

ИИТ - 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

18– 21 апреля 2022 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Электронное издание



САМАРА, 2022

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2022)

[Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (12,5 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2022. – 547 с. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Advanced Information Technologies and Scientific Computing

(PIT 2022) [Online]: Proceedings of the International Scientific Conference / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2022. – 12,5 Mb. – 547 p.

ISBN 978-5-93424-880-3

В сборник научных трудов включены доклады Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2022», проходившей с 18 – 21 апреля 2022 г. в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева.

Рассмотрены актуальные проблемы создания автоматизированных систем научных исследований, обеспечения информационной безопасности, искусственного интеллекта и машинного обучения, внедрения информационных технологий в медицине и на транспорте, реализации информационных технологий высоко-производительных вычислений, моделирования и анализа сложных технических систем, разработки методик обучения и компьютерных обучающих программ и 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., Лёзина И.В., Михеева Т.И., Нестеров А.Ю.,
Солдатова О.П., Сухов А.М., Столбова А.А.

ISBN 978-5-93424-880-3

© Оргкомитет конференции, 2022
© Самарский национальный
исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва, 2022



К 50-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

С.А. Прохоров

К 50-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

(Самарский университет)

Развитие авиации и космонавтики, широкое внедрение средств вычислительной техники во все отрасли народного хозяйства поставили перед высшей школой задачу подготовки специалистов по электронно-вычислительным машинам, прикладной математике, программированию, информационным технологиям, а также переподготовки специалистов в области вычислительной техники, автоматизированного проектирования, автоматизированных систем научных исследований, занимающихся решением прикладных задач с использованием средств вычислительной техники.

Для решения этих задач 1 декабря 1971 года в КуАИ на факультете № 5 под руководством к.т.н., доцента Виттиха В.А. была открыта кафедра автоматизированных систем управления (АСУ).

Первые студенты поступили на первый курс в 1971 году, а на второй – были переведены с первого (0647 – прикладная математика) и пятого факультетов (0646 – автоматизированные системы управления).

В структуре факультета № 5 было создано отделение, руководителем которого был назначен доцент Сойфер В.А., ныне академик РАН, президент Самарского университета.

В 1975 году отделение было преобразовано в факультет системотехники, который в 1993 г. был переименован в факультет информатики.

В настоящее время кафедра входит в институт информатики и кибернетики.

Подготовка специалистов на кафедре велась по специальностям 0646, 0647, 220200 – автоматизированные системы обработки информации и управления. В настоящее время подготовка студентов на кафедре ведется в рамках: направления 09.03.01 (бакалавриат), 09.04.01 (магистратура) – «Информатика и вычислительная техника». Кафедра подготовила более 5000 специалистов, магистров и бакалавров.

Председателями ГЭК на кафедре были д.т.н. Радченко В.Д., д.т.н. Ахметов Р.Н., д.т.н. Маркин А.А., д.т.н., профессор Орлов С.П., д.т.н. Резников Г.Я., д.т.н. Зотеев В.Е., к.т.н. Крупец Н.Г., Лунин В.М.

Сотрудники кафедры внесли большой вклад в создание, развитие и управление факультетом. Так деканами факультета были: 1975-1983 гг. – Сой-



фер В. А., д.т.н., профессор; 1983-1987 гг. – Виттих В. А., д.т.н., профессор; 1989-2005 гг. – Прохоров С. А., д.т.н., профессор.

Заместителями декана факультета по разным направлениям были следующие сотрудники кафедры: профессора д.т.н. Скобелев О.П., Секисов Ю.Н., Васин Н.Н., Коварцев А.Н., доценты к.т.н. Баландин А.В, Вилоп Л.Э., Долгинцев А.П., Есипов Б.А, Зеленко Л.С, Иоффе В.Г., Литвинов В.Г., Новиков А.О., Орищенко В.И., Солдатова О.П., Чигарина Е.И.

В 70-е и в начале 80-х годов кафедра АСУ сыграла большую роль в оснащении института современной вычислительной техникой и в компьютеризации всех сторон деятельности института, а в 80-е годы стала своеобразной базой и родоначальницей новых подразделений института и научных подразделений города. Так, в 1982 г. группа сотрудников кафедры во главе с д.т.н., профессором Сойфером В.А. перешла на кафедру «Системы автоматизированного проектирования» (САПР). В 1983 году кафедра получила нынешнее название – «Техническая кибернетика». В 1986 г. от кафедры АСУ структурно выделился информационно– вычислительный центр института (начальник – к.т.н., доцент кафедры Симановский Е.А.). В 1987 г., в связи с созданием в г. Куйбышеве филиала Института машиноведения АН СССР (директор – д.т.н., профессор Виттих В.А.), в него во главе с заведующим кафедрой Виттихом В.А. перешли семь опытных преподавателей и большое число научных сотрудников и инженеров кафедры. В 1988 г. из состава кафедры выделилась новая кафедра – программного обеспечения вычислительных систем (заведующий - к.т.н., доцент Симановский Е.А.). В 1989 г. под руководством к.т.н., доцента Томникова Г.Н. и при участии преподавателей и сотрудников кафедры был создан научно-производственный центр «Информатика», являющийся совместным советско-болгарским предприятием. В 1993 году на базе кафедры был организован Самарский филиал Российского научно–исследовательского института информационных систем (директор института – д.т.н., профессор Прохоров С.А.). В 1996 г. по инициативе сотрудников кафедры был создан Самарский региональный центр информатизации (директор – д.т.н., профессор Прохоров С.А.). В 2001 г. принято решение о создании института компьютерных систем, как структурного подразделения СГАУ, (д.т.н. профессор Фурсов В.А.), в 2004 г. было принято решение о выделении кафедры программных систем (д.т.н., профессор Коварцев А.Н.).

При кафедре были созданы отраслевые лаборатории: автоматизации экспериментов и производственных испытаний ОНИЛ №8, автоматизированных систем научных исследований ОНИЛ № 14, лаборатория вычислительной техники и автоматизации (ЛВТА), лаборатория «АСУ ВУЗ» (с 1974 по 1985) – головная организация Минвуза РСФСР по созданию типовой АСУ-ВУЗ.

Кафедра с 1980 по 1997 гг. являлась головной организацией Головного Совета Минвуза России по автоматизации научных исследований,

Председателями Головного совета были д.т.н., профессор Виттих В.А., д.т.н., профессор Прохоров С.А., а учеными секретарями – к.т.н., доцент Томников Г.Н., к.т.н., доцент Кузнецов Л.В., к.т.н., доцент Фурсов В.А.



Кафедра АСУ руководила разработкой и выполнением следующих научно-исследовательских программ и подпрограмм:

1. комплексной программой АН СССР, Минвуза РСФСР «Автоматизация научных исследований» на 1981-1985 гг.;
2. комплексной программой Минвуза РСФСР по созданию типовой АСУ-ВУЗ (1974-1985);
3. комплексной программой АН СССР, Минэлектронпрома СССР, Минвуза РСФСР «Повышение эффективности применения вычислительной техники в научных исследованиях, производстве и учебном процессе» (1986-1989 гг.) (Приказ Минвуза РСФСР от 26.12.85 г. N 810);
4. подпрограммой «Автоматизация научных исследований» Республиканской НТП «Информатизация образования и науки РСФСР» (Приказ ГК по делам науки и высшей школы от 11.03.91 г. N 185);
5. подпрограммой «Автоматизация научных исследований» Российской программы «Информатизация образования» (Приказ Министра науки, высшей школы и технической политики от 14.02.92 г. N 181-Ф);
6. подпрограммой «Автоматизация научных исследований» межвузовской программы «Перспективные информационные технологии в высшей школе» (Постановление N 10 Комитета по ВШ Министерства науки от 23.03.92 г.);
7. целевой подпрограммой «Автоматизированные системы научных исследований» межвузовской НТП «Перспективные информационные технологии в высшей школе» –1992-1994 гг. – Приказ Комитета по высшей школе Министерства высшей школы и технической политики РФ (постановление N 438 от 8.07.92 г.);
8. целевой подпрограммой «Автоматизированные системы научных исследований» межвузовской НТП «Перспективные информационные технологии в высшей школе» 1995-1997 гг.;
9. целевой подпрограммой «Системы автоматизированного проектирования и автоматизация научных исследований», 1996 г.

Основные научные направления кафедры:

1. Автоматизация научных исследований; моделирование, идентификация и анализ случайных процессов.
2. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений.
3. Интеллектуальные транспортные системы.
4. Автоматизация параллельного программирования; объектно-ориентированное моделирование, визуализация и анализ параллельных процессов.
5. Динамика и управление движением космических аппаратов и орбитальных тросовых систем.

Большое внимание кафедра уделяет подготовке и усилению кадрового состава. На кафедре была организована аспирантура, руководителями которой были профессора Витих В.А., Востокин С.В., Иващенко А.В., Кораблин М.А.,



Прохоров С.А., Скобелев О.П., Сойфер В.А., Фурсов В.А., Михеева Т.И., Куликовских И.М., доценты Орищенко В.И., Дерябкин В.П.

На кафедре подготовили и успешно защитили кандидатские диссертации: Андреев М.В., Артамонов Ю.С., Баландин А.В., Васин Н.Н., Веерпалу Д.В., Вилоп Л.Э., Востокин С.В., Газетова (Соловьева) Я.В., Голуб М.А., Графкин А.В., Графкин В.В., Денисова Т.Б., Дегтярева О.А., Дмитриева (Сопченко) Е.В., Золотовицкий А.В., Игнатенко А.В., Иващенко А.В., Иоффе В.Г., Зеленко Л.С., Калинин Б.В., Киреев В.А., Климентьев К.Е., Компанец В.К., Крупец Н.Г., Кудрин К.А., Кудрина М.А., Куликовских И.М., Лёзин И.А., Лёзина И.В., Литвинов В.Г., Мажаров Л., Макаров А.А., Минаев А.А., Михайлов В.Г., Михеев С.В., Михеева Т.И., Орищенко В.И., Павлов А.Ю., Петров А.Ю., В.И., Пейсахович Д.Г., Пшеничников В.В., Поручиков А.Н., Рыбаков Д.А., Сабилло В.П., Секисов Ю.Н., Сергеев В.В., Сидоров А.А., Симановский Е.А., Симонова Е.В., Смирнов С.В., Я.В., Столбова А.А., Сюсин И.А., Тимченко М.С., Токмак П.Л., Томников Г.Н., Федосеев А.А., Федосеев А.А., Храмов А.Г., Чигарина Е.И., Цыбатов В.А., Шамашов М.А., Шерешевский М.А., Широков О.Ю., Штернберг Л.Ф., Якимаха В.П., Ямович А.А. (66)

Двадцать шесть преподавателей и выпускников кафедры подготовили и защитили докторские диссертации: Виттих В.А., Сойфер В.А., Скобелев О.П., Васин Н.Н., Востокин С.В., Голуб М.А., Еленев Д.В., Засканов В.Г., Иващенко А.В., Карпеев С.В., Кирилина С.А., Коварцев А.Н., Кораблин М.А., Куликовских И.М., Макаров А.А., Михеева Т.И., Сазонов В.В., Секисов Ю.Н., Сергеев В.В., Скобелев П.О., Смирнов С.В., Сухов А.М., Тюгашев А.А., Фурсов В.А., Храмов А.Г., Цыбатов В.А.

Ниже приведены данные о преподавателях кафедры

Годы	1971	1980	1990	2000	2012	2021
Проф.	-	2	3	2	5	4
Доц.	5	13	15	20	19	29
Ст. пр.	1	2	-	1	1	-
Асс.	5	11	5	3	10	3
Звание, степень	5	15	18	22	32	33
Всего	11	28	23	26	42	36

Сотрудники кафедры АСУ – ИСТ (1971-2022гг)

Зав. кафедрой

1. Виттих Владимир Андреевич – 1971-1987
2. Прохоров Сергей Антонович – 1988-н/в

Д.т.н., (PhD), профессора

1. Васин Николай Николаевич
2. Востокин Сергей Владимирович



3. Еленев Дмитрий Валерьевич
4. Заболотнов Юрий Михайлович
5. Засканов Виктор Гаврилович
6. Иващенко Антон Владимирович
7. Калентьев Анатолий Алексеевич
8. Коварцев Александр Николаевич
9. Кораблин Михаил Александрович
10. Куликовских Илона Марковна
11. Михеева Татьяна Ивановна
12. Секисов Юрий Николаевич
13. Сергеев Владислав Викторович
14. Сазонов Вячеслав Викторович
15. Скобелев Олег Петрович
16. Смирнов Сергей Викторович
17. Сойфер Виктор Александрович
18. Сухов Андрей Михайлович
19. Тарасов Вениамин Николаевич
20. Фурсов Владимир Алексеевич
21. Храмов Александр Григорьевич
22. Цыбатов Владимир Андреевич

К.т.н., доценты, ст. преподаватели, ассистенты

1. Альгашев Геннадий Андреевич
2. Баландин Александр Васильевич
3. Болтянский Александр Абрамович
4. Будячевский Игорь Александрович
5. Вилоп Леонард Эдуардович
6. Гашников Валерий Георгиевич
7. Глухов Виктор Павлович
8. Головнин Олег Константинович
9. Графкин Алексей Викторович
10. Графкин Владимир Викторович
11. Давыдов Игорь Евгеньевич
12. Дегтярева Ольга Александровна
13. Дерябкин Валентин Павлович
14. Долгинцев Александр Петрович
15. Есипов Борис Алексеевич
16. Заякин Олег Александрович
17. Зеленко Лариса Сергеевна
18. Золотовицкий Аркадий Владимирович
19. Иоффе Владислав Германович
20. Киреев Владимир Александрович
21. Климентьев Константин Евгеньевич
22. Колдоркина Валентина Александровна



23. Компанец Вячеслав Константинович
24. Крупец Николай Германович
25. Кудрин Константин Анатольевич
26. Кудрина Мария Александровна
27. Кузенная Наталья Валентиновна
28. Кузнецов Лев Владимирович
29. Кузьмишина Татьяна Михайловна
30. Куликов Владимир Валентинович
31. Леднев Андрей Михайлович
32. Лёзин Илья Александрович
33. Лёзина Ирина Викторовна
34. Либерзон Ольга Карловна
35. Литвинов Владимир Геннадьевич
36. Логвинова (Касаткина) Ирина Сергеевна
37. Малиев Юрий Николаевич
38. Минаев Антон Андреевич
39. Михайлов Владимир Гаврилович
40. Михайлов Сергей Валерьевич
41. Михеев Сергей Владиславович
42. Нестеров Андрей Витальевич
43. Новиков Александр Олегович
44. Овсянников Александр Сергеевич
45. Озерная Светлана Алексеевна
46. Орищенко Владимир Ильич
47. Павлов Владимир Павлович
48. Пигусов Андрей Сергеевич
49. Полукаров Данил Юрьевич
50. Поручиков Алексей Николаевич
51. Пшеничников Виктор Владимирович
52. Пшеничников Юрий Владимирович
53. Сабилло Валентин Павлович
54. Семенова Ирина Владимировна
55. Сивков Вадим Сергеевич
56. Сидоров Андрей Анатольевич
57. Симановский Евгений Аркадьевич
58. Симонова Елена Витальевна
59. Сироченко Владимир Прохорович
60. Соколов Павел Александрович
61. Солдатова Ольга Петровна
62. Соловьева Яна Владимировна
63. Сопченко Елена Вильевна
64. Столбова Анастасия Александровна
65. Сюсин Илья Александрович
66. Тимофеев Александр Вадимович



67. Томников Геннадий Николаевич
68. Федорин Александр Петрович
69. Червинский Вилен Петрович
70. Черкасский Евгений Петрович
71. Чигарина Елена Ивановна
72. Шамашов Михаил Анатольевич
73. Шерешевский Лев Аронович
74. Штернберг Леонид Фрицевич
75. Якимаха Виктор Петрович
76. Ямович Анатолий Александрович
77. Яхонтова Ольга Михайловна

Диспетчеры кафедры

1. Золова Зоя Алексеевна
2. Катунова Ольга Николаевна
3. Карасева Людмила Николаевна
4. Князькина Наталья Владимировна
5. Матвеева Александра Владимировна
6. Гаврилова Ольга Владимировна
7. Муравьева Екатерина Валерьевна

Заведующие лабораториями

1. Миллер Юрий Арсентьевич
2. Лапушкин Николай Васильевич
3. Савин Геннадий Николаевич
4. Балыков Валентин Николаевич
5. Квон Валерий Самсонович
6. Кузенный Михаил Николаевич

Слайд-шоу «АСУ-ИСТ 50», подготовленное к.т.н., доцентом Есиповым Б.А. можно посмотреть на <https://disk.yandex.ru/i/HHhx38T4Bjql2w>.



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

T. Legović

A NEW MODEL FOR PREDICTING COLLISION OF BIRDS WITH BLADES OF A WIND TURBINE

(OIKON Ltd. Institute for Applied Ecology, Libertas International University,
R. Bošković Institute, Zagreb, Croatia)

It is well known that rotating blades of a wind turbine represent a risk to collision of birds. For potential areas of wind farm siting, computer models predicting collision of birds with rotors are used regularly. However, monitoring results after wind farms have been built have shown that these assessments were unreliable to the extent that wind farms have been located at wrong places with regard to collision risk.

Up to now, about 20 models have been formulated to calculate the number of bird collisions per year for a particular wind farm. The most often used is the Band model developed for the Scottish Natural Heritage. Since the model was built for use on potential locations of wind farms at the sea, the validation does not exist.

An attempt to use the model for a potential location of a wind farm in Croatia has revealed:

- a) some calculations in the model are erroneous;
- b) the basic hypothesis used in the model does not conform to reality;
- c) the model overestimates the number of collisions by two orders of magnitude.

Hence, a new model has been formulated in which corrections to previous models have been made, additional relevant factors have been taken into account, verification has been completed and validation has been made using monitoring results after several wind farms have been built. The model will be used for finding the best locations of future wind farms with regard to minimization of collision risk to resident predatory birds such as eagles, hawks, buzzards, falcons and kestrels.



CREATING ART IMAGES VIA THE DELAUNAY TRIANGULATION METHOD

(Innopolis University)

Introduction

Currently, the field of digital image processing is actively developing all over the world and it is one of the promising technologies in creating video surveillance systems, technical and medical diagnostic systems, development of digital photography, as well as remote monitoring of various processes [1,2]. The issues of effective functioning of image processing systems are relevant in many researches of scientists. The article presents one of the possible ways of computer processing of art images using the Delaunay triangulation method.

The program uses a genetic algorithm to draw a new picture based on a given one. Each image is constructed by triangulation and colorization of N points. You can see the examples of the program output below (figure 1):



Fig. 1. Examples of art images after using the Delaunay triangulation method

Algorithm description

Chromosome representation.

Each bot has one chromosome. Each chromosome consists of N pairs of natural numbers in the range $[0; \text{RAND\_MAX}]$. Each pair represents coordinates of points on the image plane.

Estimation of the fitness.

To estimate the fitness of bots we need to pass each bot through the pipeline consisting of several stages (figure 2).

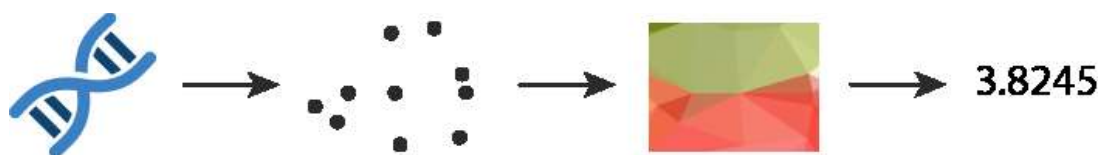


Fig. 2. Stages of bot «compilation»

The first stage is bot “compilation”. At this stage, we extract information from the bot’s chromosomes and transform it into collections of points. Basically, it is just a conversion and normalization of a one-dimension chromosome to get a 2d array of coordinates. The second stage is image rendering. At this step, we produce images with colored triangles based on points from the previous stage. We will take a closer look at this stage further. The last stage is loss estimation: we compare the rendered image with the target one and calculate the number that will show how similar the images are. For this, we use the standard L1 function. Also, in cases where small errors do not matter, it is better to use the L2 loss function (figure 3):



Fig. 3. Loss estimation

Sometimes some parts of images are more important than other ones. For instance, the background is not as important as the objects in the foreground. We decided to use grayscale masks to tell the program if there is any special place it should pay attention to. In this case, a pixel-wise error will be multiplied by mask, and only after that errors will be summed up. Here you can see the difference between using the mask and not using it (figure 4):



Fig. 4. Using the masks

Rendering the image.

To build and render an image from a given set of points we need to pass these points and the target image through the pipeline of three stages: triangulation, colorization, render. In the first stage, we apply Delaunay triangulation to a given set of points to obtain triangles. In the next stage, we use these triangles and the target image to estimate the color of each triangle. The color of a triangle is the mean of all pixels this triangle covers. In the last stage, we render all obtained triangles with computed colors (figure 5).

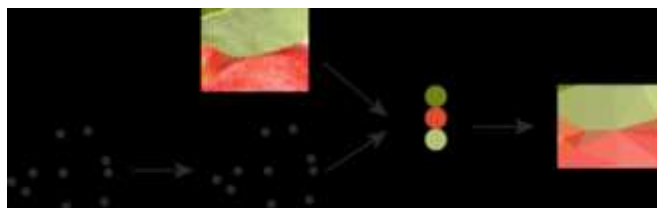


Fig. 5. Stages of rendering the image

Population size

To determine the appropriate population size M we run the program several times with different population sizes and such amount of iterations so that overall execution time will be the same for all tests. We run the program 3 times for each population size with different seeds and take the mean of results.

Selection technique

The evaluation process assigns each bots label with the score. Then all bots are sorted by an assigned score from the best bot to the worst one. Then there is a choice of $2 \cdot M$ partners for crossing and creating a new generation.

Evolution process (mutation, crossover)

When two bots are selected for producing offspring, we cross these bots to create a new bot. The chromosome of a new bot is produced by crossing the parent's chromosomes. First, we apply uniform crossover ("uniform" because it is simpler to implement and it is acceptable for our task). Second, we add some mutations to already created new bots. Let us notice that in the case of crossover one point (pair of coordinates) is counted as a single element but in the case of mutation, they are considered as two elements. It is so because we do not want the crossover to take y coordinate of one point and concatenate it with x coordinate of another point (because these points are not connected in any way), or even with y coordinate of another point. But we want to have the ability to change x and y by mutation separately.

Conclusion

To improve the performance of the algorithm, we write a multithreading program on C++. Then we notice that colorization in the rendering pipeline is the slowest part of the whole program, and we pay a lot of effort into increasing the speed of this part. If we compare our implementation with the same algorithm but written on Python, our program is around 80 times more efficient (we try to implement this algorithm on Python as well).

References

1. Ilyichev V. Y. Studying the application of Delaunay triangulation method with CSV files for image formation in Python // Notes of a Scientist. – 2021. – №. 9-1. – P. 301-305
2. Lawonn, K. and Günther, T. (2019), Stylized Image Triangulation. Computer Graphics Forum, 38: 221-234. <https://doi.org/10.1111/cgf.13526>



А.И. Абдульманов

МНОГОПОТОЧНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОТРИСОВКИ МНОЖЕСТВА МАНДЕЛЬБРОТА

(Самарский государственный технический университет)

Для отрисовки фракталов нужно понимать сначала то, что из себя представляет фрактал. Фрактал – это множество, при приближении которого наблюдается его самоповторение, то есть повторяет части самого себя. Такие множества могут наблюдаться и в реальной жизни (например структура папоротника или кораллы). Имеется широкое применение фракталов в естественных науках, радиотехнике, информатике.

Далее для работы понадобится понимание того, что из себя представляют комплексные числа. Комплексное число — это число, имеющее вид $a + bi$ и для которого выполняется равенство $i^2 = -1$. Для таких чисел выполняется основная теорема алгебры, из которой следует, что любой многочлен n -й степени будет иметь n решений.

В работе с комплексными числами будут использоваться операции сложения, умножения, вычитания и деления.

Программа реализуется на языке C++ в Visual Studio с использованием дополнительной библиотеки SFML и OpenMP для реализации многопоточности.

После реализации программы на выход получаются данные об итерации, зуме и времени отрисовки. При использовании одного потока и следующими параметрами (разрешение: 800x600, итерация: 128, зум: x0.33) время отрисовки составляет примерно 144 миллисекунды. Для тех же параметров, но в многопоточном режиме время отрисовки составляет примерно 33 миллисекунды. Используем другие параметры ((разрешение: 800x600, итерация: 512, зум: x526126.59) время отрисовки в многопоточном режиме составляет примерно 110 миллисекунд. При тех же параметрах, но в однопоточном режиме время отрисовки примерно равно 740 миллисекунд.

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что при малых итерациях и небольшом зуме наблюдается прирост в производительности примерно в 4 раза. Но с увеличением итераций и зума различие в производительности увеличивается в 6 раз.



Е.М. Антонюк, П.Е. Антонюк, Д.С. Гвоздев

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ АНАЛИЗОМ ОТКЛОНЕНИЙ

(Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»))

Современное развитие экспериментальных исследований, технологических процессов и производства требуют измерения или (и) контроля большого числа параметров, позволяющих судить о состоянии того или иного объекта. При этом наблюдается непрерывный рост объема измерительной информации, обусловленный усложнением производственных процессов и научных исследований. Всё это приводит к необходимости совершенствования существующих информационно-измерительных систем, к которым относятся как измерительные системы, так и системы автоматического контроля, т.е. к появлению систем нового поколения – адаптивных систем со сжатием данных. Появление и развитие адаптивных информационно-измерительных систем со сжатием данных основывается на том, что не вся получаемая от объекта информация является одинаковой ценной, особенно, если учесть, что любые измерения производятся с определенной точностью, и часть информации является избыточной, т.е. такой, без которой входные сигналы могут быть восстановлены с заданной допустимой погрешностью. Сокращение избыточной измерительной информации с помощью методов сжатия данных, например, в телеизмерительных системах позволяет сократить требуемую полосу пропускания частот в каналах связи, уменьшить время обработки информации и объем памяти запоминающих (регистрирующих) устройств [1].

