход в принятии решений 471
Кузьмин И.В., Солдатова О.П. Исследование эффективности решения задачи классификации нейронными сетями персептронного типа 474
Лагарникова А.В., Сюсин И.А. Концепция конструктора построения автоматизированных тестов для мобильных приложений на уровне пользовательского интерфейса 477

Лещева Д.В., Семенова В.А., Смирнов С.В. Пользовательский интерфейс программной лаборатории для онтологического анализа данных 479
Лефарова Е.О., Иващенко А.В. Концепция бюджетного управления в системе поддержки принятия решения ситуационного центра 482
Мазаев А.В., Лёзина И.В. Распознавание печатных символов нейронной сетью BAM 484
Максимов А.Н., Максимов Н.А. Разработка и описание математической модели прокладки маршрута полета группы беспилотных летательных аппаратов 487
Мишутин Д.Е., Симонова Е.В. Планирование применения оборудования группировки МКА на основе мультиагентного подхода 491
Мухитдинов М.М., Кулдашев Г.О. Оптоэлектронное двухволновое устройство для контроля влажности материалов 494
Мухитдинов М.М., Кулдашев Г.О. Устройства для измерения концентраций атмосферных газов на основе персонального компьютера 499
Назарова А.Н., Сюсин И.А. Исследование технологий классификации и кластеризации данных о географическом положении мобильных устройств 502
Нечаев А.П. Исследование алгоритмов детектирования особых точек для решения задачи сравнения изображений 506
Нуржанов Ф.Р. Исследование методов идентификации личности в криминалистике 508
Олянич И.А. Обзор алгоритмов построения ассоциативных правил по крупноформатным данным 513
Онисич С.А., Солдатова О.П. Влияние алгоритмов обучения на сходимость и погрешность многослойного перспетрона 516
Пархоменко С.Г., Симонова Е.В. Подсистема оценки рисков комплексной системы безопасности предприятия 520
Проценко Д.А., Симонова Е.В. Критерии качества прохождения тренировок с использованием программного тренажёра для подготовки специалистов главной оперативной группы управления полётом интегрированного российского сегмента МКС 523
Попков П.К. Нагрузочное тестирование систем управления сайтом 527
Порубай, О.В. Горовик А.А. Использование метода Виолы-Джонса для разработки системы распознавания лица человека на фото и видеоизображениях 531
Рахмонова М.Р., Мухамедиева Д.Т. Решение задачи выбора маршрута с использованием генетического алгоритма 535
Семёнова А.С. Модуль оценки рецензентом работ школьников 538
Сергеев А.И., Фирстов Д.О. Обзор существующих методов передачи данных в САПР на предмет автоматизации выбора режущего инструмента 541

Ситникова М.А. Исследование возможности встраивания дополненной реальности в ВЕБ-приложения без использования специальных маркеров 544
Соловьев А.И. Обработка естественных языков 546
Старкова Е.В., Прохоров С.А. Исследование методов классификации текстов на естественном языке 551
Сурков А.В., Литвинов В.Г. Автоматизированная система мониторинга и прогнозирования метеорологических показателей 555
Табет Н.К.А., Фетисов В.С. Интеллектуализация измерений толщины парафиновых отложений в нефтепроводах 559
Хожамкулова Ю.Ж. Автоматизированные технологии управления водного режима полива риса 562
Чеховских И.В., Симонова Е.В. Разработка алгоритма построения онтологии по текстовому описанию 564
Шарипов А.А., Мавлютов А.Р., Атнабаев А.Ф. Анализ и извлечение содержимого информационных ресурсов сети Internet средствами языка PHP и информационных технологий 567
Шаталин Р.А., Овчинников П.Е., Фидельман В.Р. Алгоритм обнаружения нехарактерного поведения на основе главных компонент и комбинации характеристик плотных траекторий движения 570
Шибаева А.О, Солдатова О.П. Влияние параметров метода случайных деревьев на точность решения задачи классификации в условиях малой выборки 574
Янников И.М., Телегина М.В. Организация биомониторинга лесных экосистем с помощью экспертной системы 577