До настоящего времени методы сжатия данных в системах автоматического контроля практически не используются. В отличие от измерений, где результатом являются количественные значения измеряемой величины, при контроле, под которым понимается процесс установления соответствия между объектом контроля и заранее заданной нормой, результатом является то или иное логическое утверждение (“больше” – “меньше”, “годен” – “негоден” и т.п.). В существующих многоканальных системах автоматического контроля в подавляющем большинстве случаев применяется временное разделение каналов, т.е. осуществляется дискретный последовательный опрос контролируемых параметров с постоянной частотой и, следовательно, обнаружение параметров, отклонившихся от нормы, происходит через определенные моменты времени, что даёт возможность использования одних и тех же средств для измерения и контроля информации от множества параметров контролируемого объекта. Дискретный характер проведения операции контроля такими системами в общем случае снижает достоверность результатов контроля, т.е. вероятность того, что контролируемая величина в момент опроса не вышла из зоны допустимых значений. Для достижения заданной достоверности частоту проведения операций



контроля выбирают с учетом экстремальных динамических свойств контролируемых параметров, что приводит к большой избыточности операции контроля и неоправданным затратам. В то же время может возникнуть ситуация, когда некоторые параметры всё же выходят за пределы допустимых значений и может быть пропущен предаварийный (или даже аварийный) режим работы объекта из-за недостаточности априорных сведений о динамических свойствах объекта контроля или невозможности построения системы автоматического контроля в соответствии с динамическими свойствами объекта.

Переход к адаптивному контролю позволяет выводить на обслуживание параметры, отклонившиеся от номинальных или допустимых значений на определенную заданную величину. Если учесть, что в большинстве систем автоматического контроля одновременно с контролем, т.е. в реальном времени, осуществляется регулирование отклонившихся параметров, то значение адаптивного контроля в ряде случаев может быть очень важным. Таким образом, в отличие от известных систем автоматического контроля с циклическим опросом контролируемых параметров в адаптивных системах в первую очередь может обслуживаться самый “опасный” с точки зрения работоспособности объекта параметр, регулирование которого снизит или даже устранил опасную ситуацию [2].

Адаптивные системы автоматического контроля могут быть построены на основе методов адаптивной коммутации с различными принципами (алгоритмами) выбора наиболее “опасных” параметров. При этом производится анализ отклонений контролируемых параметров от номинальных значений и определяется наибольшее отклонение по всем параметрам объекта. Если найденное отклонение превышает допустимое значение, это отклонение (или сам параметр) может использоваться для индикации оператору или являться сигналом для регулирования объекта контроля.

Возможен параллельный, последовательный и последовательно-параллельный методы анализа отклонений [3]. Параллельный метод обладает наибольшим быстродействием нахождения наибольшего отклонения, но и имеет наибольшую сложность схемного использования. При этом сложность резко возрастает при увеличении числа контролируемых параметров.

Последовательный анализ отклонений предполагает использование метода “перебора” и следовательно в схемном использовании требует наличия “памяти” для осуществления сравнения последующих значений отклонений от предыдущих. Схемное исполнение в этом случае требует меньших затрат по сравнению с параллельным методом анализа при одном и том же числе контролируемых параметров.

При последовательно-параллельном методе анализа отклонений выделение наибольшего отклонения осуществляется параллельно, а номер параметра, имеющего это наибольшее отклонение, находится с помощью последовательного опроса всех отклонений. В этом случае не требуется запоминать предыдущие значения отклонений, и потому скорость опроса может быть максимально высокой в соответствии с выбранной элементной базой. При этом быстро-



действие нахождения наибольшего отклонения приближается к быстродействию метода параллельного анализа, а схемное исполнение по сложности практически соответствует исполнению метода последовательного анализа отклонений.

Рассмотрим структурную схему адаптивной системы автоматического контроля с последовательно-параллельным анализом отклонений (рис.1). Система работает следующим образом.

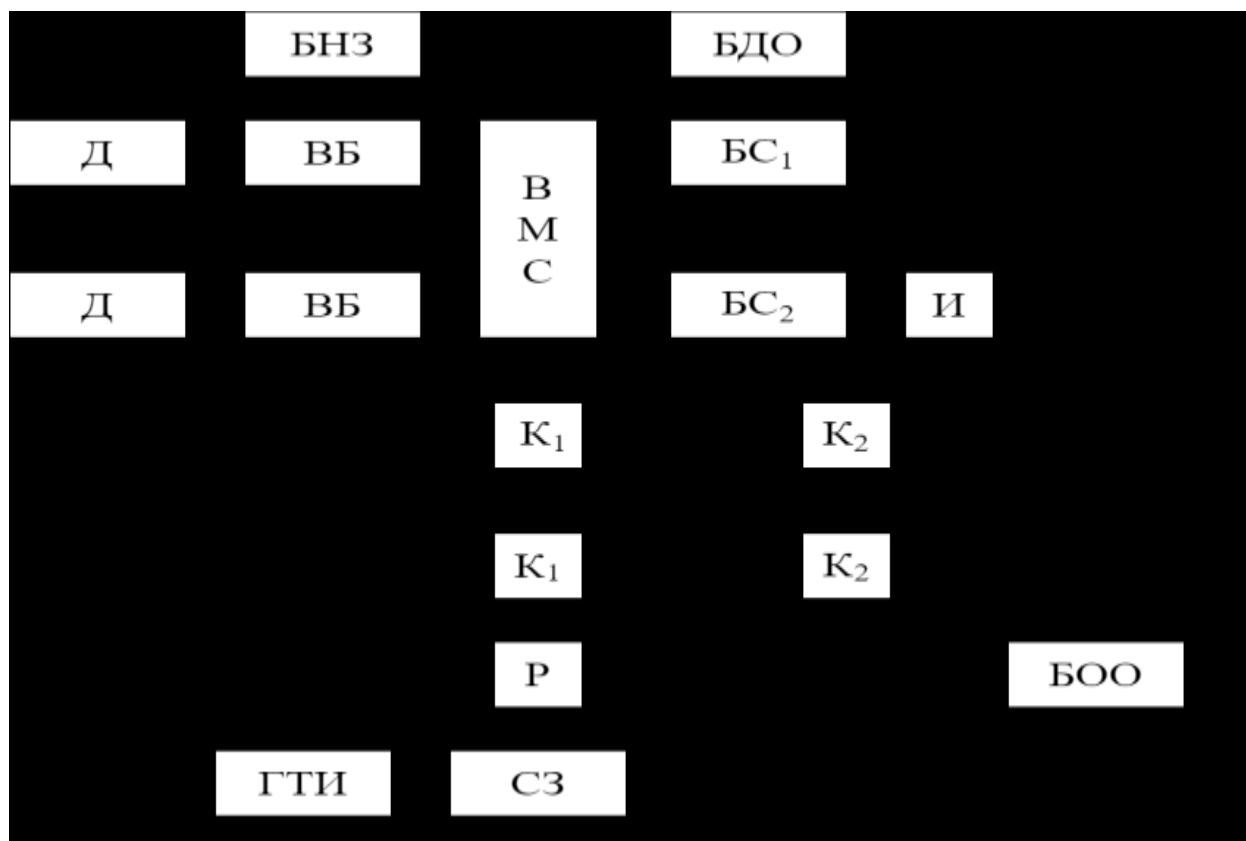


Рис. 1. Структурная схема адаптивной системы автоматического контроля

Выходные унифицированные сигналы (напряжения) датчиков Д, пропорциональные контролируемым параметрам объекта, сравниваются вычитающими блоками ВБ с номинальными значениями от блока номинальных значений БНЗ. Разностные сигналы одновременно (в параллельном режиме) поступают на входы выявителя максимальных сигналов ВМС и на информационные входы ключей К₁ и К₂, управляемые распределителем Р, причём ключи К₁ и К₂, относящиеся к одному каналу контроля, открываются одновременно. Распределитель Р с ключами К₁ осуществляет таким образом последовательный режим опроса отклонений. Выявитель максимального сигнала ВМС может быть построен на диодных сборках. Использование диодных сборок для выделения максимальных напряжений основано на том, что между операциями алгебры логики и операциями выделения максимума и минимума существует аналогия [4], а именно



$$x_1 \cup x_2 \cup \dots \cup x_n = \max(x_1, x_2, \dots, x_n);$$

$$x_1 \cap x_2 \cap \dots \cap x_n = \min(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где x_i – напряжение на i -м входе диодной сборки; $\cup$ и $\cap$ – символы логических операций «дизъюнкция» и «конъюнкция».

После обработки предыдущего отклонения блок обнаружения отклонения БОО сигналом «Пуск» открывает схему запуска СЗ и импульсы от генератора тактовых импульсов ГТИ поступают на вход распределителя Р. Наибольшее отклонение (напряжение) с выхода ВМС поступает на первые входы блоков сравнения БС₁ и БС₂. Второй вход БС₁ подключен к блоку допустимых отклонений БДО. БС₁ вырабатывает логический сигнал «1», если сигнал на первом входе БС₁ больше допустимого отклонения. На второй вход БС₂ поступают поочередно напряжения с выходов ВБ. При появлении на этом входе напряжения, равного напряжению на выходе ВМС, т.е. при нахождении канала с наибольшим отклонением, БС₂ вырабатывает логический сигнал «1», поступающий на один из входов элемента «И», на второй вход которого подается сигнал «1» от БС₁, если наибольшее отклонение превышает допустимое отклонение. Элемент «И» формирует сигнал «Стоп», закрывающий СЗ, и прекращает поступление импульсов от ГТИ к распределителю Р. Распределитель останавливается на выбранном канале, а разностный сигнал вместе с адресом поступает в БОО. Если максимальная разность появилась на нескольких ВБ одновременно, то они будут опрошены по очереди в соответствии с их номерами.

Блок обнаружения отклонений БОО вырабатывает сигналы индикации параметров контролируемого объекта, вышедших за пределы допустимых отклонений, а также сигналы, позволяющие проводить регулирование этих параметров, что может предотвратить появление предаварийной или даже аварийной ситуации.

Таким образом в докладе рассмотрен один из вариантов построения адаптивной системы автоматического контроля, позволяющего получать информацию о состоянии технологических процессов и сложных объектов в реальном времени, что дает возможность использовать полученную информацию непосредственно для регулирования технологических процессов, прогнозирования и поддержания работоспособности объекта.

Литература

1. Адаптивные телеизмерительные системы/ Б.Я.Авдеев, Е.М.Антонюк, С.Н.Долинов, Л.Г.Журавин, Е.И.Семенов, А.В.Фремке; под ред. А.В.Фремке. Л.: Энергоатомиздат, 1981.
2. Антонюк Е.М. Адаптивные системы автоматического контроля// Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Научное приборостроение. 1999. Вып.1. с. 10-13.
3. Антонюк Е.М., Ломоносова Ю.С. Системы автоматического контроля со сжатием данных // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2009. №7. с. 62-68.
4. Нетребенко К.А. Компенсационные схемы амплитудных вольтметров и указателей экстремума. М.: Энергия, 1967.



АППРОКСИМАЦИОННЫЙ МЕТОД КОРРЕКЦИИ АППАРАТНОЙ ФУНКЦИИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

При обработке хроматографических сигналов наибольшей проблемой является разделение наложенных пиков. На практике для разделения наложенных пиков чаще всего используются методы перпендикуляра и триангуляции [1]. Для разделения асимметричных пиков использование данных методов дает большую погрешность, из-за чего актуальным является вопрос разработки новых математических методов для разделения наложенных пиков. Одним из путей снижения погрешности данных методов является предварительная коррекция аппаратной функции анализатора, что позволяет снизить асимметрию пиков, что позволяет применять даже наиболее простой метод перпендикуляра с существенно меньшей погрешностью. Коррекция аппаратной функции для хроматографических сигналов связана с вычислением производной, применение которой для реальных сигналов, содержащих помеху, усиливает влияние помехи на конечный результат. Одним из способов исключить влияние помехи на коррекцию аппаратной функции является предварительная аппроксимация сигнала в базисе функций Чебышева-Эрмита, которые обладают сглаживающим свойством [2].

В настоящей работе предлагается метод коррекции аппаратной функции для хроматографического сигнала с помощью аппроксимационного метода, основанного на использовании функций Чебышева-Эрмита

Аппроксимация сигналов и их производных в базисе функций Чебышева-Эрмита

Функции Чебышева-Эрмита определяются следующим образом:

$$\varphi_n(t) = \frac{1}{\alpha_n} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot H_n(t), \quad (1)$$

где $\alpha_n = \sqrt{2^n n! \sqrt{\pi}}$ – нормирующая константа;
 $H_n(t)$ – полином Эрмита n -го порядка [3]:

$$H_n(t) = (-1)^n e^{t^2} \frac{d^n e^{-t^2}}{dx^n}. \quad (2)$$

Набор функций $\varphi_n(t)$ (1) задает базис для аппроксимации (кодирования и декодирования) сигналов. Аппроксимация сигнала $f(t)$ с помощью N функций разложения (алгоритм кодирования) заключается в нахождении коэффициентов c_n . В силу локализации функций Чебышева-Эрмита нахождение данных коэффициентов можно свести к формуле:



$$c_n = \int_{-\tau_n}^{\tau_n} f(t) \cdot \varphi_n(t) dx, \quad n = 0, 1, \dots \quad (3)$$

где $[-\tau_n, \tau_n]$ – отрезок, на котором локализована функция $\varphi_n(t)$.

Алгоритм декодирования с помощью n коэффициентов, в результате которого восстанавливается аппроксимированный сигнал, выражается формулой:

$$\hat{f}(t) = \sum_{n=0}^N c_n \cdot \varphi_n(t). \quad (4)$$

За счет рекуррентных свойств полиномов Эрмита можно вычислять производные функций (1) с использованием самих функций (1) предыдущего и последующего порядков:

$$\frac{d\varphi_n(t)}{dt} = \sqrt{\frac{n}{2}} \varphi_{n-1}(t) - \sqrt{\frac{n+1}{2}} \varphi_{n+1}(t), \quad (5)$$

тем самым, можно вычислить производную сигнала, аппроксимированного в рассматриваемом базисе:

$$\frac{d\hat{f}(t)}{dt} = \sum_{n=0}^N c_n \left[\sqrt{\frac{n}{2}} \varphi_{n-1}(t) - \sqrt{\frac{n+1}{2}} \varphi_{n+1}(t) \right]. \quad (6)$$

Коррекция аппаратной функции хроматографического анализатора

Большинство хроматографических анализаторов обладают экспоненциальной аппаратной функцией, для устранения которой требуется сложить сигнал с его производной, умноженной на некоторый коэффициент, соответствующий постоянной времени экспоненты [4]:

$$f_0(t) = f(t) + \tau \frac{df(t)}{dt}. \quad (7)$$

Поскольку сигнал $f(t)$ раскладывается в базисе функций Чебышева-Эрмита, для вычисления производных воспользуемся выражением (6):

$$f_0(t) = \sum_{n=0}^N [c_n \varphi_n(t)] + \sum_{n=0}^N \left[c_{n-1} \sqrt{\frac{n}{2}} \varphi_{n-1}(t) - c_{n+1} \sqrt{\frac{n+1}{2}} \varphi_{n+1}(t) \right]. \quad (8)$$

Кодируя полученный сигнал в базисе функций (1), получим новый набор коэффициентов c_n^0 , соответствующий сигналу со скорректированной аппаратной функцией:

$$c_n^0 = c_n + \tau \left(c_{n-1} \sqrt{\frac{n}{2}} - c_{n+1} \sqrt{\frac{n+1}{2}} \right). \quad (9)$$

Следовательно, для коррекции аппаратной функции в используемом базисе не требуется вычислять саму производную, только сложить соседние отсчеты с нужными весами. Выбор τ необходимо осуществлять итерационно, увеличивая это значение до тех пор, когда спад сигнала не пересечет нулевую линию (следует использовать предшествующую пересечению итерацию в качестве оптимальной).

Экспериментальное исследование

Для проверки работоспособности метода был получен сигнал с существенной асимметрией, извлеченный с помощью программы Хроматэк Аналитик 3.1 из хроматограммы углеводородов, записанной посредством хроматографа Кристалл-5000 с пламенно-ионизационным детектором. Для сигнала были вычислены коэффициенты кодирования (3), по которым вычислялись коэффициенты (9) сигнала с скорректированной аппаратной функцией, и уже по последним, с помощью декодирования (4), аппроксимировался искомый сигнал. Итерационно было подобрано оптимальное значение $\tau = 1,5$. Аппроксимируемый сигнал изображен на рис. 1, а (измеренный сигнал – дискретный, но для удобства отображения представлен в виде зависимости значений от времени). Приведенная погрешность аппроксимации сигнала в базисе функций (1), представленная на рис. 1, б, была вычислена по выражению:

$$\gamma(t) = \frac{f(t) - \hat{f}(t)}{\max[f(t)]} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где $f(t)$ – исходный сигнал;

$\hat{f}(t)$ – аппроксимированный по (4) сигнал;

$\max[f(t)]$ – максимум исходного сигнала.

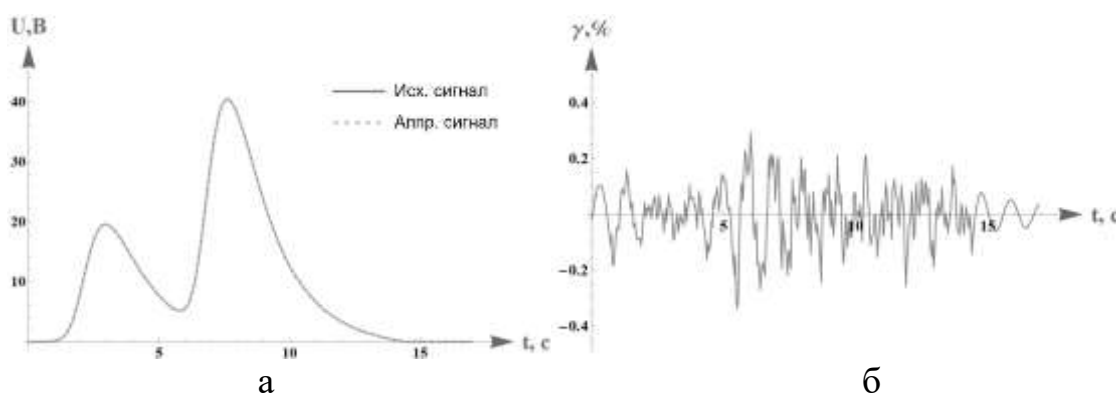


Рис. 1. Аппроксимация сигнала:

а – аппроксимация сигнала, б – приведенная погрешность аппроксимации

Значение озвученной приведенной погрешности не превышает 0,29%, что говорит о высоком качестве аппроксимации. По результатам аппроксимации, с учетом полученного значения $\tau = 1,5$ был восстановлен сигнал со скорректированной аппаратной функцией, представленный на рис. 2. Для сравнения погрешностей предложенного метода с традиционными методами перпендикуляра и триангуляции, была вычислена погрешность определения площади двух пиков в отдельности по каждому методу. Погрешность площади вычисляется по выражению:

$$\delta = \frac{|S - \tilde{S}|}{S} \cdot 100\%, \quad (11)$$



где S – площадь исходного пика;
 $\tilde{S}$ – площадь пика, полученная одним из методов.

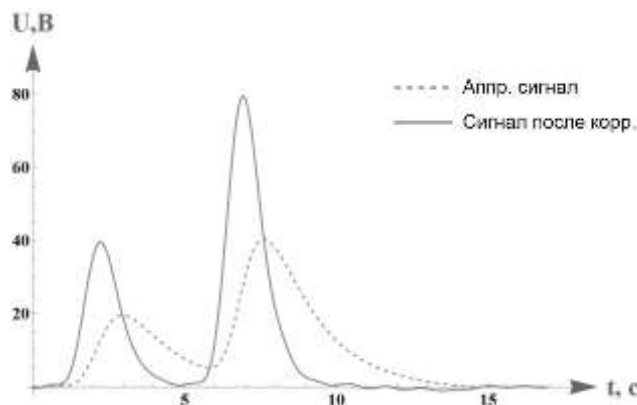


Рис. 2. Коррекция аппаратной функции сигнала

Результаты представлены в таблице 1. Можно видеть, что после коррекции аппаратной функции погрешность применения метода перпендикуляра снижается в 7-10 раз.

Таблица 1 – Погрешности разделения пиков

Метод	$\delta_{S1}, \%$	$\delta_{S2}, \%$
Перпендикуляра	10,8	9,3
Триангуляции	8,5	9,2
Перпендикуляра с коррекцией АФ	1,1	1,27

Заключение

Полученные результаты говорят о целесообразности применения разработанного метода при обработке наложенных хроматографических сигналов, в случае существенной их асимметрии. Метод позволяет автоматизировать процесс разделения наложенных пиков за счет простоты условия остановки итерационного процесса поиска τ .

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-90014

Литература

1. Felinger A. Data Analysis and Signal Processing in Chromatography / A. Felinger. – Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science B.V., 1998. – 413 p.
2. Балакин Д.А., Штыков В.В., Построение ортогонального банка фильтров на основе преобразований Эрмита для обработки сигналов. // Журнал радиоэлектроники, №9, 2014. – с. 1-15.
3. Суетин П. К. Классические ортогональные многочлены. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 480 с.



4. Felinger A. Deconvolution of Overlapping Skewed Peaks / A.Felinger // Anal. Chem.–1994.–vol. 66.–pp. 3066-3072.

О.К. Головнин, А.В. Курганов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА КОММЕНТАРИЕВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЛУЖБЕ МГНОВЕННОГО ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ TELEGRAM

(Самарский университет)

На текущий момент системы мгновенного обмена сообщениями превращаются в полноценные социальные сети со своей спецификой. В работе представлена разрабатываемая автоматизированная система анализа комментариев пользователей к постам в групповых чатах в службе мгновенного обмена сообщениями Telegram на предмет нарушения правил сообщества или законодательства страны размещения, построенная на основе нейронной сети с LSTM-ячейками. Предложенная система позволяет выявлять не только конкретные запрещенные слова или словосочетания, но и выделять и понимать контекст, в котором они использованы.

Разрабатываемая система включает в себя несколько подсистем: подсистему получения информации из службы мгновенного обмена сообщениями Telegram, подсистему обработки информации на основе нейронной сети с LSTM-ячейками, подсистему генерации и доставки уведомлений модераторам о нахождении подозрительного сообщения, подсистему суммаризации текстовой информации. Особенностью работы системы является возможность обучаться на основе решений модератора относительно того или иного подозрительного сообщения. Система разрабатывается на языке программирования Python.

Подсистема получения информации из службы мгновенного обмена сообщениями Telegram организуется в виде робота, имитирующего действия пользователя [1]. Найденная информация (посты и комментарии) сохраняются в виде json-файлов. Список анализируемых групп задается модератором системы.

Подсистема обработки информации реализуется на основе нейронной сети с LSTM-ячейками [2], где в качестве функции активации используется Softmax. Подсистема считывает данные из поступающих json-файлов. Разбиение входящего сообщения на слова выполняется с помощью text_to_word_sequence библиотеки Keras. В подсистеме используется метод One-Hot Encoding для преобразования категориальных данных в числовые, что позволяет преобразовать текстовые сообщения в закодированное 0 и 1 сообщение, которое обрабатывается с помощью метода Embedding [3], уменьшающего размерность сообщений. Алгоритм добавления нового Embedding-слоя в нейронную сеть при указании модератором его принадлежности к тому или иному классу представлен на рисунке, для чего



используется функция `get_keras_embedding()`.

Подсистема генерации и доставки уведомлений модераторам о нахождении подозрительного сообщения реализована как чат-бот Telegram, через которого, в том числе, осуществляется взаимодействие модератора с системой: ведение перечня групп для поиска, задание правил поиска, получение уведомлений о нахождении подозрительного сообщения, принятие решения об отношении найденного сообщения к тому или иному классу.



Рис. 1. Алгоритм добавления Embedding-слоя в нейронную сеть

Подсистема суммаризации текстовой информации, реализованная на основе [4], позволяет объединять найденные посты, опубликованные на схожую тематику, в один текстовый массив информации для подготовки отчетов о найденных сообщениях и выявления наиболее проблемных направлений.

Разрабатываемая система предназначена для использования модераторами крупных сообществ Telegram в целях контроля комментариев и недопущения блокировки каналов вследствие размещения комментаторами недопустимой информации.

Литература

1. Курганов, А.В. Умный чат-бот для семантического анализа текста сообщений в мессенджерах / А.В. Курганов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: тез. конф. – Рязань: РГРТУ, 2021. –



С. 183-184.

2. Dirash, A.R. LSTM Based Text Classification / A.R. Dirash, S.K. Bargavi // ITM Journal of Management and IT. – 2021. – Т. 12. – №. 1. – С. 62-65.

3. Correlation analysis and text classification of chemical accident cases based on word embedding / Jing S. et al. // PSEP. – 2022. – Т. 158. – С. 698-710.

4. Батаев, Д.В. Система аннотирования на основе гибридной экстрактивно-абстрактной архитектурной модели / Д.В. Батаев, О.К. Головнин // Королёвские чтения. – Самара: Самарский ун-т, 2021. – С. 452-453.

В.В. Гудков, И.В. Лёзина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ГИПЕР РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

(Самарский университет)

Целью данной работы является автоматизация процесса идентификации плотности распределения вероятности гипер радиально-базисной нейронной сетью.

В рамках работы проведен анализ предметной области и различных моделей нейронных сетей, которые применяются в задачах идентификации, произведено обоснование выбора модели сети.

В разработанной системе реализована возможность работы с выборками данных: генерация по заданному закону распределения, сохранение и загрузка данных из файлов. Обучение сети производится с помощью метода обратного распространения ошибки. Выбор начальных параметров производится с помощью случайной инициализации.

Благодаря обученной сети реализован процесс идентификации плотности распределения вероятности. Удобный и понятный интерфейс позволяет оценивать результат обучения сети. Оценка качества идентификации производится с помощью процента распознавания различных распределений.

По методологии UML разработан логический проект с помощью программы Draw.io. Диаграмма вариантов использования разработанной системы представлена на рисунке 1. Реализация системы осуществлена на языке Java в среде программирования IntelliJ IDEA 2021.1.1 с использованием операционной системы Windows 10. Сторонние библиотеки для работы с нейронными сетями не использовались.

Одной из главных задач на этапе проектирования нейронной сети является выбор ее оптимальной структуры. Различные способы объединения нейронов между собой привели к появлению большого разнообразия сетевых структур. Задача идентификации может быть решена при помощи любой нейронной сети, так как они являются универсальными классификаторами.

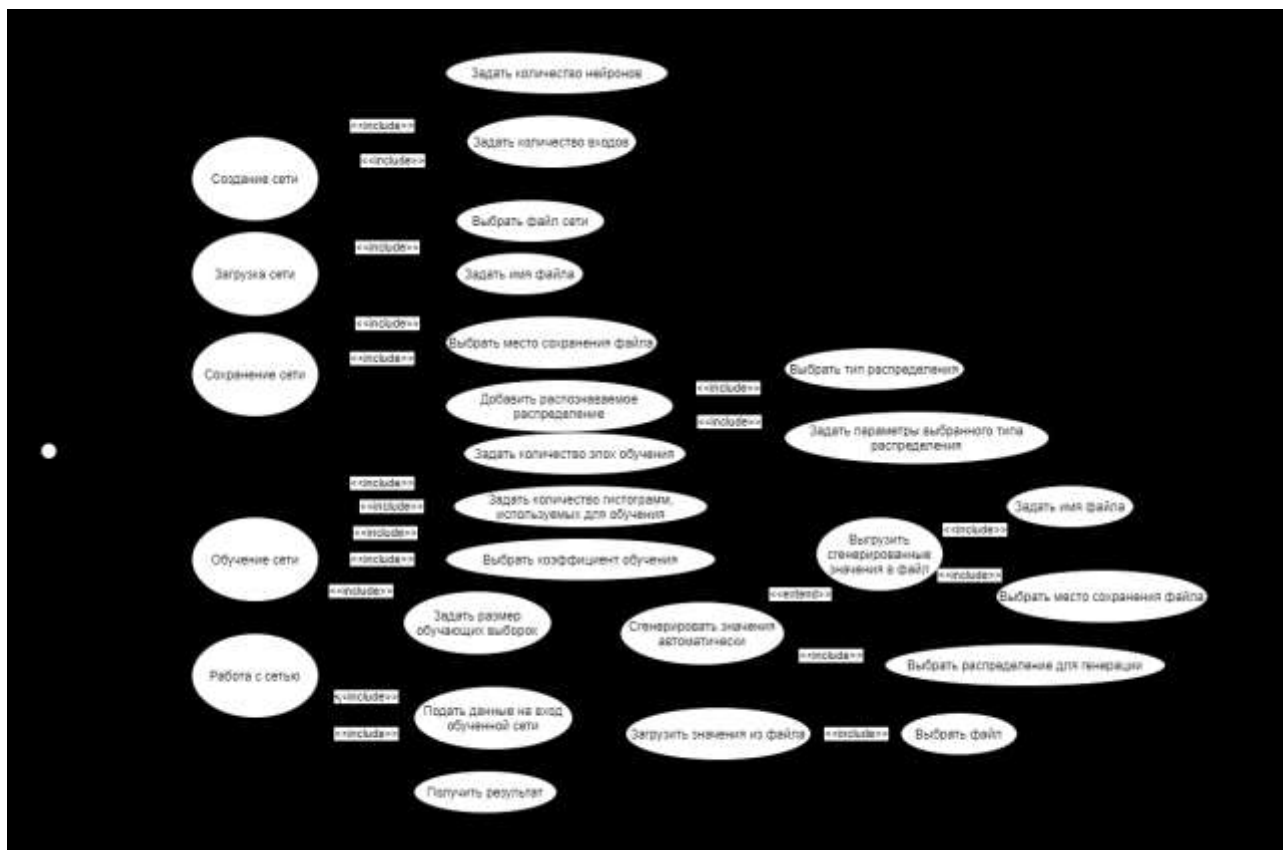


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

Гипер радиально-базисная сеть – это сеть нейронов использующих радиально-базисную функцию, в качестве функции активации, дополнительно усиленная за счёт использования масштабирующей матрицы. Частным случаем такой сети является радиально-базисная сеть, у которой масштабирующая матрица является диагональной.

Обобщенная схема HRBF-сети представлена на рисунке 2 [1].

Обратное распространение ошибки (backpropagation) — это метод вычисления градиента, который используется при обновлении весов многослойного персептрона [2].

Цели обратного распространения просты:

Отрегулировать каждый вес пропорционально тому, насколько он способствует общей ошибке;

В результате итеративного уменьшения ошибки каждого веса получить ряд весов, которые дают хорошие результаты распознавания.

Важное условие использования данного алгоритма обучения – это дифференцируемость функции активации нейронов. Для нашего случая целевая функция сети будет выглядеть следующим образом:

$$E = 0.5 \left(\left(\sum_{i=1}^K w_i \exp \left(-0.5 \left(\sum_{j=1}^N \left(\sum_{s=1}^N Q_{js} (x_s - c_s^i) \right)^2 \right) \right) + w_0 \right) - d \right)^2$$



В таблице 1 представлены типовые законы распределения и процент их распознавания при данных параметрах сети: объем выборки 200, число итераций обучения 2000, число скрытых нейронов 15, количество дифференциальных коридоров 10, число гистограмм каждого распределения 200, обучающий коэффициент 0.01.

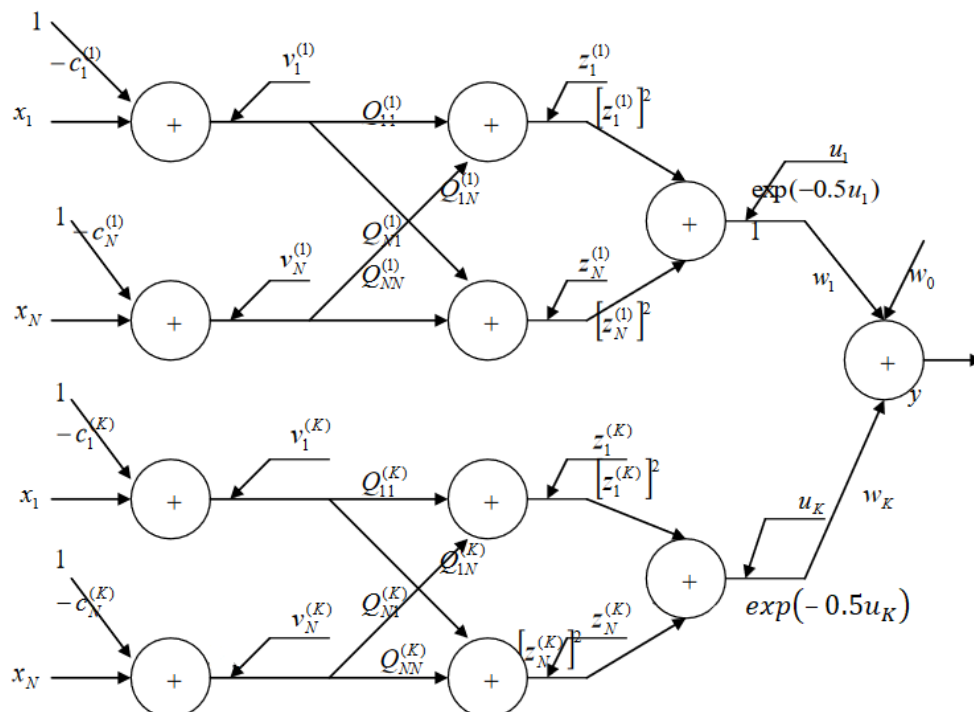


Рис. 2. Структура гипер радиально-базисной нейронной сети

Таблица 1 – Процент верных распознаваний плотности распределения вероятности при тестировании сети для различных законов распределения

Закон распределения	Процент верных распознаваний плотности распределения вероятности
Нормальный	93.79
Экспоненциальный	79.36
Арсинусоидальный	59.11
Лапласа	98.81
Симпсона	66.09
Вейбулла	62.59

Литература

1. Метод подбора наилучшего закона распределения непрерывной случайной величины на основе обратного отображения [Электронный ресурс]. – <http://mi.mathnet.ru/vyurm325> (дата обращения 02.04.2022).

2. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы [Текст] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452 с.



Д.Р. Журавлев, Л.С. Зеленко

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ

(Самарский университет)

Склады являются одним из важнейших элементов логистических систем. Обустройство мест для содержания запасов необходимо на каждом этапе движения материального потока. В успешной и качественной работе склада важную роль играют автоматизация и оптимизация процессов, происходящих на складе. Немаловажно также проводить моделирование процессов складской логистики.

Склад – территория, помещение (также их комплекс), предназначенное для хранения материальных ценностей и оказания складских услуг. Задачи склада заключаются в своевременном пополнении запасов и предоставлении товаров потребителям.

В работе склада обычно выделяют несколько основных процессов таких, как разгрузка товара, приёмка товара, размещение товара на хранение, подборка заказов товаров и отгрузка товаров. На рисунке 1 приведена бизнес-модель складского комплекса.

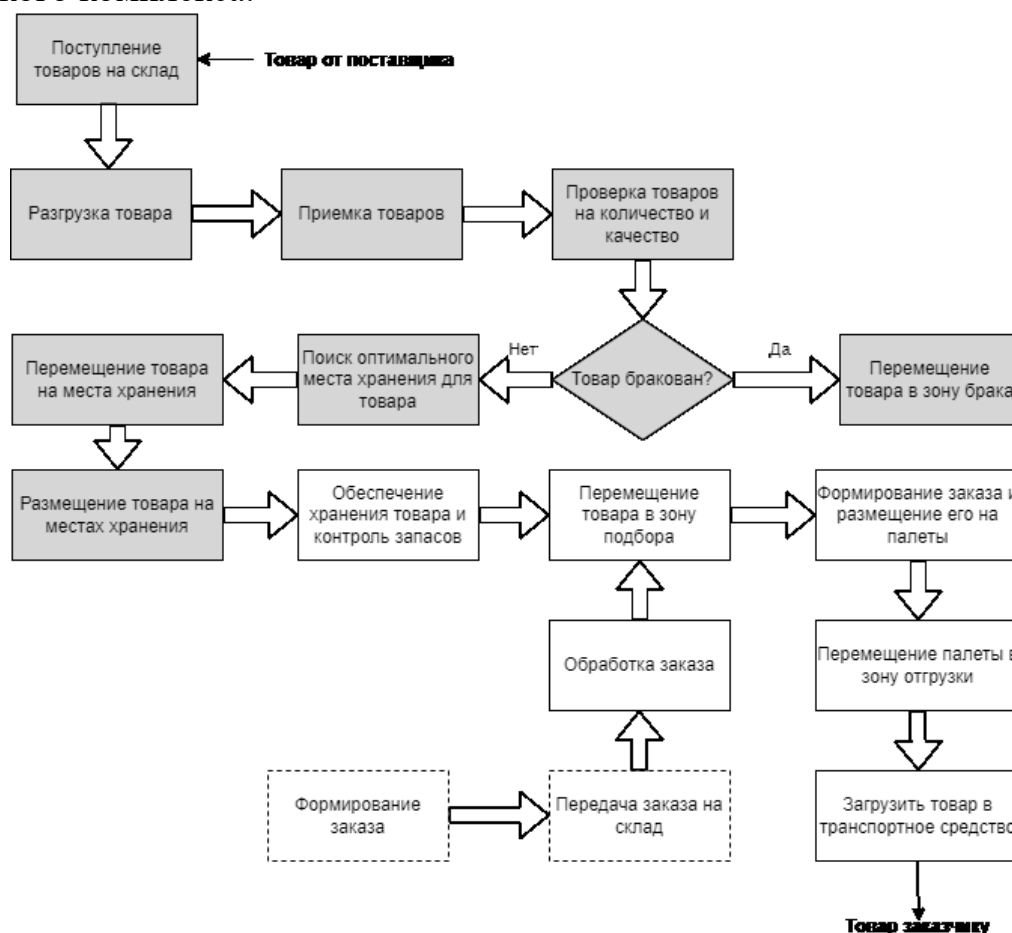


Рис. 1. Бизнес-модель складского комплекса



Наиболее подходящими методами организации работы складского комплекса являются адресная система хранения, обеспечивающая оптимизацию размещения товара на складе с учетом характеристик склада и товара, а также системное управление загрузкой/отгрузкой товара.

Бизнес-процессы, связанные с этой частью работы склада, выделены серым цветом. Сначала товары от поставщиков поступают на склад, затем они разгружаются, и производится их приемка. Все товары проходят проверку на количество и качество. Бракованные товары перемещаются в зону брака, а для товаров, успешно прошедших проверку, производится поиск оптимального места хранения. Когда место найдено, товар перемещается в зону хранения и размещается в забронированной для него ячейке.

Одним из инструментов повышения эффективности функционирования складского комплекса является внедрение современных программно-аппаратных средств, автоматизирующих складские бизнес-процессы. Поэтому было принято решение разработки системы моделирования работы складского комплекса, в состав которой должна войти и подсистема оптимального размещения товаров на складе, разрабатываемая авторами.

Система моделирования работы складского комплекса будет построена на базе двухзвенной клиент-серверной архитектуры, на клиентских машинах будут расположены подсистемы, реализующие основную логику приложения (то есть будет использоваться технология «толстого» клиента), а на сервере будет размещена база данных, необходимая для работы всей системы в целом. На рисунке 1 приведена логическая модель данных системы.

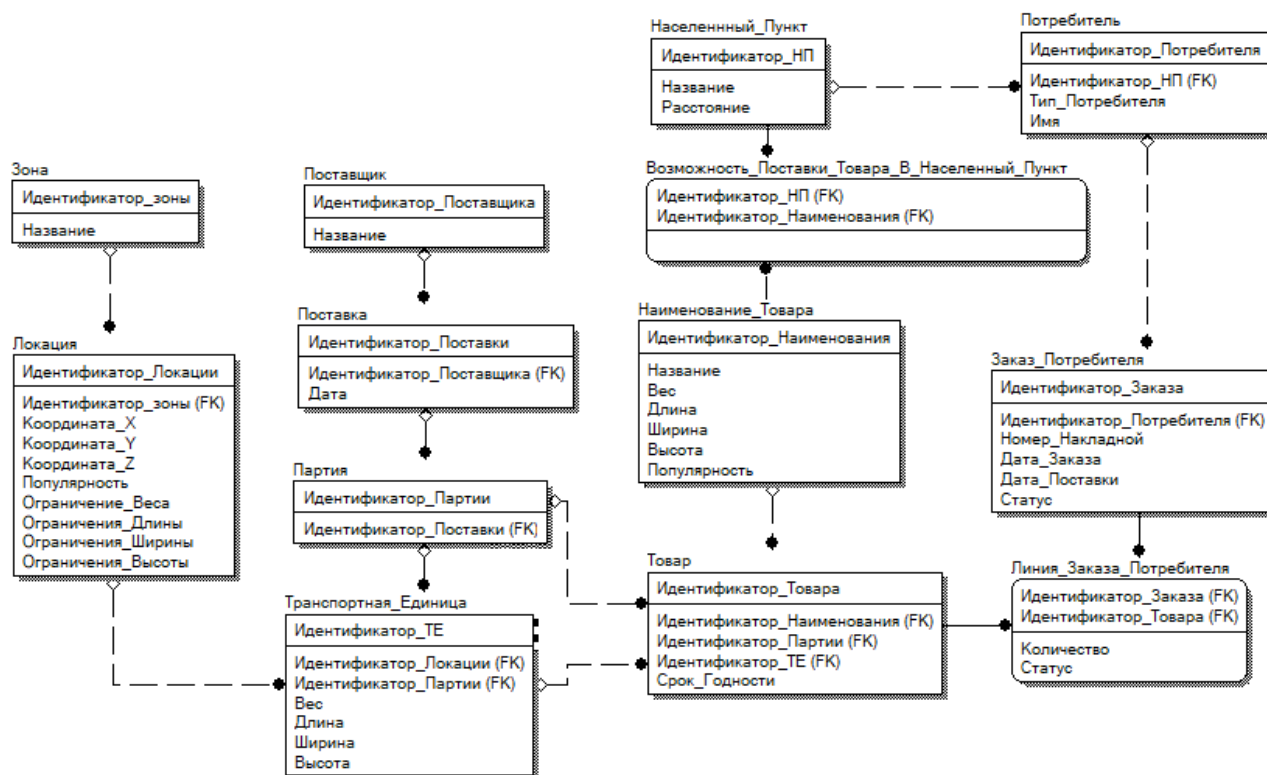


Рис. 1. Логическая модель данных системы моделирования работы складского комплекса



Структурная схема системы представлена на рисунке 2, серым цветом выделена разрабатываемая подсистема.



Рис. 1. Структурная схема системы

Подсистема будет отвечать за размещение поступивших на склад товаров, размещенных на товарных единицах (палетах). Для более эффективного использования складского пространства и оптимизации размещения товара на складе необходимо разработать алгоритмы размещения, основанные на следующих правилах:

- 1) размещение товара в свободные ячейки;
- 2) размещение в соответствии с АВС-классификацией (товары, пользующиеся постоянным спросом или небольшим сроком годности должны размещаться в зонах близкой доступности, другие товары размещаются в удаленных зонах);
- 3) размещение товара в занятые ячейки к такому же или похожему товару (если это возможно). При размещении к похожему товару контролируется совместимость;
- 4) размещение товара в занятые ячейки к любому товару.

Также необходимо реализовать алгоритм построения оптимального маршрута выполнения складских операций с учетом топологической схемы склада.



Л.С. Злыднева, О.В. Ермилина

АЛГОРИТМ ПОИСКА ЭКСТРЕМУМА СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНЕРЦИОННОГО ОБЪЕКТА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНЫХ ПОМЕХ

(Пензенский государственный университет)

Аннотация: Разработан алгоритм экстремального управления инерционным объектом с запаздыванием, основанный на совмещении методов периодического поискового сигнала, синхронного накопления и гармонического анализа.

В настоящее время целлюлозно-бумажная промышленность является одной из ведущих, динамично развивающихся отраслей в нашей стране. Задача дальнейшего развития этой отрасли промышленности связана с повышением эффективности бумажного производства и качества готовой продукции при экономном и рациональном использовании сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов.

Разработка системы экстремального регулирования проводилась на основе известной экстремальной зависимости неравномерности просвета бумажного полотна от соотношения скорости сетки к скорости поступающей на нее бумажной массы. Поскольку неравномерность просвета напрямую связана с дисперсией веса бумажного полотна, а скорость бумажной массы с ее напором, была проведена экспериментальная проверка этой экстремальной зависимости.

Экстремальное управление инерционными объектами с запаздыванием, работающими в условиях сильных помех, основанное на традиционных методах оптимальной фильтрации [1], стохастической аппроксимации [2], методах теории статистических решений и динамического программирования (дуального управления) [3], требует определенных ограничений на характеристики объекта и действующих на него возмущений. В связи с этим на первый план выступает задача эффективного выделения полезного сигнала на фоне сильных помех, а задача экстремального управления отодвигается на второй план.

Разработан помехозащищенный алгоритм поиска экстремума инерционного объекта с запаздыванием, основанный на методе периодического поискового сигнала с фильтрацией помех путем синхронного накопления и последующего поиска максимума выделенной из выходного сигнала второй гармоники:

1. Формируют гармонический сигнал, частота которого выбирается в несколько раз больше временного запаздывания в объекте, а амплитуда не нарушает его работу.
2. Модулируют вход экстремальной системы этим гармоническим сигналом.
3. Производят фильтрацию выходного сигнала методом синхронного накопления.



4. Гармоническим анализом выделяют вторую гармонику отфильтрованного выходного сигнала.

5. По фазовому сдвигу определяют направление движения к экстремуму.

6. Изменяют входной сигнал объекта до тех пор, пока в выходном сигнале не появится вторая гармоника.

7. Увеличивают частоту модулирующего сигнала, выбирая ее близкой к частоте пропускания экстремального объекта.

8. Традиционными методами экстремального управления реализуют поиск максимума амплитуды второй гармоники.

На основе моделирования и экспериментальной проверки на реальном объекте подтверждена эффективность предложенного алгоритма. Время переходного процесса составило примерно 2 часа. Нормы расхода волокна уменьшились на 2%. Среднеквадратическое отклонение массы квадратного метра бумажного полотна уменьшилось в среднем на 3-4%, а его относительный размах снизился на 20%.

На 33% уменьшилось время, необходимое для технологической наладки бумагоделательной машины для выпуска определенного сорта бумаги.

Литература

1. Растринин Л. А. Статистические методы поиска. М.: Наука, 1968.
2. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. М.: Высшая школа, 1989.
3. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем. М.: Физматгиз, 1963.
4. Технология целлюлозно-бумажного производства: В 3 т. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч.1. Технология производства и обработки бумаги и картона. СПб.: Политехника, 2005.

А.А. Иванова-Инина, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТОВАРОВ

(Самарский университет)

Компьютерное моделирование на сегодняшний день является одним из эффективных методов изучения сложных систем, разработка методов исследования системных связей и закономерностей функционирования и построение различных моделей с учетом структурных особенностей объекта исследований, а также написание программных систем для реализации данных методов являются актуальными задачами.

Современные информационные технологии позволяют разработать программные системы, моделирующие работу сложных объектов, это позволяет в



дальнейшем качественно и на высоком профессиональном уровне с их помощью решать практические задачи.

Подсистема моделирования пакета заказов потребителей заказов является составной частью системы моделирования работы складского комплекса, она поможет определять необходимость наличия определённых позиций товара на складе на заданный период времени, более эффективно формировать и распределять товары, это важно для оптимизации работы склада и максимизации его прибыли.

На рисунке 1 приведена структура системы, она построена с использованием двухуровневой архитектуры «клиент-сервер» и технологии «толстого клиента». На серверной части системы будет расположена БД, на клиентской части – подсистемы, реализующую основную логику приложения.



Рис. 1. Структурная схема системы моделирования работы складского комплекса

Моделирование заказов будет осуществляться с использованием метода прогнозирования временных рядов Autoregressive Integrated Moving Average Model (ARIMA) (модель Бокса-Дженкинса авторегрессионного интегрированного скользящего среднего). Модель ARIMA является комбинацией двух моделей: модели авторегрессии (AR), которая основывается на предположении, что прошлые значения влияют на текущие, и модели скользящих средних (MA), в которой предполагается, что значение зависимой переменной в текущий день зависит от ошибки предыдущих дней. То есть данная модель позволяет преобразовывать нестационарные временные ряды в стационарные с использованием регрессии зависимой переменной только по ее значению запаздывания и текущему значению и значению запаздывания члена случайной ошибки в процессе [1].

Для использования модели ARIMA достигаются следующие условия: ряд данных приводится к стационарному виду путем взятия разностей некоторого порядка от исходного временного ряда и определение корреляции ряда.



Моделирование заказов будет построено на основании предыдущих заказов потребителей с учетом заданных параметров: период моделирования (является обязательным), выбор определенного потребителя, для которого будут моделировать заказы, задание ограничений для создания заказов (максимальное количество заказов за смену). На рисунке 2 приведена диаграмма вариантов использования подсистемы, которая отражает функциональные возможности подсистемы.