Информационные технологии высокопроизводительных вычислений

Umurzakova D.M., Axmedov S.K. Peculiarities of speech interaction with a computer 583
Shodiyev F.Y., Eshboyev E.A. Establishment of steady temperature field 586
Zohirov Q.R. Statistical analyzing incoming phone calls at the CALL-centre 590
Аникеева Ю.А., Чигарина Е.И. Исследование использования функций принадлежности в базах данных с нечеткой логикой 593
Ахунджанов У. Способы повышения производительности локально вычислительных сетей 596
Ахунджанов У., Аминов Х. Архитектура интегрированной сети 600
Белова О.Н. Метод молекулярной динамики для моделирования смешанного нагружения образцов с трещиной в условиях смешанного деформирования: вычислительный эксперимент 603
Васильев Р.С., Смирнов Е.В., Камильянова А.Д. Особенности выбора между проприетарным и открытым настольным программным обеспечением ГИС 607
Вилков В.Е. Перспективные методы интеграции изделий микроэлектроники для систем высокопроизводительных вычислений 610

Горчаков А.Ю. Использование OPENMP для реализации многопоточного метода неравномерных покрытий 613
Заярный В.П., Парпула С.А. Математическое моделирование характеристик плоских коротких щелевых антенн микроволнового диапазона для высокопроизводительных систем 617
Жуманазаров К.С., Азимов А.А., Юлдашева Р.Д. Использование ГРИД технологии в обработке больших массивов данных 621
Засов В.А., Смаилов К.К. Программный комплекс для исследования эффективности параллельных алгоритмов решения дифференциальных уравнений 625
Иглин А.А., Востокин С.В. Разработка вычислительных шаблонов для анализа динамических систем и процессов на суперкомпьютере 629
Корячко В.П., Иванчикова М.А. Математическая модель балансировки потоков данных в распределенных сетях центров обработки данных 631
Куликов Н.С. Цифровой метод автоматизированной оценки деформации печатной платы во время производства 633
Курганский И.Н., Востокин С.В. Проект программного комплекса для удаленного выполнения потока работ на терминалах ANDROID 635
Никулин С.А. Метод жадного продвижения в иерархических сетях 637
Казакова И.В., Попов С.Н., Востокин С.В. Микросервисное приложение для распределенной обработки данных на примере задачи блочной сортировки 641
Каримов А. Повышение производительности глобальных компьютерных сетей 644
Гофуров М., Каримов А. Принципы построения локальных вычислительных сетей 646
Умурзакова Д.М., Ахмедов С.К. Применение нейронных сетей в задачах классификации трафика 649
Чириков А.С. Исследование распределенных алгоритмов умножения матриц при использовании акторной модели вычислений 652
Храмкова Ю.А., Востокин С.В. Разработка алгоритмических шаблонов для решения задач с одномерной декомпозицией данных на высокопроизводительных вычислительных системах 654
Хошимов Б., Ахунджанов У. Протоколы сети Internet и предоставляемые услуги сетью 655
Худоёров Л.Н. Проект с использованием контроллера ARDUINO 659
Царев Д.А. Применение подходов непрерывной интеграции и развертывания в академических системах управления задачами 662
Шерматова Х.М. Параллельное микропрограммирование алгоритма вычисления стандартных функций 664

Информационные технологии в медицине

Абдрахимова Д.Р., Тюрина М.М. Обоснование состава параметров первичной оценки состояния дистресс 667
Аверкиев М.К., Буланов В.А. Сравнение алгоритмов дифференцирования ЭМГ 668
Алимурадов А.К., Тычков А.Ю., Чураков П.П. Помехоустойчивый адаптивный алгоритм обработки речевых сигналов для систем обнаружения психоэмоционального состояния 673
Алимурадов А.К., Тычков А.Ю., Чураков П.П., Агейкин А.В. Оценка психоэмоционального состояния на основе анализа речевых сигналов: современное состояние, проблемы и перспективы 677
Алмухамедова Б.Г., Алиева Д.А., Юсупов Б.Д., Рузибоев О.И Необходимость создания информационной системы для раннего выявления рака шейки матки в Узбекистане 681
Габдрахманова А.Р., Казакова М.В., Смирнова С.В. Применение программы «MULTISIM» для схемотехнического моделирования канала электростимуляции пациента 685
Давыдов Н.С. Обнаружение инфаркта миокарда с использованием перекрёстного Вейвлет анализа цифрового электрокардиосигнала 689
Давронов Ш., Шукурова М.Э., Бойтемиров А. Нанотехнологии в медицине 692
Дауров С.К., Каркавин А.В. Разработка алгоритмов разделения сосудистой системы на отдельные сосуды при компьютерном анализе ангиограмм сетчатки глаза 698
Демин Н.С., Ильясова Н.Ю. Выделение сетчатки глаза на полученных посредством ОКТ диагностических изображениях 702
Зайнутдинова М.Б., Сайфуллаев Ш.Б. Методика диагностики заболеваний молочных желез 706
Иливицкий С.А., Шаболкина Е.И., Зеленко Л.С., Кругомов А.В. Разработка автоматизированной системы оценки состояния больных с ишемическим инсультом 708
Казакова М.В., Смирнова С.В. Применение программы «MULTISIM» для схемотехнического моделирования усилителя биопотенциалов мышц 710
Калукова А.В., Тюрина М.М., Максимова Д.Р., Хазов Д.В. Особенности структурного построения смарт-устройства регистрации эпилептических припадков 713
Кулдашов О.Х., Мамарозиков Ф.Д., Журабаева Г.А. Оптоэлектронный метод диагностики сахарного диабета 715
Леднев А.М., Пиняжин Р.А. Выбор параметров исследования для автоматизации коммуникаций в службе мобильных докторов 718
Леднев А.М., Тимошкина К.О. Применение P2P сетей для решения сложных медицинских случаев 722