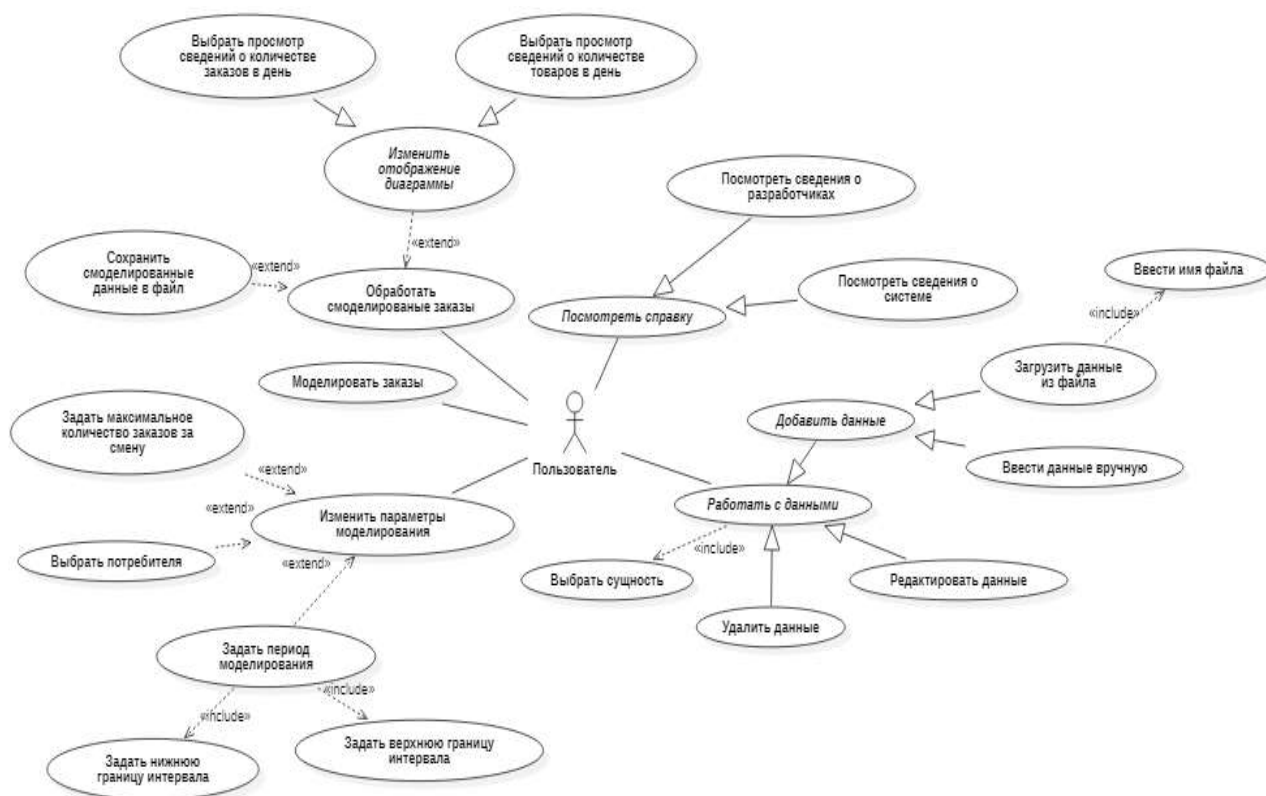


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования подсистемы

Разработка системы ведется с использованием языка программирования C#, в среде программирования Visual Studio 2019, в качестве СУБД будет использоваться Microsoft SQL Server.

На рисунке 3 приведена главная форма подсистемы «Моделирование заказов», здесь пользователь должен задать все необходимые для моделирования параметры, на основании которых будет сформирован заказ.

Результаты моделирования будут отражены на диаграмме (количество заказов в зависимости от даты или количество определенного товара) и в таблице. Смоделированные заказы можно будет выгрузить в файл формата xls (xlsx).



Дата	Номер накладной	Заказчик	Количество позиций товаров
*			

Рис. 3. Главная экранная форма разрабатываемой подсистемы

Разрабатываемая подсистема будет формировать данные для подсистемы оптимального размещения товаров на складе, с ее помощью можно будет моделировать поставки товаров на складской комплекс.

Литература

1 Модель Бокса-Дженкинса (ARIMA) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.helenkapatsa.ru/modiel-boksa-dzhienkinsa/> (дата обращения: 01.04.2022).

А.В. Иващенко, Е.А. Додонова, И.Н. Дубинина

ЦИФРОВОЙ МОНИТОРИНГ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

(Самарский государственный технический университет, Университет ИТМО)

Социально-экономическое развитие региона зависит от множества параметров, описывающих разные направления деятельности органов государственной власти [1]. Например, демография, занятость населения, социальная поддержка, здравоохранение, образование, культура, спорт и т.д. Все это многообразие необходимо централизовать в единой информационной среде, что позволит быстро и без проблем оценивать текущее состояние региона и достижение им целевых показателей развития.



Системы мониторинга позволяют собирать данные из различных источников, хранить их, обрабатывать и представлять пользователю в понятном ему виде. Использование технологий искусственного интеллекта, хранения и анализа больших данных позволяет учитывать все значимые индикаторы, оценивать их, выявлять связи между ними и своевременно локализовать возникающие критические зоны [2 – 4]. Это позволяет уполномоченным лицам принимать рациональные решения по исправлению проблем.

Предлагается рассматривать ситуацию как граф, состоящий из показателей, отношений между ними и возникающих событий. Его наполнение происходит постепенно путем добавления новых структурных элементов. Для этого используется множество источников информации, включающих в себя структурированные данные автоматизированных систем и неструктурированные данные из открытых источников сети интернет, работа с которыми производится с помощью семантического анализа.

Визуализация полученных данных происходит с помощью карты и графиков. На карте отображаются разные слои с объектами, относящимися к предметной области, событиями, созданными на основе данных из открытых источников, и показатели в виде тепловой карты. На графиках можно увидеть динамику показателей предметной области, риски и угрозы рассматриваемой ситуации с учетом их изменения во времени.

Использование временной шкалы дает возможность моделировать сценарии возможного развития сложившейся ситуации, учитывая самый лучший и худший исход. Решение основано на теории кросс-корреляционного анализа нечетных временных рядов.

На рассматриваемом промежутке времени генерируются события, соответствующие положительному, нейтральному и отрицательному сценариям (см. Рис. 1). После чего проверяется их близость друг к другу. Для повышения достоверности используется адаптивная дискретизация, которая дает возможность создавать необходимое количество сцен, требуемых для описания динамических изменений, исключая избыточность. Чем больше изменяется функция сценария, тем больше информации необходимо собрать.

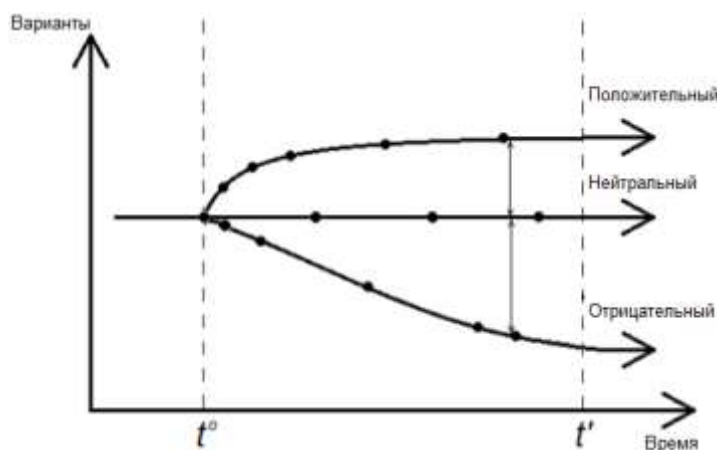


Рис. 1. Моделирование сценариев



Пространственные показатели лучше всего анализировать с помощью карты геоинформационной системы, на которой изображаются скачкообразные рельефы максимальных и минимальных значений индикаторов. Наложение нескольких рельефов друг на друга позволяет увидеть места, где необходимо принять некоторые меры по улучшению сложившейся ситуации.

В соответствии с методикой была разработана платформа цифрового мониторинга [5, 6], см. Рис. 2. Она выступает «единым окном» сбора, обработки и анализа показателей деятельности органов исполнительной власти и позволяет находить зависимости между показателями, прогнозировать их изменение и предоставление рекомендаций по улучшению.

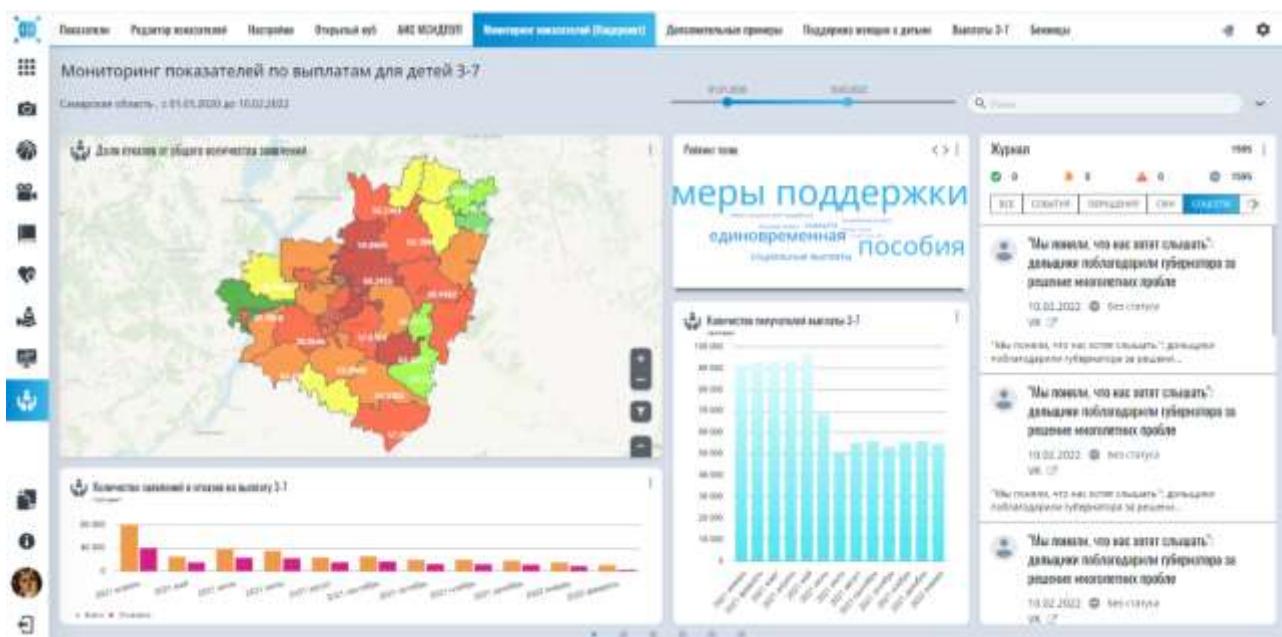


Рис. 2. Платформа цифрового мониторинга

С помощью разработанной платформы произошло формирование наиболее полного и объективного представления о ситуации в регионе, повышение качества взаимодействия населения с органами власти и улучшение оценки эффективности деятельности должностных лиц. Применение пространственного анализа позволило комбинировать и выделять действительно нужную информацию, а временного анализа – выявлять причинно-следственную связь происшедших изменений и моделировать возможные варианты развития ситуации.

Литература

1. Стратегия социально-экономического развития Самарской области на период до 2030 года. – URL: https://economy.samregion.ru/upload/iblock/0ca/1_proekt-strategii-so_2030.pdf
2. Рябенко, Д. О. Ситуационный анализ в государственном и муниципальном управлении региона // Эффективное государственное и муниципальное управление как фактор социально-экономического развития территорий»: сборник. – 2021. – С. 148-150



3. Ершова Т. В., Хохлов Ю. Е., Шапошник С. Б. Методология мониторинга развития и использования технологий работы с большими данными // Информационное общество. – 2021. – №. 4-5. – С. 2-32.
4. Grami, A.: Analysis and Processing of Random Processes. 10.1002/9781119300847.ch12. (2019).
5. Surnin O., Stolbova A., Sitnikov P., Efanov I., Ivaschenko A., Ilyasova N. Digital transformation of public services based on a content management system // 2021 International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT), 2021, pp. 1 – 4, doi: 10.1109/ITNT52450.2021.9649421
6. Dodonova E.A., Ivaschenko A.V., Sitnikov P.V., Surnin O.L. Digital transformation of service delivery processes on the basis of enterprise content management (ECM) platform // Modern informatization problems in economics and safety (MIP-2022'ES). - Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2022. – pp. 46 – 50

А.Н. Карпушин, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПОДБОРА ЗАКАЗОВ ТОВАРОВ НА СКЛАДСКОМ КОМПЛЕКСЕ

(Самарский университет)

Многие предприниматели недооценивают важность складского хозяйства, рассматривая его как второстепенный элемент бизнес-процессов. В результате нарушается правильное распределение товарных потоков, а производство или магазин недополучает прибыль или терпит убытки.

Современный склад – это технически сложное оснащенное сооружение, которое включает взаимосвязанные элементы, имеет соответствующую структуру и выполняет ряд функций по изменению материальных потоков, а также сбору, переработке и распределению грузов между потребителями.

Рассматривать склад принято, как помещение, в котором осуществляется приемка, обработка, распределение, складирование грузов и выдача их по назначению. Основная его задача заключается в накоплении запасов и снабжении потребительских заказов. В работе склада обычно выделяют несколько основных процессов, таких как: приёмка товара, размещение товара на хранение, подборка заказов товаров.

Авторами разрабатывается подсистема подбора заказов товаров на складе, которая войдет в состав системы моделирования работы складского комплекса. С ее помощью можно будет оптимизировать подбор товаров в соответствии с заказами потребителей.

При проектировании системы была выбрана двухзвенная клиент-серверная архитектура с «толстым» клиентом, так как она проста в установке и эксплуатации, имеет поддержку многопользовательского режима работы с об-



щими данными, а также обеспечивает целостность и сохранность данных на выделенном сервере.

Структурная схема системы представлена на рисунке 1, серым цветом выделена разрабатываемая подсистема. Основными подсистемами являются:

- 1) Общие подсистемы: справочная, взаимодействия с серверной частью системы, взаимодействия с клиентской частью системы.
- 2) Пользовательские подсистемы: подбора заказа товаров на складе, оптимального размещения товаров на складе, моделирования портфеля заказов потребителей товаров.

Необходимая для работы информация будет храниться в базе данных.

На рисунке 2 изображена структурная схема разрабатываемой подсистемы, в нее входят:

- 1) подсистема обработки и подбора заказов, которая реализует алгоритм оптимального подбора товаров.
- 2) подсистема перемещения товара в зону отгрузки, которая реализует алгоритм нахождения пути от места хранения товара до зоны отгрузки.
- 3) подсистема визуализации работы.
- 4) подсистема работы с базой данных, с помощью которой пользователи смогут добавлять, изменять или удалять требуемую информацию.

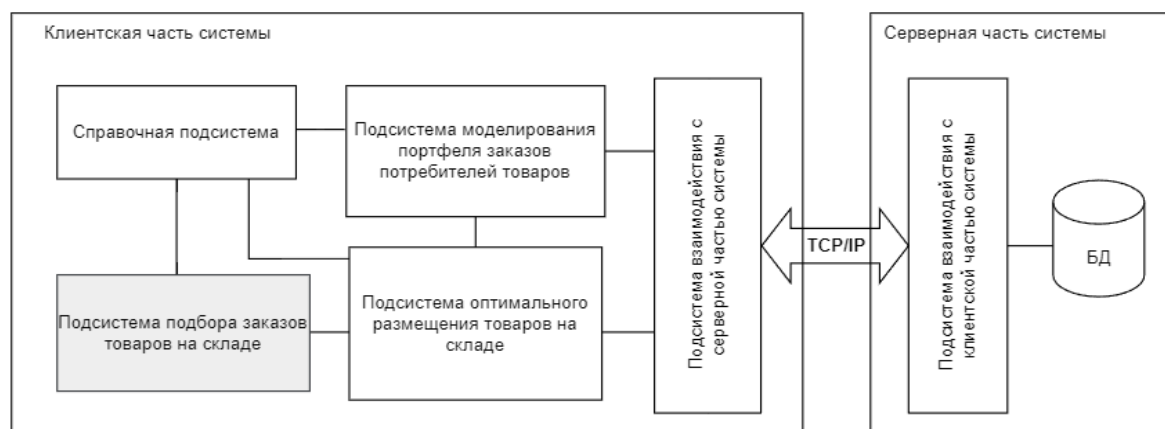


Рис. 1. Структурная схема системы

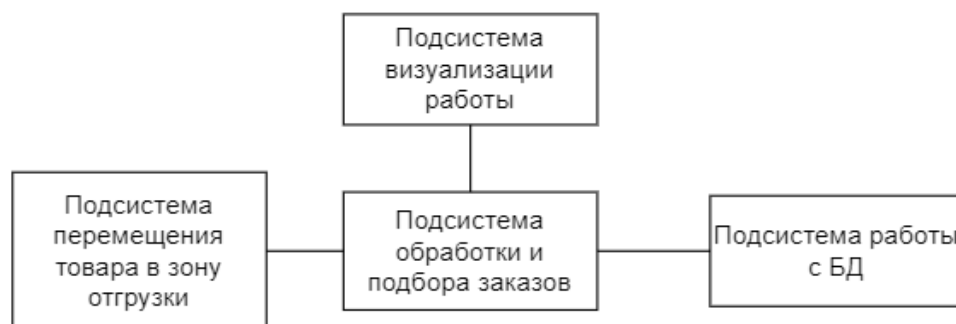


Рис. 2. Структурная схема подсистемы

В функции пользователя входит: работа со списком заказов (рисунок 3), а именно: он может найти конкретный заказ по номеру, начать подбор товаров или завершить его в зависимости от статуса готовности, отсортировать список



заказов по выбранному критерию (дата, статус, цена), посмотреть информацию о транспортной единице в заказе.

The screenshot shows a software window titled "Table". At the top, it displays the date "Дата: 24.02.2022" and time "Время: 10:00". There is a search bar labeled "Поиск:" with the placeholder text "Введите номер заказа". Below this, there is a section for "Список заказов:" with a "Выбрать заказ" link. A table lists three orders with columns for "№", "Статус", "Цена", "Дата заказа", and "Дата отправки". To the right of the table is a "Сортировка:" dropdown menu set to "Дата заказа". Below the table are "Начать" and "Завершить" buttons. At the bottom, there is a section for "Информация о транспортной единице:" with a table showing details for unit number 2, including its location and the order composition.

№	Статус	Цена	Дата заказа	Дата отправки
1	Выполняется	10000	22.02.2022	26.02.2022
2	Готов к отгрузке	500000	22.02.2022	25.02.2022
3	Принят	2000	26.02.2022	01.03.2022

№	Локация	Состав заказа
2	Зона отгрузки	Сок 20 шт., печенье 10 шт. ...

Рис. 3. Экранная форма списка заказов

Перед запуском моделирования пользователь сможет выбрать скорость визуализации и количество подборщиков, а также посмотреть информацию о транспортных единицах (рисунок 4).

The screenshot shows a software window titled "Visualization". On the left, there is a list of transport units, with "Транспортная единица 2" and its contents ("Сок 20 шт., Печенье 10 шт.") highlighted in yellow. Below this list are sliders for "Количество подборщиков:" and "Скорость подбора:", and a "Старт" button. The main area of the window displays a simulation of a warehouse layout with various rectangular blocks representing storage zones and transport units. One block is highlighted in yellow, corresponding to the selected unit in the list.

Рис. 4. Экранная форма моделирования

Разработанная подсистема поможет упростить и сделать более эффективным процесс подбора товаров при работе с большим количеством заказов, позволит сократить время подбора, это улучшит работу складского комплекса в целом.



Р.Р. Кашапов, И.В. Лёзина

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ СЕТЬЮ

(Самарский университет)

Любая нейронная сеть используется в качестве самостоятельной системы представления знаний, которая в практических приложениях выступает, как правило, в качестве одного из компонентов системы управления либо модуля принятия решения, передающего результирующий сигнал [1].

Одной из задач, решаемых с применением нейронных сетей, является идентификация.

Для решения поставленной задачи применяется радиально-базисная нейронная сеть, что позволит воспользоваться преимуществами таких сетей, а именно:

- 1) простотой построения сети;
- 2) отсутствием необходимости определения оптимального количества скрытых слоев сети.

Метод радиально базисных функций сводится к выбору функции F , имеющий следующий вид:

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

где $\{\varphi(\|x - x_i\|) \mid i = 1, 2, \dots, N\}$ – множество из N произвольных функций, которые называются радиально базисными функциями; $\|\cdot\|$ – норма, обычно Евклидова. Известные точки $x_i \in R, i = 1, 2, \dots, N$, выбираются в качестве центров радиально базисных функций [2].

В качестве функции активации использована функция Гаусса:

$$\varphi(r) = \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

Задача обучения нейронной сети сводится к уточнению переменных параметров этой сети, а именно центров, весов и радиуса (σ).

В данной работе проведено исследование влияния предварительной инициализации весовых коэффициентов на точность идентификации плотности распределения вероятности нейронной сетью.

Для обучения сети были выбраны следующие методы:

- метод наискорейшего спуска онлайн;
- метод наискорейшего спуска оффлайн;



– гибридный метод, состоящий из двух этапов [1]. В процессе обучения методом наискорейшего спуска минимизируется функция ошибки, для метода наискорейшего спуска онлайн она имеет вид (3), для метода наискорейшего спуска оффлайн и гибридного метода (4):

$$E(x) = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^k \omega_i \varphi_i(x) - d \right)^2 \quad (3)$$
$$E(x) = \frac{1}{2} \sum_i^p \left[\sum_{j=1}^k \omega_j \varphi_j(x_i) - d_i \right]^2 \quad (4)$$

где k – количество нейронов скрытого слоя, p – количество обучающих пар.

При предварительной инициализации весовых коэффициентов используются следующие алгоритмы:

- 1) генератор псевдослучайных чисел;
- 2) имитация отжига;
- 3) генетический алгоритм.

Алгоритм имитации отжига – это общий метод решения задачи глобальной оптимизации. Он отражает поведение расплавленного материала при отвердевании с применением процедуры отжига (управляемого охлаждения) при температуре, последовательно понижаемой до нуля [3]. В настоящее время метод считается одним из немногих алгоритмов, позволяющих практически находить глобальный минимум функции нескольких переменных [4].

Алгоритм состоит из следующих шагов:

1 Запускается процесс из начальной ω точки при заданной температуре $T = T_{\max}$

2 Пока $T > T_{\min}$, повторяются следующие действия:

2.1 выбирается новое состояние w_n из окрестности w ;

2.2 рассчитывается изменение целевой функции $\Delta = E(w_n) - E(W)$

2.3 принимается решение о переходе к новому состоянию $w = w_n$;

3 Понижается температура

Генетические алгоритмы совместно с эволюционной стратегией и эволюционным программированием представляют три главных направления развития так называемого эволюционного моделирования. Несмотря на то, что каждый из этих методов возник независимо от других, они характеризуются рядом важных общих свойств. Эволюционные алгоритмы имитируют процессы наследования свойств живыми организмами. Исходная популяция решений выбирается случайным образом. При использовании этого метода популяция состоит из закодированных соответствующим образом программ, подвергающихся воздействию генетических операторов скрещивания и мутации, для нахождения оптимального решения, которым считается программа, наилучшим образом решающая поставленную задачу [4]. Процедура повторяется, пока не будет найдено искомое решение либо не будет исчерпан лимит машинного времени. Программы оцениваются относительно определенной специальной образом



функции приспособленности. Из семейства эволюционных алгоритмов в системе был реализован генетический алгоритм.

Случайная инициализация приписывает случайные начальные значения весовым коэффициентам. Она должна обеспечить такую стартовую точку активации нейронов, которая лежала бы достаточно далеко от зоны насыщения. Это достигается ограничением диапазона разыгрываемых значений. Практически все оценки нижней и верхней границ диапазона лежат в пределах (0, 1).

Для решения поставленной задачи была разработана автоматизированная система.

В системе пользователю предоставляются такие возможности, как загрузка выборок, установка параметров обучения, выбор алгоритма инициализации весовых коэффициентов с заданием параметров для него и просмотр результатов.

В качестве показателя точности идентификации плотности распределения вероятности было выбран процент верных распознаваний.

На основании проведенных экспериментов, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что при различных параметрах как нейронной сети, так и алгоритма инициализации, использование специализированных алгоритмов для инициализации весовых коэффициентов дает лучший результат при идентификации плотности распределения вероятности.

Таблица 1 – Процент верных распознаваний плотности вероятности законов распределения при использовании различных алгоритмов инициализации

Закон распределения	ГПСЧ	Алгоритм отжига	Генетический алгоритм	Количество элементов в тестируемой выборке
Нормальный	85%	92%	93%	300
Экспоненциальный	84%	94%	95%	300
Вейбулла	80%	92%	90%	300

Литература

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

2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст]/ С. Хайкин; пер. с англ. Н.Н. Куссуль и А.Ю. Шелестовой, ред. Н.Н. Куссуль. – М. : Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1104 с. :ил. – Парал. тит. англ.

3. Нейрокомпьютерные системы. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/61/61/lecture/20448> (дата обращения: 04.02.2022).

4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы; [пер. с польск. И.Д. Рудинского]. М.: Горячая линия–Телеком, 2006. 452 с.



И.В. Козлов, И.В. Лёзина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ АРАБСКИХ ЦИФР

(Самарский университет)

Современный человек активно внедряет ЭВМ в свою жизнь для передачи и хранения информации в электронном виде. Электронный документооборот сильно облегчает процессы ведения и обработки необходимых документов, которые могут храниться как в специальных форматах, так и в виде изображений. В последнем случае для дальнейшей работы с информацией необходимо ее обработать.

В качестве примера ситуации, когда информацию необходимо перевести из изображения в текст, можно рассмотреть обработку анкет. Анкеты, созданные на компьютерах, распечатывают и раздают респондентам, которые заполняют анкеты и возвращают их. Такие анкеты сканируются, сохраняются и требуют обработки и перевода в цифровой формат. Когда количество заполненных анкет становится огромным, их обработка человеком может занимать много времени. Использование современных технологий для распознавания цифр могут сильно облегчить процесс обработки анкет с выбором ответов в формате цифр.

Задача распознавания арабских цифр относится к задачам распознавания образов.

Распознавание образов – это наука о методах и алгоритмах классификации объектов различной природы [1]. Образы – это множества объектов, обладающих характерным свойством, которое проявляется в том, что люди, ознакомившись с конечным числом множества объектов множества, оказываются способными узнавать сколь угодно большое число других его представителей [2].

Решение задачи распознавания арабских цифр относится к задаче классификации образов, которая состоит из двух этапов: процесс обучения и процесс распознавания. Для ее решения могут применяться искусственные нейронные сети – сеть искусственных нейронов, связанных между собой синаптическими связями. Искусственные нейронные сети представляют собой набор математических и алгоритмических методов для решения широкого круга задач [3].

Для решения задачи распознавания арабских цифр была выбрана радиально-базисная сеть (сеть радиально-базисных функций).

Радиально-базисные сети состоят из 3-х слоев: входной слой, скрытый слой с функциями активации Гаусса и выходной слой.

В качестве радиальной функции чаще всего используется функция Гаусса, определяемая по формуле [4]:



$$\varphi(x) = \varphi(\|x - c_i\|) = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right),$$

где σ_i – параметр, от которого зависит ширина функции, c_i – центр, в котором расположена функция.

Перед началом распознавания радиально-базисную сеть необходимо обучить. Обучение сводится к подбору центров и параметров формы базисных функций и подбору весов нейронов выходного слоя [4].

Подбор центров и параметров формы базисных функций обычно производится с помощью алгоритмов обучения без учителя.

Подбор весов нейронов выходного слоя обычно производится с помощью алгоритмов обучения с учителем.

В основе алгоритма обучения с учителем лежит алгоритм обратного распространения ошибки. Согласно этому алгоритму вычисление ошибки происходит по формуле:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^M (y_k^{(j)} - d_k^{(j)})^2,$$

где p – количество обучающих выборок, M – количество выходных сигналов нейронной сети, y_k – фактический выходной сигнал, d_k – ожидаемый выходной сигнал [4].

При использовании одной обучающей выборки формула примет вид:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M (y_k - d_k)^2$$

Для подбора центров и параметров радиально-базисной нейронной сети можно использовать алгоритм k -усреднений или метод наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.

Алгоритм k -усреднений предполагает использование прямой версии k -усреднений, в котором после предъявления k -го вектора x_k , принадлежащего обучающему множеству, выбирается центр, ближайший к x_k , относительно евклидова расстояния. Ближайший центр уточняется в соответствии с алгоритмом WTA:

$$c_i(k+1) = c_i(k) + \eta(x_k - c_i(k)),$$

где η – коэффициент обучения, имеющий малое значение.

В качестве значения σ_i i -й радиальной функции применяется евклидово расстояние между i -м центром и его R ближайшими соседями по формуле:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{R} \sum_{k=1}^R \|c_i - c_k\|^2}$$

Подбор весов осуществляется в соответствии с формулами:

$$\omega_i(k+1) = \omega_i(k) - \eta \frac{\delta E}{\delta \omega_i},$$



$$\frac{\delta E}{\delta \omega_i} = (y - d)\varphi(x_k).$$

При использовании метода наискорейшего спуска уточнение центров и параметров происходит по формулам:

$$c_j(k+1) = c_j(k) - \eta \frac{dE}{dc_j},$$
$$\sigma_j(k+1) = \sigma_j(k) - \eta \frac{dE}{d\sigma_j}$$

Программная реализация радиально-базисной нейронной сети была выполнена на языке программирования Python с использованием интегрированной среды разработки IntelliJ IDEA.

На вход нейронной сети подавались изображения 28x28 пикселей с рукописными арабскими цифрами из набора MNIST. Количество примеров в обучающей выборке составило 10000 изображений, количество примеров в тестирующей выборке составило 5000 изображений.

При использовании метода наискорейшего спуска наилучшая точность распознавания примеров тестирующей выборки составила 86,46% при следующих значениях параметров нейронной сети: количество эпох – 20, коэффициент обучения – 0,3, количество нейронов в скрытом слое – 300.

При использовании алгоритма k-усреднений наилучшая точность распознавания примеров тестирующей выборки составила 91,74% при следующих значениях параметров нейронной сети: количество эпох – 20, коэффициент обучения – 0,3, количество нейронов в скрытом слое – 290.

Из результатов проведенного исследования можно сделать вывод, что радиально-базисная сеть успешно распознает рукописные арабские цифры. Точность распознавания при использовании алгоритма k-усреднений выше, чем при использовании метода наискорейшего спуска. Причем количество нейронов скрытого слоя при использовании алгоритма k-усреднений оказалось меньше.

Литература

1. Лепский, А.Е. Математические методы распознавания образов: курс лекций [Текст] / А.Е. Лепский, А.Г. Броневиц. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 154 с.
2. Аркадьев, А.Г. Обучение машины распознаванию образов [Текст] / А.Г. Аркадьев, Э.М. Браверман. – М.: Книга по требованию, 2012. – 110 с.
3. Заенцев, И.В. Нейронные сети: основные модели [Текст]: учебное пособие к курсу «Нейронные сети» для студентов / И.В. Зайцев. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 1999. – 76 с.
4. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С. Осовский; пер. с польск. И.Д. Рудинского, ред. И.Б. Фоминых. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.:ил.



П.П. Корчагин

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ В РАМКАХ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОМЕНДАЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

(Самарский университет)

Аннотация. В данной статье рассказывается о разработке программного комплекса для сбора данных в рамках эксперимента по определению эффективности рекомендаций различных математических моделей и систем искусственного интеллекта, проводимого в рамках замкнутой экспериментальной экосистемы.

Ключевые слова: рекомендации, искусственный интеллект, биржевая торговля.

Если рассматривать фондовый рынок в целом, можно наблюдать тенденцию к внедрению и повсеместному применению электронных технологий [1]. В нынешних реалиях огромной популярностью обладают так называемые робо-эдвайзеры – платформы, в рамках которых финансовыми активами управляют различные алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ). Такие платформы, в большинстве своем, автоматически формируют для пользователя портфель с учетом допустимого уровня риска и желаемого результата. При наличии значимых преимуществ, таких как дешевизна в использовании, отсутствие необходимости в опыте и знаниях и безэмоциональность компьютера в отличие от человека, существует также и важное ограничение – невозможность приобретения отдельно взятых активов [2].

Отсутствие такой возможности может отпугнуть часть людей, желающих иметь больший контроль над своими активами, а также тех, кто не доверяет выбору ИИ и считает, что лучше понимает перспективы тех или иных ценных бумаг.

Хоть тенденция рынка и такова, что происходит постепенная замена живых трейдеров на роботов [3], совершенно неизвестно, как это может сказаться на биржевой торговле в целом. В силу того, что компьютеры действуют по сформированным стратегиям, возможен вариант, при котором многочисленные «электронные трейдеры» независимо друг от друга начнут совершать примерно одни и те же действия (например, начнут одномоментно продавать или скупать акции той или иной компании), что приведет к непредсказуемым последствиям для всего фондового рынка.

Ориентируясь на возможность возникновения такой проблемы, предполагается провести исследования для выявления эффективности систем «человек – компьютер», в рамках которых компьютеры лишь дают рекомендации, а окончательное решение о покупке\продаже активов принимает человек, по сравнению с некоторыми рекомендательными алгоритмами, совершающими выбор



независимо от человека, а также по сравнению с людьми, действующими без каких-либо рекомендаций.

Для проведения такого исследования была разработана программная система DataCollector, позволяющая собирать данные о действиях как людей, которым даются рекомендации ИИ, так и людей, у которых рекомендации отсутствуют. Данная программа реализована в виде настольного приложения для операционной системы Windows при помощи языка Python 3.8 и фреймворка для разработки настольных и мобильных приложений Kivy.

В начале своей работы программа предлагает испытуемому выбрать один из трех уровней знаний в области биржевой торговли (рис. 1).

Далее пользователю предлагается ознакомиться с правилами эксперимента (рис. 2).

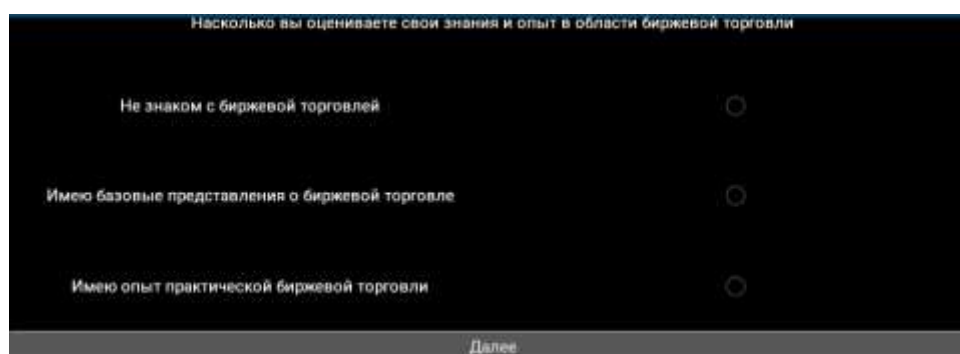


Рис. 1. Выбор уровня знаний

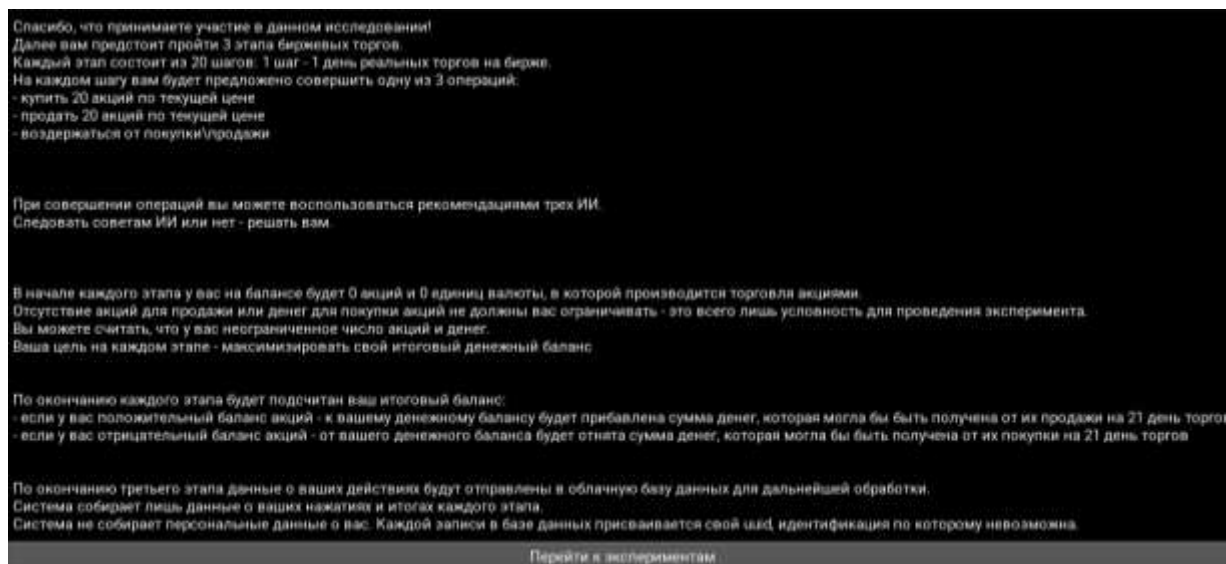


Рис. 2. Условия эксперимента

Затем испытуемый переходит к непосредственному эксперименту (рис. 3). Основная часть эксперимента состоит из 3 этапов, в рамках которых испытуемый должен за 20 шагов добиться максимального баланса средств. Для эксперимента были выбраны исторические данные торгов акциями компании Yandex, в рамках которых были выделены три промежутка, отражающих различную динамику поведения цен акций: промежуток с минимальным размахом



между максимальной и минимальной ценой, промежуток с максимальным размахом и промежуток со средним по всему набору данных размаху (в рамках окна в 20 дней).

На экране отображаются два графика – график цены акции за всю историю торгов и график цены акции за последние дни торгов. Испытуемому предлагается сделать один из трех выборов: продать 20 акций по текущей цене, купить 20 акций по текущей цене или воздержаться от покупки\продажи. При этом с вероятностью 50% испытуемому становятся доступны рекомендации трех заранее обученных алгоритмов – линейной регрессии, LSTM RNN и ARIMA.

По условиям эксперимента испытуемый может покупать и продавать акции, не обращая внимание на текущий баланс денег и акций – по результатам этапа все оставшиеся на балансе акции продаются по цене 21 дня торгов, а все недостающие акции покупаются по этой же цене. В итоге формируется итоговый баланс по результатам этапа и отображается испытуемому для ознакомления.

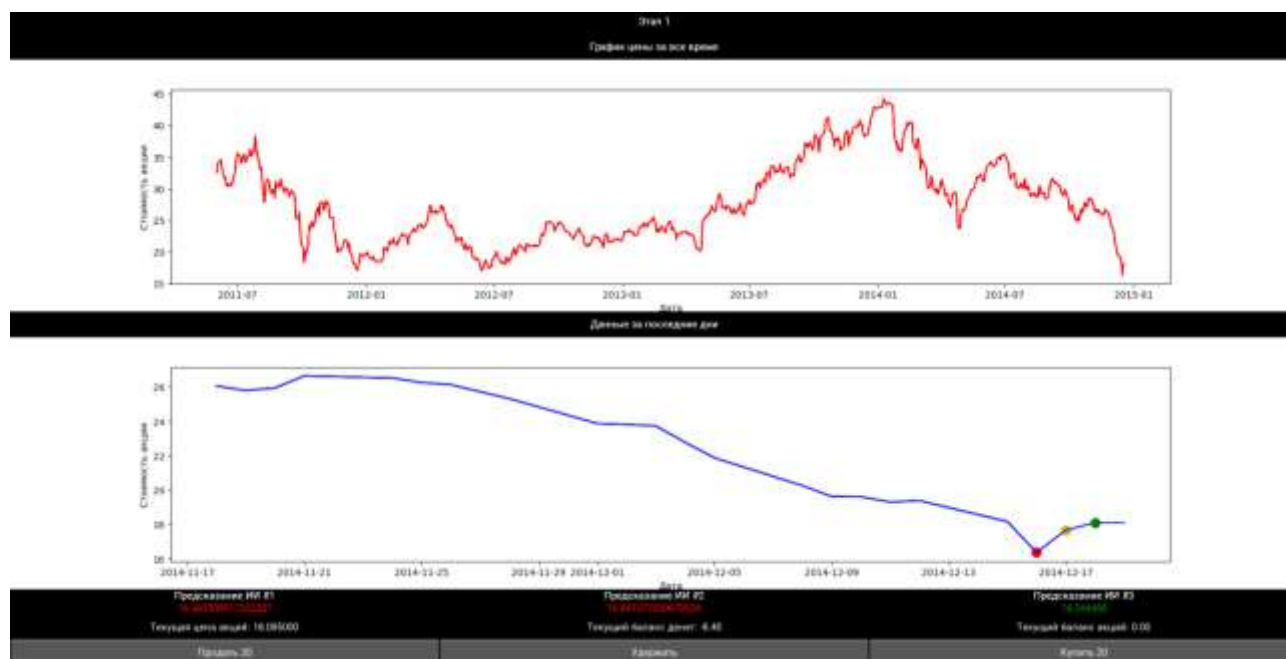


Рис 3. Основной экран эксперимента

После окончания третьего этапа эксперимента данные об этом эксперименте (универсальный идентификатор, присваиваемый каждому испытуемому, уровень знаний в области биржевой торговли, действия на каждом этапе, индикатор наличия рекомендаций со стороны ИИ, баланс по итогам этапов) отправляются в облачную базу данных Firebase, откуда они могут быть загружены для дальнейшей обработки и анализа.

По результатам сбора данных планируется получить выборку из минимум 40 экспериментов, на основании которых будет произведен статистический анализ. По результатам этого анализа будут сделаны выводы о том, насколько эффективно использовать рекомендательные системы при том, что окончательно



ное решение остается за человеком, а также определена эффективность самих реализованных рекомендательных алгоритмов.

Литература

1 Яковлева, М. С. Использование искусственного интеллекта на фондовой бирже [Текст] / М. С. Яковлева, Г. Долгова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2013. – Т. 1. – № 9. – С. 442-443.

2 Медведева, А. В. Роботдвайзинг как новый способ инвестирования [Текст] / А. В. Медведева // Научные исследования в современном мире. Теория и практика: сборник избранных статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 10 ноября 2021 года. – СПб.: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2021. – С. 83-84.

3 Горяйнов, Т. Потенциал использования искусственного интеллекта на фондовом рынке [Текст] / Т. Горяйнов // Мировой опыт и экономика регионов России: Сборник научных работ молодых ученых по материалам XIX Всероссийской студенческой научной конференции с международным участием, Курск, 18–19 марта 2021 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2021. – С. 80-83.

В.Д. Кротков

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ RWA ПРИ РАЗРАБОТКЕ АВТОНОМНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «КОНТРОЛЬ ОХРАНЫ ТРУДА»

(Самарский университет)

Работа инженера по охране труда заключается в контроле норм техники безопасности на предприятии, в проведении проверок и аудитов рабочих площадок, а также в документировании найденных нарушений [1].

Развитие цифровых технологий затронуло также и профессию инженера по охране труда. Вся документация переместилась в цифровые хранилища и базы данных, вследствие чего возникла необходимость в некоторой программной системе, которая бы помогала инженеру справляться с его обязанностями.

Такой системой является программный комплекс «Контроль охраны труда» (ПК «КОТ»), разрабатываемый компанией ООО НВФ «СМС-ИТ». «КОТ» не только берет на себя всю работу по хранению и структурированию информации, но и облегчает работу специалиста по охране труда, предоставляя удобный пользовательский интерфейс. К тому же, «КОТ» является кроссплатформенным приложением, приспособленным для использования на планшетах и мобильных устройствах.

Специфика работы инженера по охране труда такова, что инженер всегда проводит проверки, аудиты и фиксирование нарушений «на месте», то есть,



непосредственно на рабочих площадках. На многих из них, например, внутри ангаров, производственных помещений и складов не всегда есть стабильный канал связи с сетью, а иногда связь и вовсе отсутствует. При таких условиях, невозможно работать ни с какими сайтами, ведь всем им требуется стабильный канал для соединения с сервером.

«КОТ» предлагает этому решение – автономный режим. Была поставлена и выполнена задача: написать подсистему автономного режима, которая бы позволяла пользователю работать с некоторыми разделами комплекса без соединения с сетью. Приложение может быть специальным образом установлено на устройство пользователя, так что внешне оно ничем не будет отличаться от обычного приложения для данной операционной системы, но сможет запускаться, а главное – работать – даже при полном отсутствии соединения.

Такие перспективы открывает PWA (Progressive Web Applications) – методология разработки прогрессивных веб-приложений [2]. Ее значимая часть – механизм «Сервисный работник», именно он отвечает за выбор правильной стратегии работы с данными: использовать локальное хранилище данных на устройстве (кэш) или отправлять запросы в сеть [3].

На рисунке 1 представлена связь механизма «Сервисный работник» с элементами комплекса.

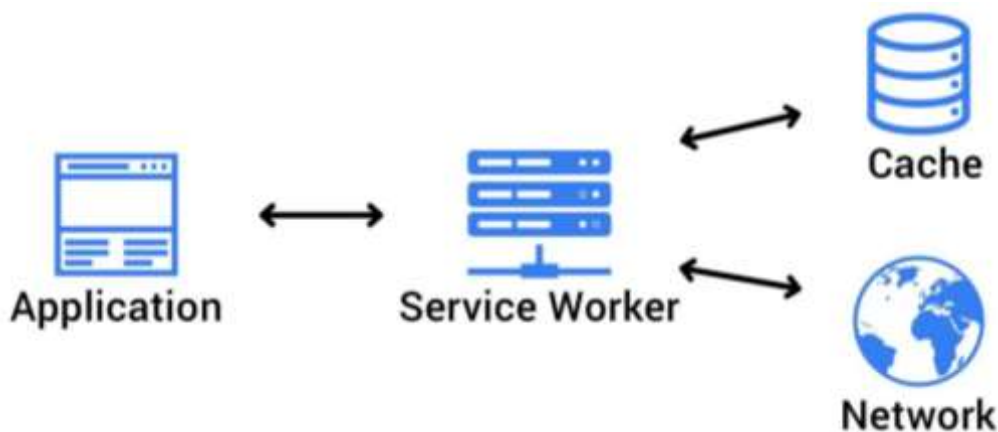


Рис. 1. Связь механизма «Сервисный работник» с элементами комплекса

Был спроектирован и разработан пользовательский интерфейс для взаимодействия с элементами автономной подсистемы.

Страница управления автономным режимом (рисунок 2) позволяет пользователю подготовить систему к входу в автономный режим, выбрав соответствующую опцию. Как только опция «Синхронизировать данные для автономного режима» станет активна, начнется получение необходимых данных с сервера и их запись в кэш. Весь процесс снабжается наглядной демонстрацией прогресса синхронизации в виде полосок и пояснительных надписей отдельно для каждого синхронизируемого справочника. Также на странице и в меню пользователя присутствует иконка, отображающая текущее состояние синхронизации.

На данной странице присутствует кнопка синхронизации данных, которая предназначена для ручного запуска процесса взаимного обновления кэширо-



ванных и серверных данных. Локальные данные с устройства попадают на сервер и записываются в основную базу данных, а с сервера на устройство поступают обновленные данные и сохраняются в кэш.

На рисунках 3-4 представлен внешний вид иконки синхронизации во время получения и после успешного получения всех данных.

Примечательно также то, что фотографии являются необязательным элементом для работы системы в автономном режиме. В случае ошибки при их получении или при нежелании пользователя ждать, система будет успешно функционировать автономно.

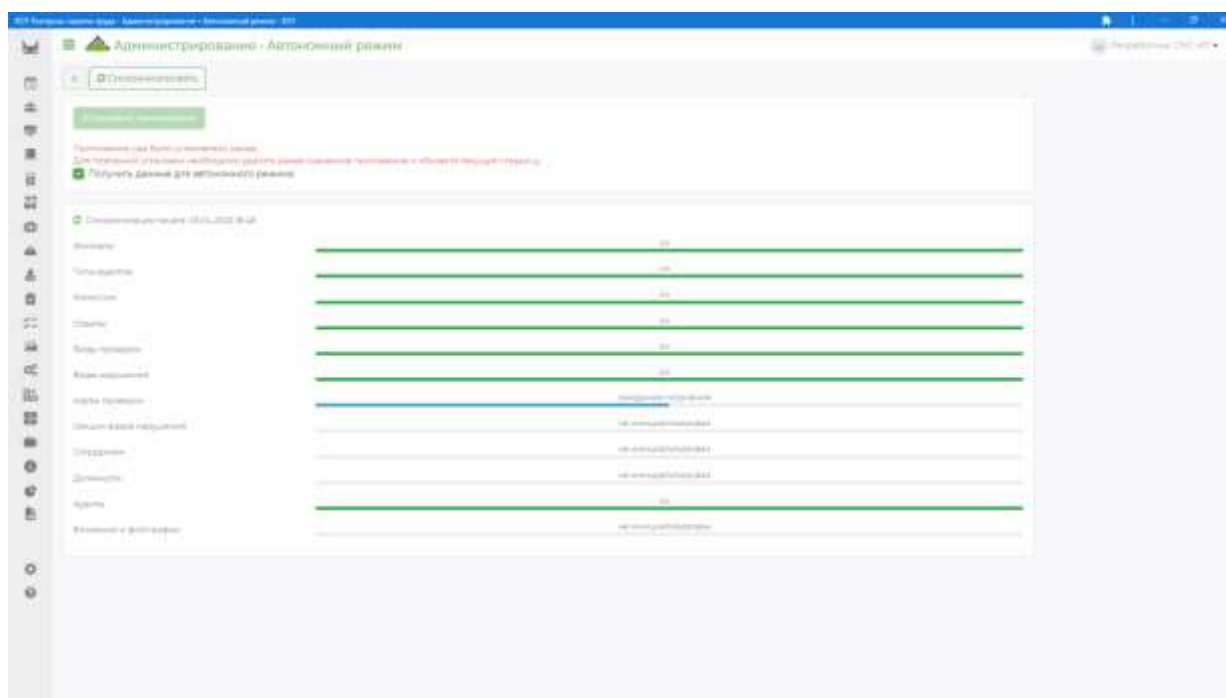


Рис. 2. Страница управления автономным режимом

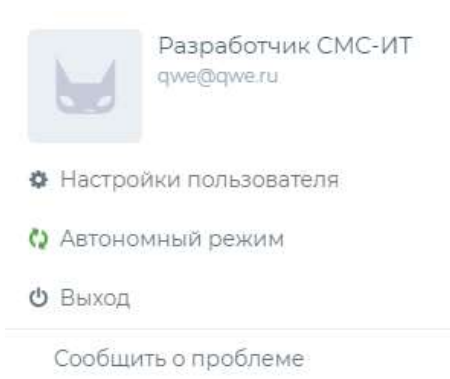


Рис. 3. Пользовательское меню во время синхронизации

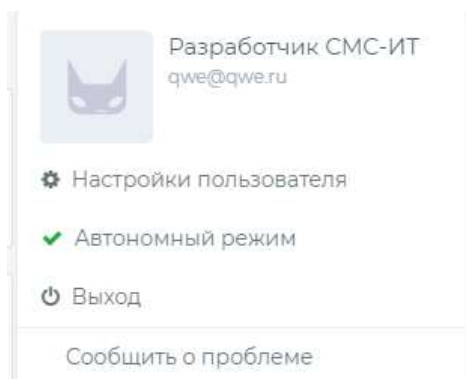


Рис. 4. Пользовательское меню при успешной синхронизации

На текущем этапе ведется работа по разработке автономного режима работы ПК «КОТ». По итогам разработки также планируется сделать вывод об удобстве и эффективности технологии PWA для обеспечения автономной работы веб-приложений.

Литература

- 1 Охрана труда на предприятии [Электронный ресурс]. URL: <http://kadriruem.ru/ohrana-truda/> (дата обращения: 25.03.2022).
- 2 What are Progressive Web Apps [Электронный ресурс]. URL: <https://web.dev/what-are-pwas> (дата обращения: 28.03.2022).
- 3 Angular service worker introduction [Электронный ресурс]. URL: <https://angular.io/guide/service-worker-intro> (дата обращения: 28.03.2022).