Лёзин И.А., Кудряшов В.А. Диагностика на наличие сердечных заболеваний у человека нечёткой нейронной продукционной сетью Ванга-Менделя 725
Лиманова Н.И., Седов М.Н. Идентификация пациентов в базах данных медучреждений на основе метрики Левенштейна 728
Максимова Д.Р., Калукова А.В., Тюрина М.М., Хазов Д.В. Методы диагностики неестественного положения стопы 732
Маленова О.Е. Разработка алгоритма обнаружения пластинчатого изоморфона на фациях сыворотки крови 734
Пономарева О.В., Пономарева В.Ю., Марков Д.Н. Метод визуализации объектов в медицинских ультразвуковых диагностических приборах в плоскости сканирования 738
Петровский М.А., Кузьмин А.В. Особенности организации программного взаимодействия в ЭКГ-сенсоре на основе SOC 741
Сафаров Т.С., Ураков Ш.У., Собиров Р.А. Автоматизированная система управления движением информационного потока в условиях единой информационной среды клиники 744
Спиваков Д.А., Первишин Н.А., Зеленко Л.С. Разработка автоматизированного рабочего места врача-эндокринолога 747
Тургунов Б., Комилов А., Абдурасулова Д., Асроров С. применение беспроводных сетевых технологий в медицинских измерительных системах 750
Широканев А.С., Ильясова Н.Ю. Исследование алгоритмов расстановки коагулятов на изображение глазного дна для обеспечения надёжности проведения лазерной коагуляции 755
Эшбоев Э.А., Клычева Ф.Г. Использование объектно-ориентированных значений при построении математической модели оценки здоровья населения 759

Информационные технологии на транспорте

Авдеюк О.А., Тарасова И.А., Приходькова И.В., Павлова Е.С. Сравнительный анализ алгоритмических и программных средств для решения типовых транспортных задач 763
Арискин Е.О. Модели погрешностей бортовой системы измерения параметров вектора ветра при эксплуатации вертолета на основе неподвижного комбинированного приемника с ионно-меточными и аэрометрическими каналами 764
Артемьев А.Е. Дистанционное определение ориентации беспилотных летательных аппаратов и иных объектов по изображению контура с использованием дискретного преобразования Фурье 768
Башаркин М.В. Возможность использования платы ARDUINO UNO в установке измерения напряжений 773
Бикелдикызы А. Разработка плагина «ITSGIS. дислокация достопримечательностей» 774