Ф.О. Куликов, З.Ф. Камальдинова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПОБЕД В РОССИЙСКОМ ТЕННИСНОМ ТУРЕ

(Самарский государственный технический университет)

Работа посвящена изучению влияния множества факторов на результат матчей в большом теннисе, на основе которого будет построена математическая модель предсказания побед.

Цели работы:

- определить множество факторов, влияющих на результат матча;
- определить влияние каждого фактора из множества на результат матча.

Данные для исследования берутся из базы данных разрабатываемого веб-приложения «Российский Теннисный Тур». На текущий момент база данных обновляется вручную на основе действительной информации официального сайта организации РТТ. В будущем планируется, что судьи турниров будут заносить информацию в базу данных с помощью приложения.

Для упрощения исследования в работе рассматриваются только одиночные матчи. В большом теннисе бесконечное число факторов, влияющих на исход матча, таких как «скорость ветра», «рацион игрока перед матчем», «пригодность к ракетке», «натяжка струн» и многие другие. Не все такие



факторы есть возможность регистрировать судьям или даже самим игрокам и заносить в базу данных.

Определение множества факторов, влияющих на результат матча.

В таблице 1 приведены все выделенные для исследования факторы, разбитые на 4 группы.

Таблица 1 – Выделенные факторы

1. Факторы формы игрока	F_{form}
Общее число матчей за год	f_{count}
Результативность матчей с соперниками за год	f_{res}
Разнообразие соперников	f_{div}
Время, прошедшее с момента каждого матча	f_{ftime}
2. Факторы личных встреч	$F_{personal}$
Результативность личных встреч	f_{res}
Время, прошедшее с момента каждой личной встречи	f_{ptime}
3. Факторы условий матча	$F_{condition}$
Приспособленность к покрытию	$f_{surface}$
Время начала матча	$f_{daytime}$
Усталость от предыдущих матчей турнира	$f_{fatigue}$
4. Психологические факторы	F_{psych}
Стиль игры	f_{style}
Тест	f_{test}

Под значением каждого фактора понимается относительное преимущество игрока над его соперником. Если игрок сильнее по определенному фактору соперника, значение фактора больше 100%, и наоборот, если слабее – то меньше 100%.

F_{form} – фактор, характеризующий форму игрока, которую он набрал за год:

$$F_{form} = \frac{\sum f_{res} f_{ftime}}{\sum f_{ftime}} \cdot f_{count} \cdot f_{div}, \quad (1)$$

где f_{res} – фактор, характеризующий результативность матчей с соперниками с учетом их силы. Если игрок выиграл матч, но против слишком слабого соперника, то значение фактора будет меньше 100%. Сила противников определяется на основе его рейтинга РТТ.

f_{ftime} – фактор времени, прошедшего с момента матча, который позволяет оценить насколько значим был результат прошедшего матча на текущий момент.

f_{count} – фактор, характеризующий количество матчей игрока за год.

f_{div} – фактор, характеризующий различие противников, против которых играл теннисист. Например, если он участвует только в локальных турнирах и играет против уже известных ему соперников, то в матче против нового соперника с другой техникой, фактор примет значение меньше 100%.



$F_{personal}$ – фактор, характеризующий опыт личных встреч с соперником.

$$F_{personal} = \sqrt{\frac{\sum f_{ef} f_{ptime}}{\sum f_{ptime}}} \quad (2)$$

Факторы в формуле (2) аналогичны факторам в формуле (1), но учитывается опыт матчей с тем соперником, вероятность победы против которого необходимо предсказать.

$F_{condition}$ – фактор, характеризующий приспособленность игрока к условиям матча и его состоянию на момент проведения матча.

$$F_{condition} = f_{surface} \cdot f_{daytime} \cdot f_{fatigue} \quad (3)$$

где $f_{surface}$ – фактор, характеризующий опыт матчей теннисиста на конкретном покрытии.

$f_{daytime}$ – фактор, характеризующий приспособленность теннисиста к проведению матча в определенное время дня (утро, день, вечер).

$f_{fatigue}$ – фактор накопленной усталости игрока за турнир, учитывающий количество часов, прошедших с предыдущих турнирных матчей.

F_{psych} – фактор, учитывающий психологию теннисиста. Этот фактор определяется с помощью добровольного тестирования игроков, которое они смогут проходить через веб-приложение. Если хотя бы один из двух игроков решил не проходить его, то значение фактора = 100%.

$$F_{psych} = f_{style} \cdot f_{test} \quad (4)$$

где f_{style} – фактор, характеризующий эффективность стиля игры теннисиста против стиля игры соперника.

f_{test} – фактор, характеризующий набор психологических качеств, которые определяются по результатам теста (психологическая устойчивость, мотивация, концентрация).

Математическая модель предсказания побед:

$$P_i = F_{form} \cdot F_{personal} \cdot F_{condition} \cdot F_{psych} \quad (5)$$

где P_i – вероятность победы

Определение влияния каждого фактора из множества на результат матча.

Из (1) и (2) значение факторов f_{res} и f_{ftime} , f_{ptime} :

$$f_{res} = \frac{p_{enemy}}{p_{self}} * \left(\frac{k_{win}}{k_{win} + k_{lose}} + 0,5 \right) \quad (6)$$



p_{enemy} и p_{self} – рейтинга РТТ соперника и рейтинг РТТ игрока
 k_{win} и k_{lose} – количество выигранных и проигранных геймов в матче.

$$f_{\text{ftime}} = f_{\text{ptime}} = e^{-\lambda t} \quad (7)$$

$\lambda = 0,01$; t – количество дней, прошедших с момента матча

Из (1) f_{count} и f_{div} :

$$f_{\text{count}} = \frac{1 + \log_4(1 + N)}{e} \quad (8)$$

N – число матчей

$$f_{\text{div}} = \sqrt[8]{\frac{n_{\text{enemy}} \sum N_{\text{self}}}{n_{\text{self}} \sum N_{\text{enemy}}}} \quad (9)$$

$\frac{\sum N}{n}$ – среднее число игр с разными соперниками

Из (3) f_{surface} , f_{daytime} и f_{fatigue} :

$$f_{\text{surface}} = \sqrt{\frac{p_{\text{self}}}{p_{\text{self}} + p_{\text{enemy}}} + 0,5} \quad (10)$$

p_{self} и p_{enemy} – рейтинг РТТ игрока и его противника на конкретном покрытии

$$f_{\text{daytime}} = \sqrt{\frac{N_{\text{win}}^2}{\text{Max}\{N_{\text{max}}\} * N_i} + 0,5} \quad (11)$$

$\text{Max}\{N_{\text{max}}\}$ – максимальное число игр среди всех временных отрезков;

N_{win} – число побед на одном временном отрезке;

N_i – число игр на одном временном отрезке.

Под временными отрезками понимается градация времени дня, на отрезки по 2 часа (с 8 до 10, с 10 до 12 и т.д. до 22)

$$f_{\text{daytime}} = \sum k_{\text{duration}} k_{\text{hours}} \quad (12)$$

k_{duration} – продолжительность матча;

k_{hours} – количество часов с момента завершения прошлой игры.

Из (4) f_{style} определяется по принципу «камень-ножницы-бумага». Выделено 3 стиля игры: оборонительный, активный и реактивный. Значение фактора в промежутке $[0,8; 1,25]$. В случае, когда оба теннисиста играют одинаковым стилем, значение фактора будет равно отношению приспособленности к стилю игрока и соперника.



Из (4) f_{test} определяется как отношение правильно отмеченных вариантов к общему числу правильных вариантов.

Литература

1. Математические методы и модели техники, технологий и экономики [Текст]: Сборник материалов Всероссийской научно-практической студенческой конференции / Т.А. Осечкина [и др.] – Санкт-Петербург, 2021. – 138 с.
2. Арефьев, С.А. Модель оценивания пар игроков в теннис [Текст]: дис. канд. социол. наук: защищена 22.06.21: утв. 15.12.21 /Арефьев Сергей Александрович. –Санкт-Петербург., 2021. – 33 с – Библиог.: С. 33

Н.С. Куприн, И.А. Лёзин

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ МУЗЫКАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

(Самарский университет)

Введение

На данный момент компьютеры являются одним из самых распространенных инструментов для решения повседневных задач человека.

Естественно, появление компьютеров и тесная интеграция их с нашей жизнью не могли не повлиять и на развитие искусства, в том числе музыки. Благодаря цифровым синтезаторам появилось целое музыкальное направление — электронная музыка.

Интересной особенностью является то, что при работе с музыкой в оцифрованном виде можно с легкостью работать, накладывая искусственно созданные эффекты.

Перечисленный процесс можно автоматизировать под контроль специального программного обеспечения.

Описание методов

Процессом обработки звука называется наложение на аудиодорожку звукового эффекта для подчеркивания художественного или иного содержания в кино, видео играх, музыке или других медиа [1].

Эффект «Дисторшн»

Дисторшн является эффектом, искажающим звук.

Данный эффект получается благодаря жесткому ограничению входного звукового сигнала по амплитуде [2]. Если сигнал начать жестко ограничивать по амплитуде, будут создаваться нелинейные искажения, появляться новые гармоники.

На рисунках 1 и 2 схематично изображен график звукового сигнала до и после применения эффекта «Дисторшн».



Эффект «Дисторшн» можно программно имитировать. Для этого достаточно изменить форму входного звукового параметра с помощью, фиксированной или переменной математической функции. Такую функцию иногда называют передаточной. Такая функция имеет вид:

$$y = f(a(t)x(t)), \quad (1)$$

где f — передаточная функция, $x(t)$ — входная функция, $a(t)$ — индексная функция, которая в большинстве случаев используется в качестве коэффициента усиления.

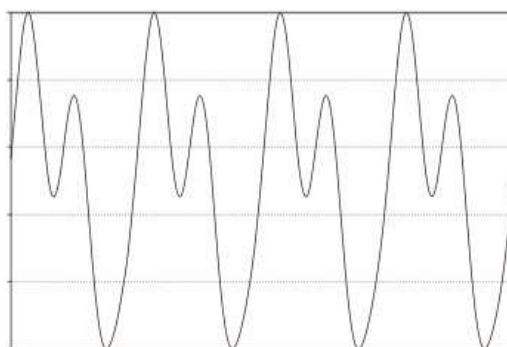


Рис. 1. График звукового сигнала

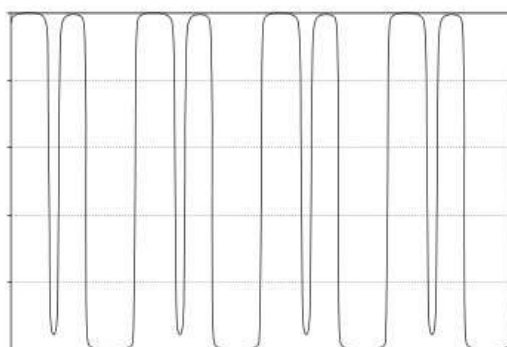


Рис. 2. График искаженного звукового сигнала

Все кривые искажения в основном описываются гладкими, монотонными и нелинейными функциями — сигмоидами. Применив к сигналу форму волны, описанной сигмной, можно достичь необходимого эффекта искажения. График такой функции изображен на рисунке 3.

Под сигмной чаще всего понимают логистическую функцию:

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

Сигмоидальная функция задается в зависимости от требуемого результата. Экспериментальным путем можно подобрать такую функцию.

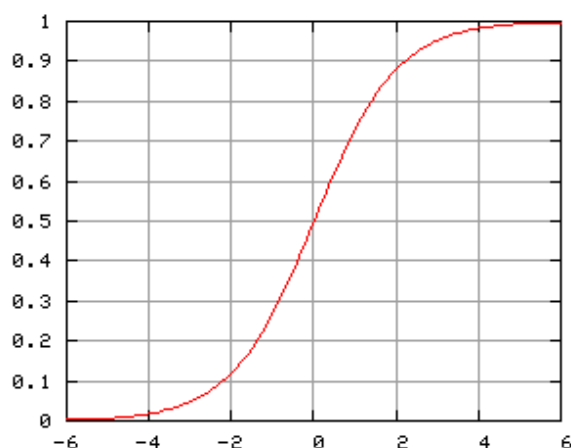


Рис. 3. График сигмоидальной функции

Эффект «Фильтр»

Благодаря звуковым фильтрам можно усиливать, пропускать или ослаблять некоторые частотные диапазоны.

Как и любой другой звуковой эффект, фильтр очень часто применяется при обработке звуковых дорожек. Самым простым в реализации является фильтр с бесконечной импульсной характеристикой.

Фильтр с бесконечной импульсной характеристикой — линейный электронный фильтр, использующий один или более своих выходов в качестве входа, то есть образующий обратную связь [3].

В общем виде, передаточная функция такого фильтра записывается как:

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^{K-1} b_k z^{-k}}{1 + \sum_{m=1}^{M-1} a_m z^{-m}} \quad (3)$$

Вид дискретной передаточной функции БИХ-фильтра аналогичен виду непрерывной передаточной функции аналоговых фильтров. Поэтому можно использовать структуры цифровых БИХ-фильтров для получения частотных характеристик, соответствующих классическим видам аппроксимации (фильтры Баттерворта, Чебышева, Бесселя).

Поставленную задачу можно видоизменить таким образом, чтобы частотная характеристика цифрового фильтра совпадала с требуемой частотной характеристикой аналогового фильтра лишь в диапазоне частот цифрового.

Модифицируем передаточную функцию так, чтобы частотная характеристика цифрового фильтра совпадала с требуемой частотной характеристикой аналогового фильтра в диапазоне частот $0 \leq f \leq \frac{1}{2} f_s$.

Введем:

$$f_a = \frac{f_s}{\pi} \tan\left(\frac{\pi f_d}{f_s}\right) \quad (4)$$



При $f_a \rightarrow \infty$, как и требуется, $f_d \rightarrow f_s/2$. При $f_d \ll f_s$ имеем $f_d \approx f_s$. Искажение частотной оси, вносимое таким преобразованием, тем меньше, чем больше частота дискретизации по сравнению с интересующим нас диапазоном частот.

Свойства цифрового фильтра на определенной частоте определяется отношением этой частоты к частоте дискретизации. Поэтому введем нормированные частот:

$$f'_d = \frac{f_d}{f_s}; f'_a = \frac{f_a}{f_s}; f'_0 = \frac{f_0}{f_s}; \quad (5)$$

Где f_0 — частота среза фильтра.

При этом из (4) получим:

$$f'_a = \frac{1}{\pi} \tan(\pi f'_d) \quad (6)$$

В качестве примера преобразования частотной оси на рисунке 4 приведена АЧХ аналогового фильтра и соответствующая АЧХ преобразованного фильтра.

Видно, что преобразованная характеристика приблизительно совпадает с исходной на начальном участке оси частот, а в дальнейшем представляет из себя периодическую функцию частоты, что соответствует цифровому фильтру. Из рисунка видно, что произошел сдвиг частоты среза фильтра.

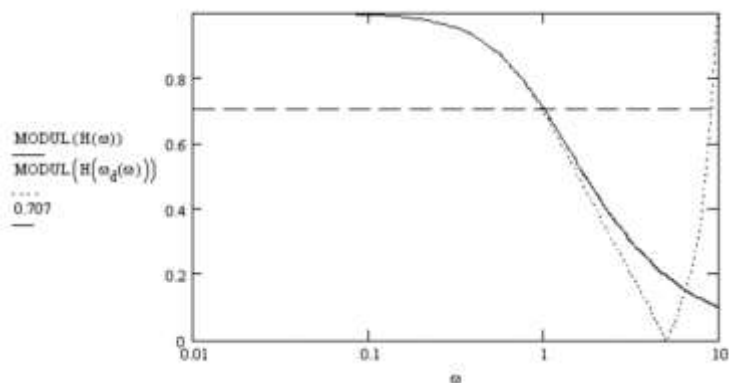


Рис. 4. АЧХ аналогового и цифрового фильтра

Для того, чтобы в процессе преобразования не смещалась частота среза фильтра необходимо, чтобы при $f'_a = f'_0$ выполнялось равенство $f'_d = f'_0$. Для этого необходимо модифицировать формулу преобразования:

$$f'_a = f'_0 l \tan(\pi f'_d) \quad (7)$$

$$l = \cot(\pi f'_0) \quad (8)$$

Преобразованная частотная характеристика представлена на рисунке 5.

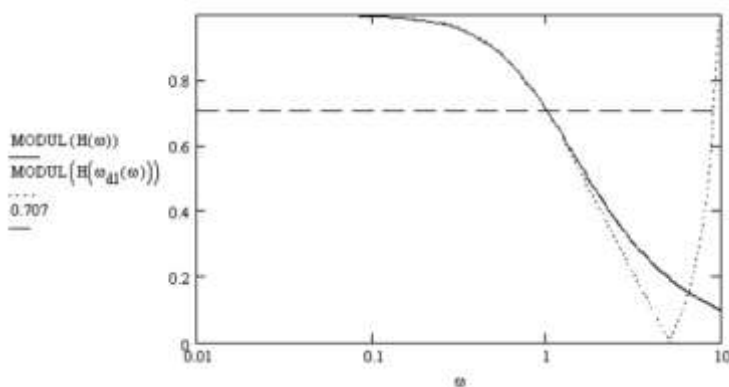


Рис. 5. Преобразованная АЧХ аналогового и цифрового фильтра

Очевидно, что полученная характеристика подобна характеристике аналогового фильтра в диапазоне частот $0 \leq f' \leq 1/2$.

Благодаря описанным операциям преобразования преобразованная частотная характеристика имеет вид, позволяющий реализовать ее с помощью цифрового фильтра.

Исследования

В результате исследований мы применили обработку звуковой дорожки, применив к ней математические функции. После данной обработки изменился аудиофайл.

Во время исследования было проведено сравнение сигналограммы файлов до и после применения эффекта «Дисторшн» и «Фильтр».

Открыв два файла в секвенсоре FL Studio 12, мы можем сравнить сигналограмму звука до и после применения эффекта «Дисторшн».

На рисунке 6 отображены сигналограммы дорожек.



Рис. 6. Сигналограммы дорожек в секвенсоре

Верхняя дорожка соответствует «чистому» звуку, нижняя соответствует искаженному. Как мы видим на рисунке волновая форма звукового сигнала была изменена.

Аналогично применив эффект «Фильтр», мы получим сигналограммы дорожек на рисунке 7.

Как мы видим на рисунке волновая форма звукового сигнала была изменена.



Рис. 7. Сигналограммы дорожек в секвенсоре

Заключение

В ходе проделанной работы была изучена проблема применения компьютера при работе с музыкальными композициями. Были изучены и исследованы методы обработки музыкальных композиций.

Литература

1. Звуковой эффект [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Звуковой_эффект
2. Как это работает: эффекты искажения [Электронный ресурс]. URL: <https://saturdayjam.ru/equipment/distortion-effect/>
3. Фильтр с бесконечной импульсной характеристикой [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Фильтр_с_бесконечной_импульсной_характеристикой

И.А. Лёзин, Ю.Н. Дмитриев

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТАКАГИ-СУГЕНО-КАНГА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.

(Самарский университет)

Нейронные сети – это раздел искусственного интеллекта, в котором для обработки сигналов используются явления, аналогичные происходящим в нейронах живых существ.

Главная особенность сети состоит в том, что она имеет огромный потенциал, так как обрабатывает информацию параллельно всеми звеньями сети, что позволяет значительно ускорить процесс обработки информации. Кроме того, при большом числе межнейронных соединений сеть приобретает устойчивость к ошибкам, возникающим на некоторых линиях.

Способность к обучению и обобщению накопленных знаний позволяет повышать точность значений. Нейронная сеть обладает чертами искусственного интеллекта. Натренированная на ограниченном множестве данных сеть способна обобщать полученную информацию и показывать хорошие результаты на данных, не использовавшихся при ее обучении [1].



Прогнозирование – это предсказание будущих событий. Пусть заданы n дискретных отсчетов $\{y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)\}$ в последовательные моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_n$. Тогда задача прогнозирования состоит в предсказании значения $y(t_{n+1})$ в некоторый будущий момент времени t_{n+1} .

Целью прогнозирования является уменьшение риска при принятии решений. Качество прогноза зависит от используемой системы прогнозирования. Предоставляя прогнозу больше информации, можно увеличить точность прогноза и уменьшить убытки, которые могут возникнуть в связи с неправильно принятым решением [2].

В настоящей работе рассматривается применение нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга для прогнозирования курса акций на фондовом рынке. Будут рассмотрены два алгоритма обучения: гибридный алгоритм и алгоритм наискорейшего спуска.

Для исследований алгоритмов были подобраны оптимальные параметры сети: скорость обучения – 0.003, количество эпох – 30, размер выборки для обучения – 236, тестируемая выборка – 10, количество входных переменных – 4, количество входных правил – 4.

В исследованиях в качестве погрешностей обучения и прогнозирования считается среднеквадратическое отклонение, выраженное формулой:

$$E = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (y_i - d_i)^2} \quad (1)$$

Исследование

В данной работе будет проведено исследование обучение сети и сравнение работы двух алгоритмов на примере акций компании Tesla за 2011, 2012 и 2013 год.

Работа алгоритмов на курсе акций за 2011 год приведена на графике 1 и 2.

Ошибка тестирования после обучения гибридным алгоритмом равна 0.0312, а ошибка обучения при обучения алгоритмом наискорейшего спуска равна 0.0522.

Работа алгоритмов на курсе акций за 2012 год приведена на графике 3 и 4.

Ошибка тестирования после обучения гибридным алгоритмом равна 0.0339, а ошибка обучения при обучения алгоритмом наискорейшего спуска равна 0.0377.

Работа алгоритмов на курсе акций за 2013 год приведена на графике 5 и 6.