Бошкарева Т.В., Добрынин Е.В., Табаков О.В. Проблемы диагностики контактной сети при реализации цифровой железной дороги 776
Герасимова Ю.А., Лаходынова Н.А., Шумилов Б.М., Жумадил уулу А., Абдыкалыков К.А. О распознавании повреждений дорожной поверхности по результатам мобильных видеоизмерений 779
Гладченко Е.А., Сапрыкин О.Н. Применение эволюционного метода для оптимизации грузовых перевозок в городской среде 782
Головнин О.К., Анашкова Д.О. Автоматизированная система построения плана управления перевозками во время проведения культурно-массовых мероприятий 786
Головнин О.К., Возжаева А.В. Автоматизированная система моделирования освещения улично-дорожной сети 789
Головнин О.К., Егоров Д.Е. Интерактивная обучающая система на основе электронной карты 794
Головнин О.К., Привалов А.С. Автоматизированная система сбора сведений о недостатках объектов транспортной инфраструктуры 797
Денеев М.К., Рамзаев Е.В., Никитин А.В. Обзор методов и средств измерения параметров вектора скорости ветра на борту вертолета 800
Егоров Д.А., Пеньков А.С., Глушкова Н.В., Никитин А.В. Алгоритмическое обеспечение бортовой системы измерения параметров вектора ветра на стартовых и взлетно-посадочных режимах одновинтового вертолета 804
Егоров Д.А., Пеньков А.С., Глушкова Н.В., Никитин А.В. Алгоритмическое обеспечение бортовой системы измерения параметров вектора ветра на стоянке одновинтового вертолета 808
Ефремова Е.С. Алгоритмическое обеспечение вихревой системы воздушных сигналов дозвукового самолета 812
Игнатенков А.В., Ольшанский А.М. О некоторых путях синтеза управления многослойной ИНС с переменной проводимостью сигнала 816
Кабиров И.А., Фетисов В.С. Поиск оптимального пути между двумя точками в трёхмерном пространстве 820
Куров М.Б., Гуменников В.Б., Белоногов А.С., Кравцова Н.А. Организация телефонной сети в границах Самарского регионального центра связи 824
Литвинова А.А., Сапрыкин О.Н. Подготовка данных для имитационного моделирования транспортно-пересадочного узла аэропорта 825
Мотта Сантана Д.Д., Сапрыкин О.Н. Транспортное районирование как первоначальный шаг моделирования транспортных потоков 829
Макаровских Т.А. Способ решения задачи маршрутизации на основе построения покрытий в плоских графах 831
Мальчиков Д.Д., Остроглазов Н.А. Плагин визуализации достопримечательностей города на электронной карте 835
Михеев С.В. Синтез системы поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой на основе паттернов 839

Михеева Т.И, Бугаков А.И, Чугунов А.И. Автоматизированная система мониторинга состояния дорожного покрытия 845
Михеева Т.И., Елизаров В.В., Михеев С.В. Системный анализ формирования стандарта дислокации геообъектов на тематических слоях карты 848
Михеева Т.И., Пупынин К.В., Чугунов А.И. Плагин дислокации объектов дорожных работ на электронной карте города 856
Михеева Т.И., Осьмушин А.А. Системный анализ управления нештатными ситуациями транспортной сети 860
Осьмушин А.А. Модель управления загрузкой транспортной сети 864
Пирогова А.А., Жукова Е.А., Паршина А.В. Повышение надежности транспортных логистических систем за счет внедрения технологии электронного обмена данными 868
Поднебеснов А.Б. Система контроля расстояния между лопастями верхнего и нижнего несущих винтов соосного вертолёта 871
Попов А.В. Распределённые технологии потоковой обработки видеоданных при оценке транспортной загруженности 873
Солдаткин В.В., Мингазов И.Ф., Мустафин А.Р., Нурутдинова Д.Н. Алгоритмическое обеспечение системы воздушных сигналов одновинтового вертолета с неподвижным аэрометрическим приемником на характерных режимах эксплуатации 881
Солдаткин В.М., Солдаткин В.В., Майоров А.А. Алгоритмическое обеспечение системы воздушных параметров самолета с неподвижным невыступающим приемником набегающего воздушного потока 886
Солдаткин В.М., Солдаткин В.В., Никитин А.В., Арискин Е.О., Солдаткин Р.В. Построение и алгоритмическое обеспечение системы измерения воздушных параметров вертолета на основе неподвижного комбинированного приемника с ионно-меточными и аэрометрическими каналами 890
Табаков О.В., Добрынин Е.В., Бошкарева Т.В. Компенсация реактивной мощности на железной дороге переменного тока 894
Федоров С.А., Елисеев Н.А., Антонов О.Д. Методы защиты информации в системах мониторинга автотранспорта 896
Франтасов Д.Н., Мельников П.А., Климась А.С. Разработка и реализация алгоритма определения возможных путей выполнения программ управления беспилотными транспортными средствами 899
Фроленков С.А. Пространственная диагностика контактной сети 902
Чигарина Е.И., Заикин К.С. Сравнение этапов проектирования реляционных и объектных баз данных 905
Чигарина Е.И., Чуркина Ю.С. Методика сравнительного анализа средств генерации отчётов в реляционных базах данных 909
Эшаров Э.А., Давыдов А.В., Титов А.В., Калиниченко В.С. Использование алгоритмов обработки данных мобильных видеоизмерений для фиксации и исследования повреждений автомототранспортных средств 913