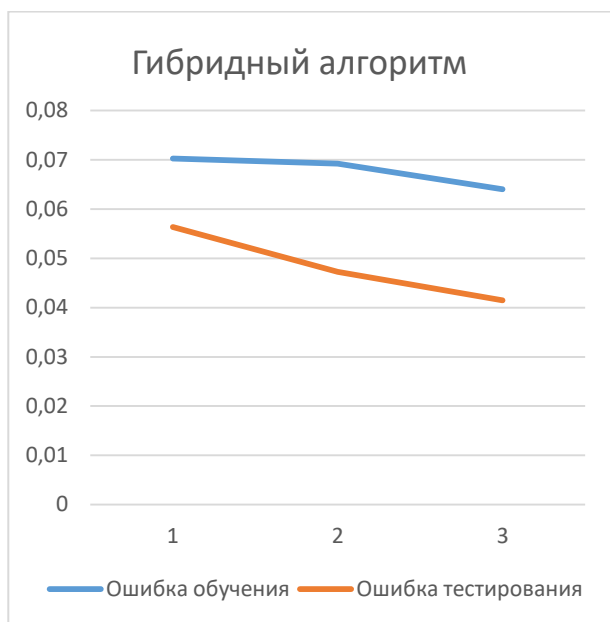


Рис. 1. Обучение гибридным алгоритмом

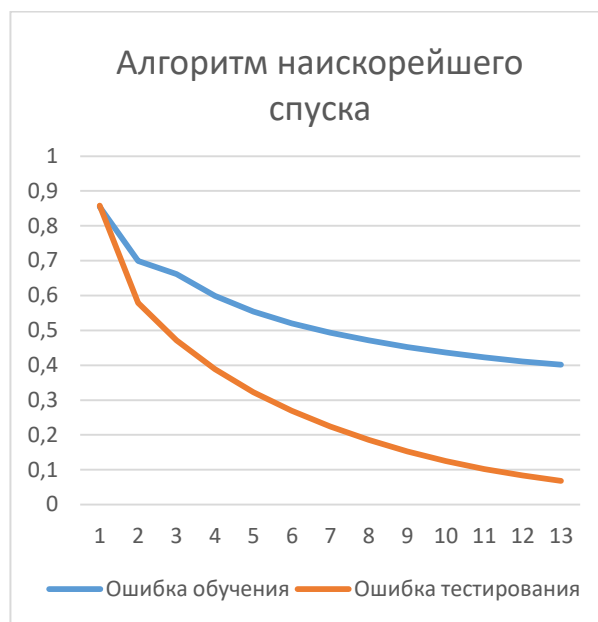


Рис. 2. Обучение алгоритмом наискорейшего спуска

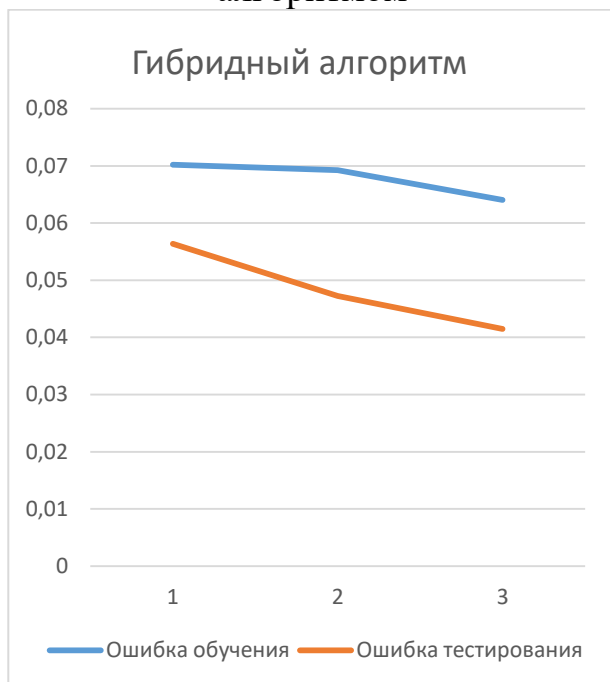


Рис. 3. Обучение гибридным алгоритмом

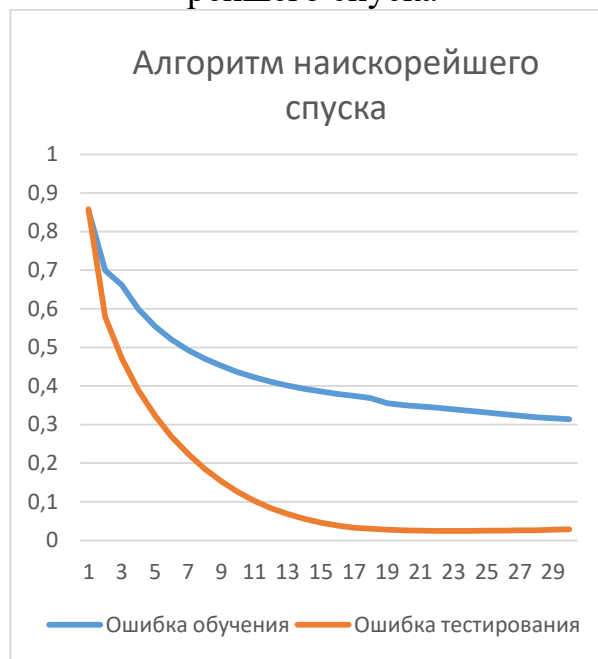


Рис. 4. Обучение алгоритмом наискорейшего спуска

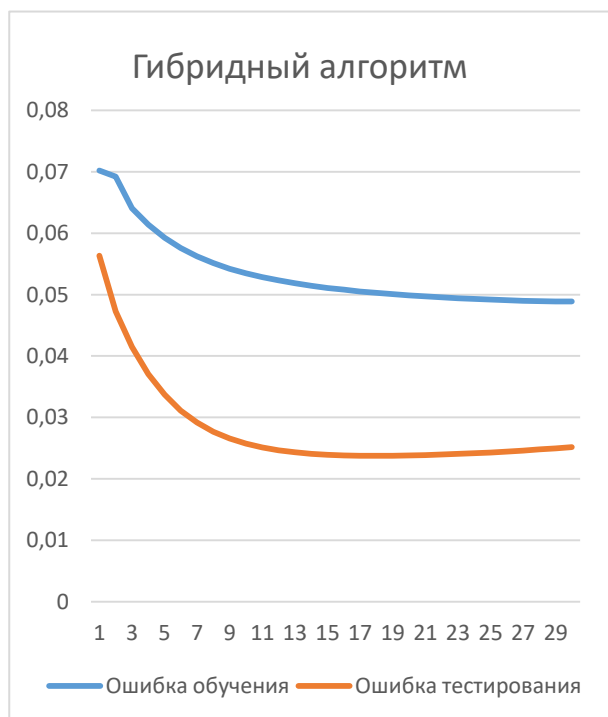


Рис. 5. Обучение гибридным алгоритмом

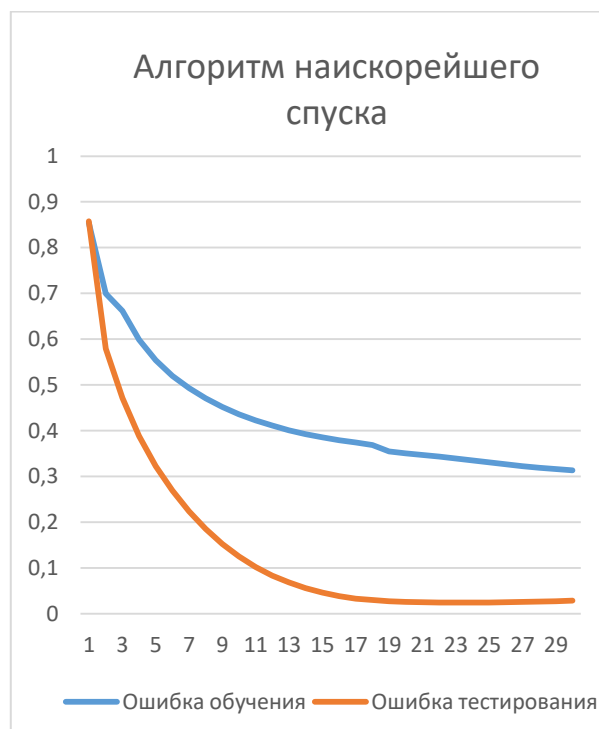


Рис. 6. Обучение алгоритмом наискорейшего спуска

Ошибка тестирования после обучения гибридным алгоритмом равна 0.0251, а ошибка обучения при обучения алгоритмом наискорейшего спуска равна 0.0291.

Заключение

В ходе проделанной работы были реализованы и проверены алгоритмы нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга. По результат исследования можно сделать вывод, что гибридный алгоритме работает намного лучше, чем алгоритм наискорейшего спуска. На примере акций за 2013 год, можно сделать вывод, что за равное количество эпох с помощью гибридного алгоритма сеть обучается лучше. На основе результатов за 2011 и 2012 год можно сделать вывод, что гибридный алгоритм обучается лучше за меньшее количество эпох. Таким образом, можно сделать вывод, что для обучения нечёткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга лучше всего использовать гибридный алгоритм.

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 Солдатова, О.П. Основы нейроинфоматики [Текст]: учеб. пособие / О.П. Солдатова. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. – 132 с. : ил.– ISBN 5-7883-0467-9.



Е.С. Медведева, Д.А. Попова-Коварцева

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРА МЕНЮ ДЛЯ РЕСТОРАНА

(Самарский университет)

Во многих ресторанах, кафе, барах и других подобных местах используется бумажное меню. Из-за этого возникает ряд проблем:

- во-первых, бумажное меню может не хватить на всех посетителей заведения;
- во-вторых, бумажное меню является одним из источников микробов, так как оно постоянно передается из рук одного посетителя в руки другого, а работники заведений, в связи с большой загруженностью, не всегда успевают протирать меню;
- последняя проблема заключается в том, что для изготовления бумажного меню используется бумага, что является не экологичным использованием природных ресурсов.

Одним из решений данных проблем для владельцев заведений – является создание электронного меню. Чтобы создать такое меню, владельцу или работнику заведения нужно зарегистрироваться в разработанной системе и создать меню, а система сгенерирует QR-код заведения. В любой момент разработчик меню сможет отредактировать меню, и при обновлении QR-код останется прежним. Приходя в ресторан, гость сможет отсканировать QR-код, перейти по ссылке и посмотреть меню. Это будет безопаснее и экологичнее.

На рисунке 1 приведена структурная схема разработанной системы, она построена с использованием трехзвенной клиент-серверной архитектуры «клиент – сервер – БД» [1]. На серверной части расположены основные подсистемы, которые выполняют основную логику системы и взаимодействие с БД. На клиентской части расположены три основные подсистемы: подсистема взаимодействия с серверной частью, подсистема создателя меню и посетителя заведения.

На рисунке 2 представлена диаграмма вариантов использования, которая отражает функциональные возможности системы. Пользователь имеет две роли – создатель меню и посетитель заведения.

Создатель меню имеет возможность добавлять блюда, напитки и категории блюд\напитков. Чтобы не добавлять продукцию по отдельности, создатель меню может загрузить JSON-файл с меню. Так же можно просматривать и редактировать меню, удалять блюда, напитки и категории. В системе поддерживается каскадное удаление: при удалении категории блюд\напитков удаляются все блюда\напитки, которые принадлежали данной категории.

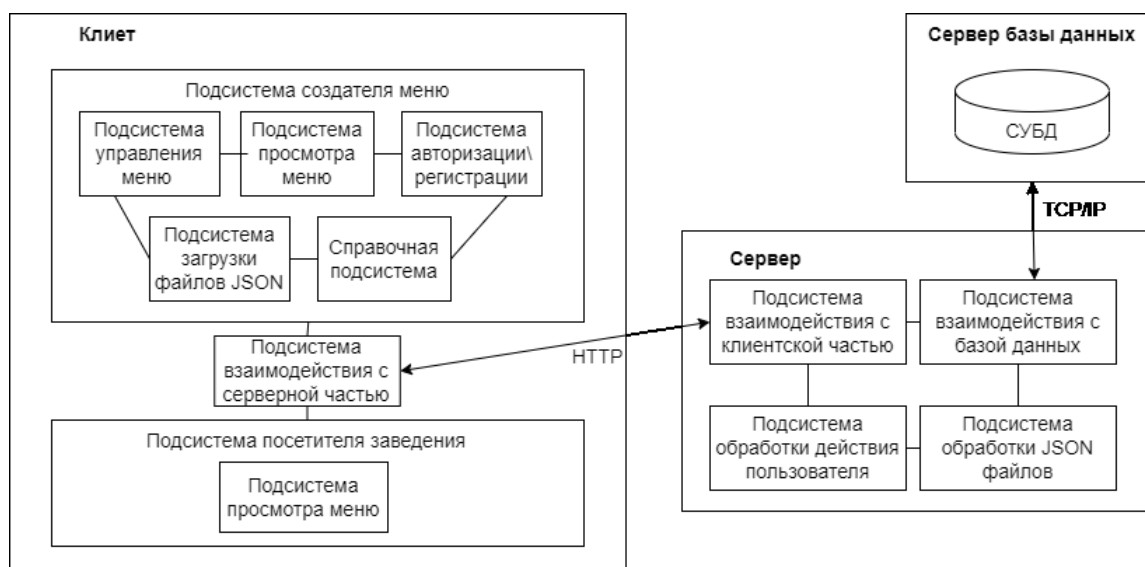


Рис. 1. Структурная схема системы конструктора меню для ресторана

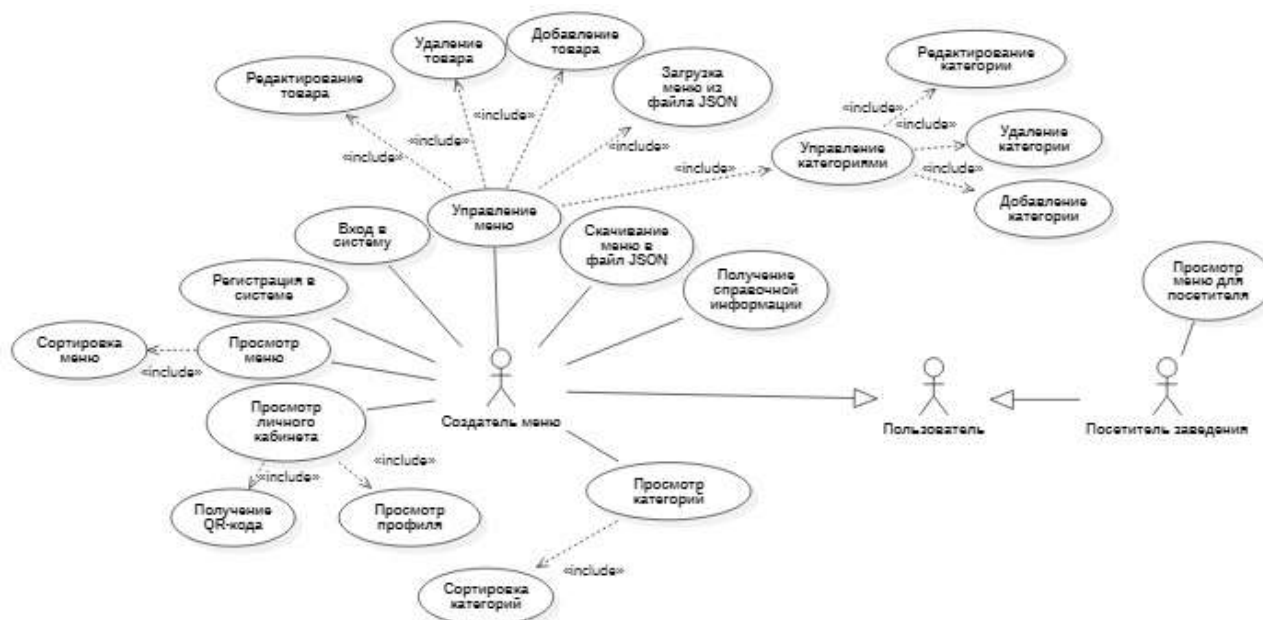


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования подсистемы

Создатель меню может получить в личном кабинете QR-код заведения. Перейдя по этому QR-коду, посетитель заведения сможет просматривать меню.

На рисунке 3 приведена одна из форм системы «Добавление блюда\напитка». На данной форме приведен пример, когда пользователь вводит некорректные данные и системы выводит сообщение об ошибке, которые нужно исправить, чтобы добавить новое блюдо или напиток. При добавлении блюда\напитка создатель меню может загружать фотографии товара со своего ПК, которые будут храниться в БД в виде бинарного типа данных.



Редактор меню ресторана. Личный кабинет

Просмотр меню | Добавление | Редактирование меню | Категории | Импорт

Добавление блюда\напитка

Тип:

Название:

Цена:

Калории:

Категория:

Фото:

*Имя может содержать только буквы, цифры и знак -
Длина не больше 20

Рис. 3. Форма системы «Добавление блюда\напитка»

На рисунке 4 приведена форма системы «Просмотр меню», здесь пользователь сможет просматривать меню, а также имеется возможность отсортировать блюда и напитки по критериям: по типу блюда (веганское или мясное), по типу категории (блюда или напитки), по категориям, по ценовому и калорийному диапазону, а также есть возможность вывести блюда по алфавиту, по цене или по калориям.

Редактор меню ресторана. Личный кабинет

Просмотр меню | Добавление | Редактирование меню | Категории | Импорт

Тип категории:

Категория:

Тип блюда:

Сортировка по:

Цена:

Калории:

Имя	Тип товара	Название	Цена	Калории	Категория	Тип	Просмотр
	Блюда	картошка-фри	250	430	напитки	веганское	Просмотреть
	Блюда	карбонара	300	390	напитки	веганское	Просмотреть
	Блюда	салат	340	350	напитки	веганское	Просмотреть
	напитки	смузи	400	330	напитки	веганское	Просмотреть
	напитки	рестон	800	390	напитки	веганское	Просмотреть

Рис. 4. Форма системы «Просмотр меню»

На рисунке 5 приведена форма системы «Личный кабинет». На данной форме разработчик меню может посмотреть информацию о профиле и скачать QR-код для его заведения.

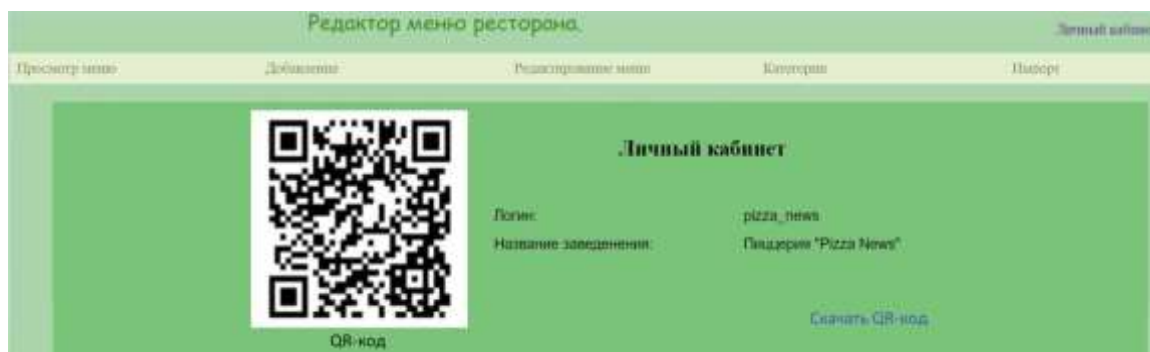


Рис. 5. Форма системы «Личный кабинет»

Использование данной системы облегчает работу сотрудникам ресторана, решает проблему с бумажным меню и предоставляет мгновенный доступ к меню для гостей заведения.

Литература

1. Архитектура «Клиент-Сервер» [Электронный ресурс]. URL: <https://itelon.ru/blog/arkhitektura-klient-server/> (дата обращения: 05.04.2022).

А.А. Пашин, М.А. Кудрина

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(Самарский университет)

Введение

Стеганография – это наука, о способе тайной передачи сообщения, т.е. исходный текст остаётся неизменным, а прячется само письмо или его содержимое. Развитие вычислительной техники и новых каналов передачи информации привело к рождению новых методов сокрытия информации, в основе которых лежит особенность представления информации в файлах компьютера, вычислительных сетях и т.п. Целью стеганографии является скрывание факта существования секретного сообщения [1].

Методы стеганографии для изображений

Метод наименьшего значащего бита или Least Significant Bit (LSB). В 24-битном формате RGB изображения на каждый пиксел приходится 3 байта информации (1 байт для красного спектра, 1 для зеленого и 1 для синего соответственно). Младшие биты пикселей не несут в себе значимую информацию, поэтому в основу данного метода входит их замена на биты скрываемого текста.

Популярность данного метода обусловлена его простотой и объемом скрываемых данных (в картинку размером 800x600 пикселей незаметно для человеческого глаза можно записать данные объемом до 360 КБ [2]). Основным недостатком — высокая чувствительность к малейшим искажениям контейнера.



Разность значений пикселей или Pixel Value Difference (PVD). Метод основан на межпиксельной зависимости. В простейшем случае вычисляется разность между значениями соседних пикселей и принимается решение о ее изменении в зависимости от бита встраиваемой информации [3].

Для сокрытия бита сообщения вычисляется разность между интенсивностями цветов соседних пикселей. Если остаток после деления разности на 2 не равен скрываемому биту, то происходит корректировка интенсивности второго пикселя в паре на один пункт.

Извлечение секретного сообщения заключается в нахождении остатка после деления разности значений пикселей на 2.

Данный метод наследует все достоинства и недостатки от предыдущего, однако, позволяет скрывать примерно в 6 раз меньше данных.

Дискретное косинусное преобразование (ДКП). Одна из идей стеганографии состоит в том, что скрытое сообщение маскируют заменой несущественных параметров изображения, но в формате JPEG в процессе сжатия возможно изменение или даже удаление таких параметров, что приводит к частичному или, что более вероятно, к полному уничтожению встроенной в изображение информации. Более стойкими к компрессии, являются методы, основанные на ДКП, алгоритм которого является базовым в стандарте JPEG.

Чтобы зашифровать данные необходимо разложить изображение RGB по составляющим цветам, разделить матрицы интенсивности каждого цвета на блоки 8x8 пикселей, выполнить ДКП для каждого блока с целью получения матриц коэффициентов 8x8.

Математическая формула данного преобразования:

$$p(x, y) = \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} C(u)C(v)S(u, v) \cos \left[\frac{(2x+1)\pi u}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)\pi v}{2N} \right],$$

где $p(x, y)$ – текущий пиксел с координатами $[x, y]$;

x, y – координаты пикселя на изображении;

N – размерность преобразуемой матрицы;

u, v – координаты коэффициентов ДКП в матрице;

$C(u), C(v)$ – коэффициенты, зависящие от координат матрицы (формула нахождения показана ниже);

$S(u, v)$ – значение байта пикселя с координатами $[u, v]$.

$$C(f) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & f = 0 \\ 1, & f > 0 \end{cases},$$

где f принимает значение u или v [4].

Полученные коэффициенты представляют частотную область изображения, где в левом верхнем углу матрицы находятся низкие частоты (НЧ), отвечающие за наиболее важную информацию, в правом нижнем – высокие (ВЧ), определяющие мелкие детали изображения. Для минимальной заметности рекомендуется встраивать информацию в среднечастотную область (СЧ).



В каждый такой блок (рисунок 1) возможно встроить 1 бит секретной информации для чего необходимо выбрать пару коэффициентов и произвести встраивание. Встраивание информации осуществляется таким образом: для передачи бита «0» необходимо, чтобы разница пары коэффициентов ДКП превышала некоторую положительную величину, а для передачи бита «1» эта разница не должна превышать некоторую отрицательную величину.

После манипуляций с матрицей коэффициентов ДКП необходимо выполнить обратное дискретное косинусное преобразование, после которого сообщение будет считаться встроенным в изображение.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1603	203	11	-45	-30	-14	-14	-7
1	108	-93	10	49	27	6	8	2
2	-42	-20	-6	16	17	9	3	2
3	56	69	7	-25	-10	-5	-2	-2
4	-33	-21	17	8	3	-4	-5	-3
5	-16	-14	8	2	-4	-2	1	1
6	0	-5	-6	-1	2	3	0	1
7	9	5	-6	-9	0	3	3	1

- НЧ компоненты;
 - СЧ компоненты;
 - ВЧ компоненты

Рис. 1. Пример матрицы 8x8 коэффициентов ДКП

Для извлечения данных из картинки необходимо выполнить все шаги в обратном порядке.

Достоинством данного метода является устойчивость к сжатию. Недостатком – низкий объем скрываемых данных (в картинку размером 800x600 пикселей можно записать данные объемом приблизительно 937 Байт).

Исследования

Визуальный осмотр. Исследование проводилось на картинках, изображенных на рисунках 2а и 3а. Алгоритм LSB при встраивании до 2 бит в каждый байт картинки не дает никаких искажений исходного изображения (рисунок 2б). Однако, если попытаться встроить большее количество данных (например, используя 6 бит), то, вероятно, картинка будет испорчена (рисунок 2в). При встраивании информации методом ДКП в область ВЧ/СЧ можно получить отличный результат (рисунок 3б), что нельзя сказать при встраивании в НЧ изображения (рисунок 3в). Метод PVD не обладает возможностью испортить картинку из-за его принципа работы.



а) исходное изображение б) заполненный контейнер (2 бита на байт) в) заполненный контейнер (6 бит на байт)

Рис. 2. Влияние количества встраиваемой информации на качество изображения-контейнера (метод LSB)



а) исходное изображение б) заполненный контейнер (в ВЧ/СЧ) в) заполненный контейнер (в НЧ)

Рис. 3. Влияние выбора частотной области изображения для встраивания (метод ДКП)

Расслоение изображения. Исследование расслоением основано на получении среза изображения по порядковому номеру бита в значении пиксела. Если срезать изображение по нулевому биту, то получим наименьший значащий слой изображения. Если срезать по седьмому, то получим наиболее значащий слой изображения. На рисунке 4 изображен пример расслоения картинка, заполненной на треть при помощи метода LSB.

На 0 и 1 слое видна высокая плотность данных, что не свойственно обычным картинкам. Аналогичный результат можно получить для метода PVD (рисунок 5), что подтверждает их низкую устойчивость к данному виду воздействия на изображение. Факт наличия зашифрованной информации методом ДКП нельзя раскрыть при помощи расслоения.

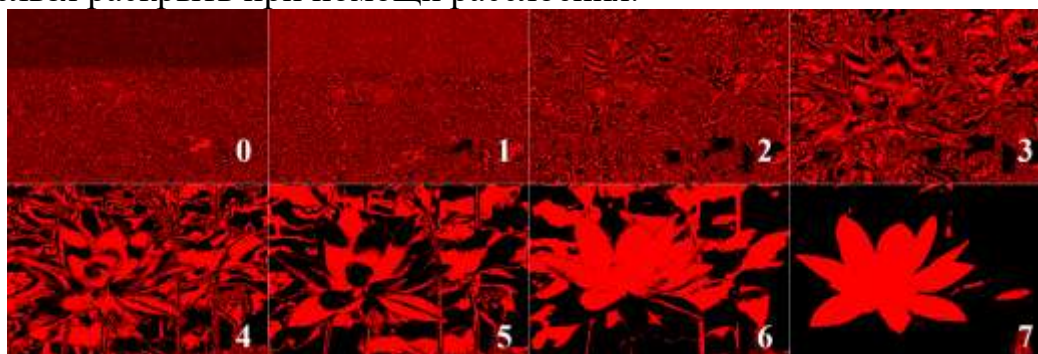


Рис. 4. Расслоение контейнера, заполненного методом LSB

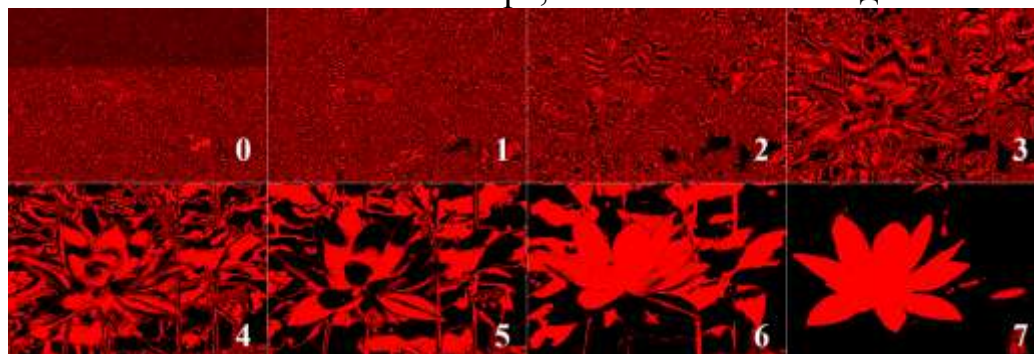


Рис. 5. Расслоение контейнера, заполненного методом PVD

Устойчивость к сжатию. Данное исследование заключается в проверке устойчивости рассмотренных методов стеганографии к компрессии. После сжа-



тия выполнена попытка извлечения данных из картинок. В качестве сообщения использована простая фраза: «Привет».

После попыток извлечения информации из сжатых изображений получились следующие результаты.

Метод LSB: «ЃВр_С\$=...».

Метод PVD: «т2;Sf*6æ3...».

Метод ДКП: «Привет».