Моделирование и анализ сложных технических систем

Mamaraufov O.A., Doshchanova M.Yu., Ruziboev O.B., Sharapov S. Method of estimation and selection of informative indicators, for determining the level of readiness of sportsmen 917
Oteniyazov R.I., Xujaqulov T.A. Problems of integrated management of water resources 921
Svetlov M.S., Vagarina N.S., Svetlova M.K., Mishchenko D.A. Mathematical model of interactive networks 923
Ананьев А.Д., Шаврин В.Ю. Анализ CMS платформ. Выявление достоинств и недостатков WEB-сайтов 926
Баландин А.В., Кавков Р.А. Эволюционное прототипирование распределённых приложений реального времени в ОСРВ QNX NEUTRINO 929
Борисова Е.А., Сапаев М. Моделирование телекоммуникационных сетей при нечеткости исходной информации 934
Виноградов А.А., Гринь И.В., Ершов Р.А., Морозов О.А. Использование гармонического разложения писаренко в задаче оценки взаимной временной задержки сигналов с OFDM-МОДУЛЯЦИЕЙ 937
Воеводин П.С., Заболотнов Ю.М. Анализ устойчивости движения электродинамической тросовой системы на околоземной орбите 941
Галиева Э.Б. Анализ и функциональное моделирование процесса составления управляющих программ для обработки деталей на станках с ЧПУ 944
Галиева А.М., Гришанов В.Н., Нигматулин И.Р., Черепанов К.В. Инженерная математическая модель спектральной характеристики диагностического флуориметра 948
Гвоздев В.Е., Блинова Д.В., Ахметова Д.Р., Насырова Р.А. Оценка надежности базовой структурной компоненты GRID-систем в зависимости от трактовки понятия «Безотказная работа системы» 953
Гвоздев В.Е., Давлиева А.С., Тесленко В.В. Стойкость встраиваемых систем при проявлении дефектов в компонентах структуры 956
Гибадуллин А.Р. Имитационная модель эвакуации людей из здания в среде ANYLOGIC 958
Гизатуллин Р.М., Шкиндеров М.С., Константинов Э.С. Моделирование электромагнитных помех в электронных средствах при воздействии разряда молнии на систему молниезащиты здания 961
Гизатуллин Р.М., Шкиндеров М.С., Константинов Э.С. Анализ электромагнитных помех при воздействии разряда молнии в зависимости от сопротивления системы заземления электронных средств 965
Гончарова А.В. Повышение качества программного продукта путем внедрения проектирования взаимодействия 969
Горовик А.А., Лазарева М.В. Применение генетического алгоритма при оценке сложности разработки программного обеспечения 970
Горелов Ю.Н., Данилов С.Б., Курганская Л.В. Об оптимальном распределении физического ресурса в системе независимых процессов управления 974

Графкин В.В., Чеботарева С.В. Определение местоположения объектов в пространстве 978
Дадабаев Ш.Т. Математическое моделирование системы регулирования насосной станции путем изменения производительности насоса 982
Долгова Т.В., Алпаров А.У. Исследование статических характеристик однополярной и двухполярной ШИМ 987
Долгова Т.В., Алпаров А.У. Моделирование и алгоритм управления сложных технических систем с использованием модифицированной ШИМ 991
Дон Ч., Ван Ч., Заболотнов Ю.М. Стабилизация движения космической тросовой системы на низкой околоземной орбите 995
Ефимушкина Н.В. Имитационная модель подсистемы прямого доступа в память компьютера 998
Жанаштаева Т.М., Хайрнасов К.З. Влияние параметров печатной платы на теплоотвод 1002
Затеева О.А. Информационная система расчета индивидуального творческого рейтинга студентов 1003
Иванова А.В., Клячкин В.Н. Использование алгоритмов многомерного контроля при вибромониторинге гидроагрегата 1007
Ключарова К.С., Полукаров Д.Ю. Некоторые особенности моделирования автоматизированной информационной системы для путешественников 1010
Кортова Т.Ю., Саитова Г.А. Создание интеллектуального алгоритма управления микротурбинной установкой 1012
Конышева В.Ю., Максимов Н.А., Шаронов А.В. Вейвлет-анализ в задачах контроля и диагностики линейных динамических систем с ограниченным числом точек доступа 1015
Крашенинников В.Р., Субботин А.Ю. Дважды стохастическая модель квазипериодического процесса в виде изображения на цилиндре 1017
Кульга К.С., Асбапов Э.Р. методика структурного синтеза компоновок мехатронных станков с помощью CAD/CAE-систем 1021
Кульга К.С., Китаев А.А. автоматизированный синтез имитационных моделей ГПС на основе метода модифицированных вложенных сетей Петри 1026
Кульга К.С., Половинкин А.В. автоматизированный структурный синтез конструкций специальных станочных приспособлений 1031
Ловчий И.Л. Использование LABVIEW для анализа состояния поляризации света вдоль чувствительного контура магнитооптического датчика электрического тока 1035
Любимов В.В., Бобылёв Д.Д. Применение методов рунге-кутты при моделировании бортовых микроускорений микроспутника на больших интервалах интегрирования 1039
Любимов В.В., Петров Д.Д. Численный анализ характеристик траектории футбольного мяча при ударе «Сухой лист» 1043

Матвеев А.И. Алгоритм оптимизации планирования ресурсов 1046
Матвеев В.М., Годовицын И.В., Ефимов Д.А. Анализ особенностей конечно-элементного моделирования кремниевых преобразователей давления 1050
Малыхина О.И. Автоматизация метода многократного численного решения задачи Коши 1054
Мирхайдарова Г.Х. Сравнительная оценка состояния участков дороги субъекта хозяйствования на основе построения диаграммы Исикавы 1057
Маслаков Д.В., Шиповских А.А. Сравнение алгоритмов решения сеточных уравнений ZHANG, CHEN, ZHENG 1060
Насырова Ш., Артыков А., Холиков М. Системное мышление в анализе и расчете сушки материала в микроволновом аппарате 1064
Насырова Ш., Артыков А. Квази аппаратный принцип при многоступенчатом системном анализе объектов автоматизации 1066
Нуриев М.Г., Гизатуллин Р.М., Архипов А.О., Закиров Р.Р. Моделирование электромагнитных полей высоковольтных линий электропередачи 1070
Нуриев М.Г., Гизатуллин Р.М., Архипов А.О., Закиров Р.Р. Моделирование электромагнитных помех при воздействии радиопередающих устройств 1074
Решетникова Н.В., Криволапчук И.Г. Особенности моделирования запоминающих устройств в системе MULTISIM 1077
Рыбаков Д.А. Модель связанности событий на основе методов Байеса 1081
Саитова Г.А., Елизарова А.В. Определение критического значения запаздывания в линейных МСАУ методом декомпозиции 1085
Сайгак К.О. Моделирование и анализ процесса торможения наноспутника с помощью проводящего ток троса 1089
Сидиков И.Х., Шомирзаев Б.У. Анализ процесса регенерации диэтиленгликоля в низкотемпературной сепарации 1093
Сухов А.М., Альзинская Н.А. Применение кластерного подхода при организации маршрутизации в иерархических системах 1096
Светлов М.С., Львов А.А., Кленов Д.В., Вагарина Н.С. Алгоритмы кодирования и декодирования для кода на основе кодового сигнального признака в информационных каналах со стиранием 1100
Сухарев А.В. Методы и средства измерения истинного угла атаки информационного комплекса высотно-скоростных параметров магистрального самолета 1105
Тарасов В.Н. Новые модели массового обслуживания для анализа трафика с широким диапазоном изменения параметров 1106
Христодуло О.И., Гвоздев В.Е., Фахретдинова Э.Б. Информационная поддержка управления отходами на основе когнитивного, геоинформационного и математического моделирования 1110
Хамидуллина А.Е. Комплексный анализ функциональных структур систем обработки данных на основе аппарата схем сопряжения 1114

Хузина А.М. Анализ процессов функционирования источника теплового снабжения 1118
Хужакулов Т.А. Система мониторинга республики Узбекистан по состояния крупных водохранилищных гидроузлов 1122
Хужакулов Т.А. Особенности гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения Хандиза 1126
Хужакулов Т.А., Гаипназаров Р.Т. Моделирование водных ресурсов в открытых руслах 1129
Хужакулов Т.А., Гаипназаров Р.Т. Формирование подземных вод в Сурхандарьинском регионе 1133
Хужакулов Т.А.., Орифжонова У. Обоснование возможности устройства водозабора галерейного типа на территории скважинного водозабора 1136
Хузияхметова Э.А. Моделирование распределительных пунктов электрических сетей среднего напряжения 1139
Хузияхметова Э.А. Влияние электромагнитных помех на элементы электроустановки среднего напряжения 1143
Царёв А.А., Привалов А.Ю. Совместное использование гибридной модели и модели типа SLAW для моделирования человеческой подвижности ... 1147
Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф. Интеграция 3D-модели с информацией о конструкторской структуре проектируемого изделия 1151
Чурсин П.О., Полукаров Д.Ю. Проектирование автоматизированной информационной системы тестирования функциональности сетевого взаимодействия 1154
Черичен Е.Е., Сильнова С.В. Моделирование работы предметно-замкнутого участка с учетом анализа и оценки технологических рисков 1156
Юсупов Ё.А., Абдурасулова Д.Б. Алгоритмы оценивания настроек регулятора робастно-адаптивного управления динамическими объектами 1160
Яблокова Л.В., Головашкин Д.Л. Моделирование влияния технологических погрешностей изготовления на работу цилиндрической галогенидной линзы Френеля с высокой числовой апертурой 1163
Янюкина М.В., Болотов М.А. Прогнозирование точности сборочных параметров рабочих колес турбин 1167
Якубов М.С.., Хужакулов Т.А. Роль экологической оценки при подготовке и реконструкции проектов водохозяйственного сектора 1171

Методика обучения и компьютерные обучающие программы

Achilova F.K., Hasanova S.H., Berdiyev S.S. Creating a mobile application of the multimedia glossary 1178
Achilova F.K., Odilova M.O., Qodirov F.E. Creating a picture dictionary of the English and Uzbek languages 1180
Achilova F.K., Ochilova Z.Q., Mamatmuradova M.U. Creating an info graphics of multimedia technologies 1182
Aktamov Sh. U., Toshpulatov M.A., Payziyeva M.T. The importance of science and education using advanced information communication technologies ... 1184

Karimov U., Kasimov I. The importance of modern information technologies in development of distance education 1186
Karimov A., Abdurasulova D., Iminjanov M. Innovation technologies in teaching specialty disciplines 1188
Maxamadov R.X., Toshpulatov M.A., Payziyeva M.T. Targeting the affective state of students studying mathematics on a WEB-based ILE 1191
Khalikova M.R. The new methods of teaching English 1192
Porubay O.V., Lazareva M.V. Teaching programming in higher education using information and communication technologies 1195
Porubay O.V., Lazareva M.V. Virtual laboratory as a means of improving the quality and effectiveness of education students in higher education 1199
Xolmatov Sh.J. Development of information technologies in modern production and formation of social active person 1203
Абдурахимова Н.Э., Мирзаахмедова А.К. Методическая подготовка преподавателя математики в республике Узбекистан 1205
Алексанина Н.П. Система адаптивного тестирования по механике 1209
Андронов Д.Г., Зеленко Л.С. Разработка обучающей системы «Задача о камнях» 1212
Артыков А., Насырова Ш., Махмудова М. Значение системного мышления в повышении качества обучения 1214
Аскарова Ш., Мирзаев Б. Сравнение версий и возможности графических редакторов 1218
Аскарова Ш., Кодиров С. Информационные технологии в процессе обучения 1219
Аскарова Ш.М. Инновационная технология в обучении естественных предметов 1221
Ахмедова И.Н. Образования, ориентированные на производство основа развитие региональной экономики 1226
Бакиева З.Р., Мухаммадхўжаев Б.Б. Возможности информационно-коммуникационных технологий в формировании личности учащихся 1233
Барабанова П.С. Программный комплекс для изучения синхронизации вычислительных процессов в мультипрограммных системах 1235
Воронухин М.Е., Засов В.А. Программный комплекс для изучения планирования вычислительных процессов в операционных системах 1239
Дерябкин В.П., Котов Л.Д. Онтологическая модель документальных образовательных ресурсов выпускающей кафедры вуза 1243
Ержан А.Е. Разработка плагина «ITSGIS. паспорт безопасности образовательного учреждения» 1247
Жуматаева Ж.Б., Запорожко В.В. Разработка мультимедийного учебного продукта как средства реализации технологии смешанного обучения 1250
Зияева О.Я., Меликузиева С., Жураева Н. Значение использования современных информационных технологии в процессе образования 1254
Иванов В.Д. Программное обеспечение для изучения распределённых систем сбора данных 1257

Йулдашева Г.И. Информационно коммуникационные технологии в образовании и распространение базы электронно-учебных материалов.....1261
Камильянова А.Д., Васильев Р.С., Христодуло А.Д. Актуальность интерактивного обучения в российских вузах 1263
Новиков А.О., Чернобровин Н.Г., Владимиров С.З. автоматизированный тренажерный стенд 1267
Маматова З.Х. Современная методика проведения лекционных занятий по разделу программирования с применением новых педагогических технологий 1269
Маматова З.Х. Создание программ на основе формальных преобразований 1271
Осипов В.А., Графкин В.В. Программное обеспечение доступности информации для пользователей с нарушениями зрения 1273
Каримова С.Т. Применение инновационных и информационных технологий в процессе преподавания в вузах 1277
Мусиенко А.Д. Методика изучения устройств сопряжения с объектами мехатроники на базе промышленной локальной сети 1281
Михеева Т.И., Ермошкин И.И., Караулова И.С. Автоматизированная обучающая система «Диктант» 1284
Пиявский С.А., Акопов Г.В., Колесникова Е.И., Никифорова Т.В. Психологический компонент виртуальной научно-образовательной среды творческой молодежи 1286
Пиявский С.А. Информационное общество и творческая молодежь 1289
Пиявский С.А., Елунин М.Н., Камальдинова З.Ф. О формировании экспериментального сегмента национальной развивающей коммуникационной научно-образовательной среды дополнительного образования творчески одаренных детей и молодежи 1292
Пиявский С.А., Камальдинова З.Ф. Математическое моделирование оптимальных стратегий развития творческой молодежи 1296
Пиявский С.А., Камальдинова З.Ф., Гафарова Л.А. Разработка модуля расчета весовых коэффициентов для различных уровней достижений школьников 1298
Сафаров Л.С. Внедрение электронного образование в учебные процессы: эффективность и достоинства 1301
Сивков В.С. Методика повышения результатов освоения материалов дисциплины посредством замены виртуальных макетов реальным оборудованием 1304
Синотова С.М., Запорожко В.В. Разработка электронного учебно-методического пособия профильного обучения информатике и ИКТ 1307
Стасенко М.С., Рязанова Т.Н. Специфика обучения дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика», как многофакторный социальный процесс обеспечения высокого уровня профессиональной подготовки будущих специалистов 1311

Тойирова Г.З. Анализ графического редактора “ADOBE PHOTOSHOP CS5” программа трёхмерной графики и для анимации 1316
Умаров Х.А., Умарова З.А. Использование электронно-образовательных ресурсов в целях создания образовательной экосистемы 1318
Чесноков Я.В., Кудрина М.А. Программный комплекс поддержки лабораторных работ по дисциплине «Теория информации» 1320
Хомидова Н., Исмонов И., Адхамов М. Современные образовательные технологии 1324
Холиков М.Х., Носирова Ш.Н. Практическое использование мультимедийных средств 1327
Шардаков В.М., Запорожко В.В., Парфёнов Д.И. Разработка виртуальной голографической лаборатории для облачной образовательной среды 1328
Шокиров С. Образование в век информатики 1332
Эргашев Х.С., Очилов М., Курбонов Р. Требования и предложения по усовершенствованию развития области информационных и коммуникационных технологий на рынке труда 1335
Якубов М.С., Абдуғоипова М.А. Интеграция профессионального образования с производством стратегия решения проблемы безработницы 1339

Философия искусственного интеллекта и трансгуманизм

Бахметьев А.Э. Эвристическая функция интуиции как формы познания в рациональной космологии 1343
Богатырева Е.Д. Разговор с машиной: к философии Гугл-перевода 1347
Гатен Ю.В. Психологические аспекты восприятия антропоморфных роботов 1350
Голенков С.И. Искусственный интеллект и проблема понимания 1353
Дёмин И.В. Идея прогресса в философско-культурологической концепции Е.В. Спекторского 1357
Искандаров У., Умаралиев А. Информационно-технологическое общество 1361
Каримова С. Т. Искусственный интеллект, как философская проблема 1364
Каримов У., Каримова Г. Геополитическая конкуренция в информационном пространстве 1368
Каримова С., Каримова Г. Современные общества, как мировая система ...1372
Крейдич С.Г. Жанр антиутопии в мировоззренческом поле религиозного сознания 1374
Нестеров А.Ю. «Изобретение» в университете 3.0 и 4.0 1376
Огнев А.Н. Онтогносеологический статус модели в перспективе развития информационных технологий 1381
Орлова О.Н. Городские сообщества как составляющая цифрового города 1385
Редникина В.Е. Сложность современного мира и мы 1387
Стычков И.К. Информационная составляющая национальной безопасности Российской Федерации 1391

Трафимова Г.А. Социальные угрозы как новые вызовы для цифрового общества 1395
Ходыкин В.В. Роль феноменологии в научном исследовании 1398

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018): труды Международной научно-технической конференции
Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2018): Proceedings of the International Scientific Conference

Размещено на сайте http://www.ssau.ru/ 16.04.2018
Кол-во эл. носителей 100 экз.
Объем издания 34,4 Мбайт

Издательство Самарского научного центра Российской академии наук
443001, г. Самара, Студенческий пер., 3а
тел.: (846) 340-06-20