Итоги исследований

Исходя из полученных результатов наиболее надежным можно считать метод ДКП, так как он обладает устойчивостью к компрессии. Для домашнего использования фаворитом является метод LSB из-за объемов скрываемой информации и простоты реализации.

Литература

1. Методы компьютерной стеганографии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vsavm.by/knigi/kniga3/1740.html>.
2. Сейеди, С.А. Сравнение методов стеганографии в изображениях [Текст] / С.А. Сейеди, Р.Х. Садыхов // Информатика. – 2013. – №1. – С. 66-75.
3. Конахович, Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика [Текст] / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. – М.: МК-Пресс, 2006. – 288 с.
4. Белим, С.В. Стеганоанализ алгоритма Коха-Жао [Текст] / С.В. Белим, Д.Э. Вильховский // Математические структуры и моделирование. – 2018. – Вып. 4. – С. 113-119.

Р.Ф. Сагитов, И.А. Лёзин

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЗВУКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

(Самарский университет)

Задача распознавания

Фильтрация аудиопотока представляет собой отделение в смешанном потоке одних источников звука от других на базе некоторого множества критериев и преобразование в выходной поток тех звуков, сохранение которых требует исходная задача. Иными словами, в основе стоит задача классификации.

Для нейронной сети фактические критерии отображаются уже множеством признаков, именно обучившись определять признаки, сеть сможет выполнить корректную классификацию [1], в конечном итоге – операции по определению требуемых источников звука.

Главными элементами всех форм представления данных выступают признаки, которые являются наблюдаемыми свойствами объекта. Векторы имеют плоскую и простую структуру и обычно, в большинстве приложений для ма-



шинного обучения, представляют собой объединение данных. В программе, использующей машинное обучение, вектор применяют для измерения свойств данных, таких как цвет, плотность, сила звука, близость к чему-либо, то есть всего того, что можно описать с помощью последовательности чисел – по одному числу для каждого оцениваемого свойства [2].

В качестве примера предположим, что стоит задача фильтрации голосовой информации и что системе нужно выводить звуковую дорожку только с человеческим голосом, без посторонних шумов.

Это говорит в первую очередь о том, что задача классификации становится бинарной – есть отдельные спектральные данные, подлежащие сохранению, когда как все остальные должны быть убраны со спектра.

Спектрограмма преобразованного интервала аудиопотока представляет собой не что иное, как матрицу чисел, явно указывающую на все имеющиеся звуки в интервале; при этом, звуки разного происхождения будут приносить разные состояния на эту матрицу.

Обзор классов глубоких нейронных сетей

Разнообразие структур глубоких сетей довольно широкое. Однако в исследовательских целях следует остановиться на небольшом количестве самых успешно зарекомендовавших себя моделей.

Обзор следует начать со сверточных нейронных сетей (CNN).

Особенностью архитектуры CNN является использование ограниченной матрицы весов для операции “свёртки”. Суть заключается в том, что матрица выполняет движение по своему слою, при этом после каждого сдвига запрашивается нейрон на аналогичной позиции уже в следующем слое. Матрица является “ядром” свёртки, или “фильтром”, а операция свёртки выполняется между тензорами (из двух тензоров на входе получается один на выходе) [3]. Другой важной чертой CNN являются её строительные блоки. Во-первых, это сверточные слои; такой слой принимает на вход тензор, применяет к нему определенное число фильтров, задаёт смещение, запускает функции активации. Сводящие слои идут сразу после сверточных, образуя стек, они как правило требуются для сокращения размерности тензоров. Помимо них в сети участвуют полносвязные слои и слои активации.

В огромном пространстве состояний спектрограммы, нахождение нелинейных зависимостей и признаков в принципе может оказаться неподъемной задачей для данной модели, признаки могут формироваться очень долгое (по меркам обучения сети) время, и, возможно, сети в конечном итоге так и не удастся корректно определить их.

В поисках предотвращения подобных потенциальных проблем можно рассмотреть сети долгой краткосрочной памяти (LSTM). Её формула с вентилями забывания $c_0 = 0$ и $h_0 = 0$ (где $\circ$ – произведение Адамара) выглядит следующим образом [4]:

$$\begin{aligned}f_t &= \sigma_g(W_f x_t + U_f h_{t-1} + b_f), \\i_t &= \sigma_g(W_i x_t + U_i h_{t-1} + b_i),\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}o_t &= \sigma_g(W_o x_t + U_o h_{t-1} + b_o), \\c_t &= f_t \circ c_{t-1} + i_t \circ \sigma_c(W_c x_t + U_c h_{t-1} + b_c), \\h_t &= o_t \circ \sigma_h(c_t).\end{aligned}$$

где x_t – входной вектор, h_t – выходной вектор, c_t – вектор состояний, W , U и b – матрицы параметров и вектор, f_t , i_t , o_t – векторы вентилей, f_t – вектор вентилей забывания, вес запоминания старой информации, i_t – вектор входного вентилей, вес получения новой информации, o_t – вектор выходного вентилей, кандидат на выход, σ_g – на основе сигмоиды, σ_c – на основе гиперболического тангенса.

LSTM – модель организации ячеек памяти продолжительного действия, которые способны хранить несколько наборов весов с предыдущих шагов обучения, что в свою очередь способно оказать положительный эффект при обучении сети. LSTM имеет три основных вида узлов: входной гейт (input gate), забывающий гейт (forget gate) и выходной гейт (output gate), а также рекуррентная ячейка со скрытым состоянием [1].

Наличие подобного блока в исследованных моделях явно указывает на то, что полученные путем оконных преобразований Фурье (FFT) идущие друг за другом спектрограммы не должны быть обособлены друг от друга.

В конечном итоге, в качестве исследовательской работы выбрана модель LSTM-сети, поскольку именно такая модель способна гарантированно обеспечить процесс корректного обучения под поставленную задачу.

Модель автоматизированной информационной системы

Исходя из рассмотренных здесь и ранее материалов, можно сформировать схему организации автоматизированной системы.

Автоматизированная система реального времени по фильтрации цифрового аудиосигнала включает набор блоков, отвечающих за работу по захвату аудиосигнала с записывающего устройства, чтению аудиофайлов, преобразования фреймов в спектральную форму оконными преобразованиями Фурье, а также подсистему формирования отчетов. В ядре системы находится блок глубокой нейронной сети, выполняющий непосредственную фильтрацию от всех шумов и внешних источников звука. На рисунке 1 демонстрируется обобщенная модель создаваемой системы.

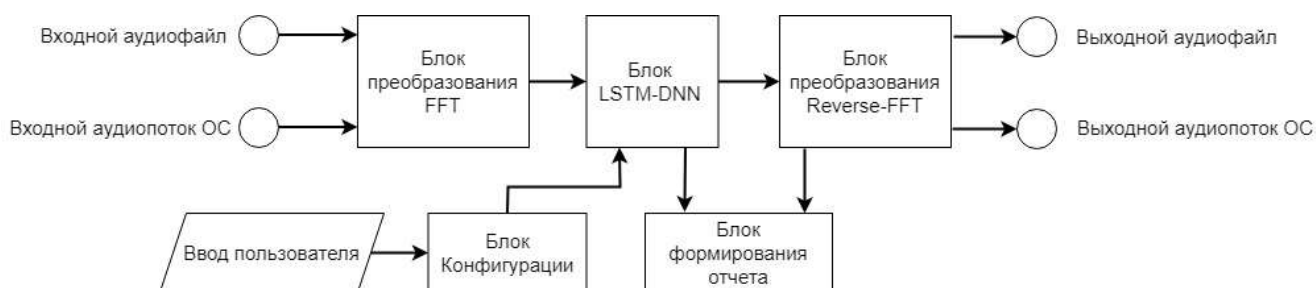


Рис. 1. Обобщенная схема организации демонстрационной автоматизированной системы



Изучение программных комплексов для организации автоматизированной системы

Реализация потребует следующие программные инструменты:

- Библиотека(-и) организации и обучения глубоких нейронных сетей, в т.ч. сверточных сетей;
- Фреймворк для организации программной оболочки захвата и аудиопотока операционной системы и вывода результата обработки;
- Средства разработки интерфейса системы;
- Средства для формирования графиков аудио обработки и отчета системы.

В таблице 1 указаны сравнительные характеристики исследованных библиотек и фреймворков для работы с моделями глубоких нейронных сетей [5].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика библиотек

Название	Платформа разработки	Поддержка архитектур нейронных сетей	Язык(-и) разработки	Доступный язык интерфейса	Дост. Исп. GPU CUDA
Deeplearning4J	Linux, Mac OS X, Windows	RNN, CNN	Java	Java, Scala, Clojure, Python (Keras)	+
Keras	Linux, Mac OS X, Windows	RNN, CNN	Python	Python	+
TensorFlow	Linux, Mac OS X, Windows	RNN, CNN	C++, Python	Python, C/C++, Java, Go	+
Torch	Linux, Mac OS X, Windows, Android, iOS	RNN, CNN	C, Lua	Lua, LuaJIT, C, библиотека утилит для C++/OpenCL	+

Как видно из сравнения, все эти библиотеки являются полнофункциональными средствами для формирования, обучения и тестирования требуемых архитектур нейронных сетей. Также можно заметить, что все они поддерживают использование GPU ядер CUDA.

Литература

1. Интеллектуальные системы. Курс лекций. [Текст] / О.П. Солдатова – Самара.: 2019. – 384 с.: ил (дата обращения 05.10.2021).



2. Шакла, Н. Машинное обучение & Tensor Flow [Текст] / Н. Шакла – СПб.: Питер, 2019. – 336 с.: ил (дата обращения 23.09.2021).
3. Микелуччи, У. Прикладное глубокое обучение. Подход к пониманию глубоких нейронных сетей на основе метода кейсов [Текст] / У. Микелуччи – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 368с.: ил (дата обращения 20.08.2021).
4. Бринк, Х. Ричардс, Дж. Феверолф, М. Машинное обучение [Текст] / Х. Бринк, Дж. Ричардс, М. Феверолф – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.: ил (дата обращения 20.10.2021).
5. Сравнительный Анализ Математических Моделей Финансовых Временных Рядов [Текст] / А.А. Садовский, О.П. Солдатова – Самара.: 2021. – 6 с.: ил (дата обращения 07.03.2022).
6. Deep Learning for Java. [Электронный ресурс] // Сайт <https://deeplearning4j.org>. URL: <https://deeplearning4j.org>. Просмотрено: 02.06.2021.

Я.О. Сайгак, И.В. Лёзина

РАСПОЗНАВАНИЕ ЛАТИНСКИХ БУКВ МНОГОСЛОЙНЫМ ПЕРСЕПТРОНОМ

(Самарский университет)

За недолгое время, прошедшее с начала XXI века, информационные технологии шагнули далеко вперед. Повсеместное распространение электронно-вычислительных машин, с одной стороны, внесло огромный вклад в решение широкого спектра задач прикладного и теоретического характера, но также породило новые, неизвестные или же ранее не рассматриваемые задачи. Одной из актуальных проблем современных информационных технологий в настоящее время остается распознавание образов, в частности графически представленных символов [1].

Таким образом, выбранная тема остается актуальной даже в контексте современных информационных систем. А при дальнейшем развитии такие технологии смогут обеспечивать более качественные и интерактивные модели интерфейсов «человек - электронно-вычислительная машина» [2].

Персептрон – простейший вид нейронной сети. В основе лежит математическая модель восприятия информации мозгом, состоящая из сенсоров, ассоциативных и реагирующих элементов.

Архитектура многослойного персептрона основывается на модели нейронной сети, предложенной Фрэнком Розенблаттом. В её состав входят три основных элемента:

- 1) Входной слой;
- 2) Скрытый слой;
- 3) Выходной слой [3].



Самой распространенной формой функции активации является сигмоидальная, задаваемая следующим выражением:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Для обучения нейронной сети были использованы алгоритмы обратного распространения ошибки (BackProp), RProp, и iRprop+.

В основе алгоритма обратного распространения ошибки лежит применение метода градиентного спуска для поиска глобального минимума целевой функции:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (y_j - d_j)^2,$$

где y_j – эталонное значение нейрона в выходном слое,

d_j – текущее значение нейрона в выходном слое.

В отличие от стандартного алгоритма BackProp, RProp использует только знаки частных производных для подстройки весовых коэффициентов. Алгоритм использует так называемое «обучение по эпохам», когда коррекция весов происходит после предъявления сети всех примеров из обучающей выборки.

Для определения величины коррекции используется следующее правило:

$$\Delta_{ij}^{(t)} = \begin{cases} \eta^+ \Delta_{ij}^{(t)}, & \frac{\partial E^{(t)}}{\partial w_{ij}} \frac{\partial E^{(t-1)}}{\partial w_{ij}} > 0 \\ \eta^- \Delta_{ij}^{(t)}, & \frac{\partial E^{(t)}}{\partial w_{ij}} \frac{\partial E^{(t-1)}}{\partial w_{ij}} < 0 \end{cases},$$

$$0 < \eta^- < 1 < \eta^+$$

Для возврата предыдущего значения весового коэффициента: другими словами, необходимо произвести «откат» используется следующая формула:

$$\Delta w_{ij}(t) = \Delta w_{ij}(t) - \Delta_{ij}^{(t-1)},$$

Рекомендованные значения для $\eta^- = 0.5$, $\eta^+ = 1.2$, но нет никаких ограничений на использование других значений для этих параметров.

Для вычисления значения коррекции весов используется следующее правило:

$$\Delta w_{ij}(t) = \begin{cases} -\Delta_{ij}^{(t)}, & \frac{\partial E^{(t)}}{\partial w_{ij}} > 0 \\ +\Delta_{ij}^{(t)}, & \frac{\partial E^{(t)}}{\partial w_{ij}} < 0 \\ 0, & \frac{\partial E^{(t)}}{\partial w_{ij}} = 0 \end{cases},$$



Для расчета весов используется следующее правило:

$$w_{ij}(t + 1) = w_{ij}(t) + \Delta w_{ij}(t),$$

Суть отличия iRProp+ от RProp – если изменился знак градиента, производить откат только в случае, если общая ошибка увеличилась с предыдущего шага [4].

Для оценки эффективности разработанной модели было решено провести следующие эксперименты:

- Исследование зависимости процента верных распознаваний от количества скрытых нейронов;
- Исследование зависимости процента верных распознаваний от значения коэффициента скорости обучения.

Все исследования производятся при прочих равных условиях, чтобы более точно оценить влияние именно выбранного для исследования параметра.

Для выявления оптимального количества нейронов в скрытом слое были проведены тестирования модели нейронной сети с различным количеством нейронов в скрытом слое для определения процента точных распознаваний.

Результаты проведенных экспериментов представлены в таблице 1.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальное количество скрытых нейронов лежит в диапазоне от 100 и более нейронов.

Коэффициент скорости обучения — это параметр градиентных алгоритмов обучения нейронных сетей, позволяющий управлять величиной коррекции весов на каждой итерации.

Были проведены обучение и тестирование модели нейронной сети с различным коэффициентом скорости обучения.

Результат экспериментов представлен в таблице 2.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что для достижения наилучшего процента распознавания коэффициент обучения должен быть 0.035.

Таблица 1 – Зависимость процента верных распознаваний от количества нейронов в скрытом слое

Количество скрытых нейронов	26	30	40	55	70	100	200
A	82.857	80	91.428	92.100	78.003	91.492	97.021
B	22.857	74.285	79	59.043	58.023	95.342	98.142
C	50.236	91.428	82.857	81.423	98.0	95.183	98.344
D	74.285	37.142	62.857	82.857	87	97.142	94.021
E	20.165	54.285	82.857	88.023	95.230	98.342	99.154
F	82.543	57.201	91.080	68.234	58.571	88.021	98.234



G	81.223	58.026	54.102	70.231	82.580	88.027	94.296
H	68.120	44.908	59.038	82.394	80.902	90.124	92.521
I	75.232	59.014	57.908	88.321	50.201	84.104	89.052
J	69.901	54.212	89.052	81.392	74.103	91.012	98.023
K	90.432	58.907	97.142	91.422	95.907	94.105	97.032
L	25.486	91.057	53.104	92.142	74.234	91.593	94.194
M	69.233	58.023	85.104	32.532	90.541	97.854	92.129
N	81.423	59.120	58.571	92.521	90.112	88.940	93.901
O	32.532	50	88.940	50.234	54.130	98.102	92.975
P	82.857	80	91.428	92.100	78.003	97	97.021
Q	22.857	74.285	93	59.043	58.023	89.153	98.142
R	34	91.428	82.857	91.060	98.0	94.142	98.344
S	74.285	37.142	62.857	82.857	80	97.123	94.021
T	50.334	54.285	82.857	88.023	95.230	98.342	92.154
U	12.142	44.908	59.038	82.394	80.902	90.124	92.521
V	25.486	91.057	53.104	94.022	74.234	91.593	94.194
W	81.223	97	54.102	92.157	82.580	88.027	94.296
X	82.834	80	91.428	92.100	78.003	97.142	97.021
Y	81.423	81.034	92.002	90.113	75.054	91.492	95.213
Z	83.093	54.285	82.857	88.023	95.230	98.342	92.154

Таблица 2 – Зависимость процента верных распознаваний от коэффициента обучения

η	0.3	0.175	0.125	0.085	0.035
A	42.344	78.344	88.571	97.142	94.285
B	23.543	57.142	71.428	65.714	97.543
C	54.562	55.234	75	97.142	97.334
D	20	83.900	67.456	29.546	91.428
E	97.142	94.285	88.571	96.456	97.845
F	21.694	52.901	65.201	88.012	94.285



G	68.093	54.285	82.857	88.023	95.230
H	57.145	54.285	82.857	88.023	95.230
I	82.857	80	91.428	92.100	78.003
J	25.486	91.057	53.104	57.143	74.234
K	82.857	80	91.428	92.100	78.003
L	59.968	90.081	88.904	97.845	90.061
M	69.901	54.212	82.867	81.392	74.103
N	62.235	59.120	87.088	96.456	90.112
O	32.532	50	88.940	50.234	54.130
P	82.857	80	91.428	92.100	78.003
Q	22	74.285	92.003	59.043	58.023
R	27.114	91.428	82.857	96.456	98.0
S	74.285	37.142	62.857	96.456	80
T	18.234	54.285	82.857	88.023	95.230
U	10.901	44.908	59.038	82.394	80.902
V	25.486	91.057	53.104	95.958	74.234
W	52.223	82.543	54.102	96.456	82.580
X	54.857	80	91.428	92.100	78.003
Y	12.590	85	94.452	90.502	81.950
Z	49.786	54.285	82.857	88.023	95.230

Литература

1. Задача классификации [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые дан., Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Классификация>, свободный
2. Искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые дан., Режим доступа: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Искусственная_нейронная_сеть, свободный;
3. Рашид, Т. Создаем нейронную сеть [Текст]/ Т. Рашид; пер. с англ. Гузикевича, А.Г., ред. Гузикевича, А.Г. – М: Диалектика, 2017 – 273 с.
4. Алгоритм RProp [Электронный ресурс] – Электрон. Текстовые дан., Режим доступа: <https://basegroup.ru/community/articles/rprop>, свободный.



Р.Н. Сергеев, М.Д. Лимов, М.Н. Осипов

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКА СРЕДНЕГО ПОПЕРЕЧНОГО РАЗМЕРА СУБЪЕКТИВНОГО СПЕКЛА

(Самарский университет)

Спекл-фотография с двухэкспозиционным способом записи информации является простым методом измерения перемещений объектов вызванных либо его смещением как целого, либо в случае его деформирования. Бесспорными достоинствами данного метода является простота оптической схемы, низкие требования по её виброизоляции, бесконтактность. На чувствительность, точность и диапазон измеряемых перемещений существенное влияние оказывает средний размер спекла. Повышение чувствительности метода достигается за счёт увеличения числовой апертуры оптической системы, что в свою очередь приводит к уменьшению размеров регистрируемой спекл-структуры. С другой стороны, с ростом числовой апертуры растут абберации, что приводит к необходимости применения высококачественной оптики из-за возникающих искажений регистрируемой информации.

В работе [1] показана возможность уменьшения размера спеклов за счёт применения кольцевых апертур при записи. Также показано, что применение кольцевых апертур приводит к улучшению качества полос Юнга при обработке спеклограмм и, следовательно, это приводит к увеличению точности измерений.

В работе [2] проведено теоретическое исследование влияния размера и формы освещающего пучка. Для подтверждения проведенных теоретических расчётов проведены экспериментальные исследования по определению размеров спеклов в плоскости наблюдения в зависимости от формы восстанавливающего лазерного луча.

В эксперименте на ПЗС-матрицу (без объектива) регистрируется участок гало, формируемый освещением спеклограммы лазерным пучком различной формы. Известны размеры ПЗС-матрицы 2592×1944 пикселей, размер одного пикселя составляет $2,2 \times 2,2$ мкм. Регистрация проводилась в ближней зоне, в связи с тем, что размер спеклов сопоставим с размером пикселей ПЗС-матрицы, и для статистической обработки необходимо зарегистрировать их большое количество. Зависимость среднего размера спекла в ближней и дальней зонах одинаковы, так их угловые размеры идентичны. На данном этапе были зафиксированы изображения в формате «.jpg» для различных форм лазерного пучка и расстояний.

На полученных экспериментально изображениях спеклы представляют собой яркие пятнышки сложной формы. Площадь яркого пятна можно определить сегментировав его на изображении. Сложность данного процесса состоит в том, что контуры спеклов не имеют четко выраженных границ. Как правило,



такую задачу в области компьютерного зрения решают с помощью методов бинаризации, разделяя диапазон яркости изображения пополам. При таком подходе, при определении среднего размера спекла, возможна потеря информации и накопление систематической ошибки.

С другой стороны, в случае если представить спекл как точечный источник света, тогда можно применить существующие критерии, применяемые при определении разрешающей способности оптических систем, как порога для раздела при бинаризации изображения. Существующие критерии определяющие разрешающую способность являются достаточно произвольными [3]. Например, для критерия Рэля интенсивность двух ещё различимых источников света, находится на уровне 20%. Данный критерий был выбран для бинаризации изображения. Таким образом, все пиксели, которые имеют интенсивность ниже 80% от максимальной интенсивности на изображении, представлены чёрными, остальные белыми.

Для преобразования цветного изображения в бинарное разработана программа *Grayed.py* на языке программирования *Python*. Для снижения потери информации после бинаризации в программе реализована медианная фильтрация. Сегментация полученных бинаризованных изображений проводилась при помощи универсальной программы для обработки и анализа цифровых изображений *Image Pro Plus*.

Для статистической обработки данных содержащихся в файлах и получения среднего размера спекла, разработана программа *SizeSpeckle.py*. В программе реализовано отбрасывание сильно отличающихся значений от среднего, в соответствии с вероятностью выпадения каждого значения в выборке, основанного на критерии Шовене [4]. Применение данного критерия показало, что практически не влияет на среднее значение, но заметно уменьшает его средне-квадратичное отклонение. На основании полученных данных можно утверждать об уменьшении размеров спеклов.

Работа выполнена при частичной поддержки Российского научного фонда – проект №21-1100346 и Федерального проекта «Информационная безопасность» национальной программы «Цифровая экономика РФ» – соглашение №40469 - 43/2021-К.

Литература

1. Osipov, M. N. The influence of the aperture diaphragm on the size of the subjective speckles and the application of this in speckle photography [Текст] / M. N. Osipov, R. N. Sergeev // J. Phys.: Conf. Ser. 1368 – 2019. – 022068.
2. Осипов, М. Н., Сергеев, Р. Н. Изучение поведения субъективных спеклов в зависимости от типа входной апертуры [Текст] / М. Н. Осипов, Р. Н. Сергеев // Сборник трудов ИТНТ-2019. – 2019. – С. 84-89.
3. Шеннон, Дж. Проектирование оптических систем [Текст] / Под. ред. Дж. Шеннона, М. Вайанта. – М.: Мир, 1983. – 432 с.
4. Тейлор, Дж. Введение в теорию ошибок [Текст] / Дж. Тейлор. – М.: Мир, 1985. – 272 с.



Г.В. Спиридонов, В.В. Мокшин

ДИАГНОСТИКА И КОРРЕКЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ ПОСРЕДСТВОМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

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

Авторами рассматривается применение современной автоматизированной информационной системы как одного из инструментов диагностики и коррекции в процессе прогнозирования и планирования производственно-технических мероприятий. На основе анализа текущего состояния существующих технических систем была обоснована необходимость в разработке подобной информационной системы для повышения эффективности буровых скважин. На практике существует противоречие между необходимостью быстро и оптимально принимать решение и недостаточно объективными полученными данными о текущем состоянии систем в процессе эксплуатации скважин. Кроме того, сказывается отсутствие большого опыта в сфере использования новейших технологий для улучшения качества планирования мероприятий в отрасли.

С помощью телеметрии и математических методов вся получаемая информация о значениях измеряемых параметров контролируется и управляется посредством предлагаемой автоматизированной системы (далее - АИС). В процедурном плане особую сложность представляет глубокая оценка состояния объектов методами и средствами телемеханики [1]. Также в построении UML и BPMN-диаграмм наблюдается вариативность. Можно с уверенностью сказать, что на данном этапе продолжают исследования по оптимизации технологичного процесса реагирования на разные факторы, влияющие на работу подсистем на нефтегазовых производствах. В результате на этапе проверки данных в АИС отбраковываются неточные из них, а затем оценивается уровень зависимости между факторами и производственно-техническими показателями, после чего будет осуществляться временное прогнозирование интересующих показателей.

На основе полученной выборки за 2020-2021 гг. были найдены и теоретически подтверждены возможные решения поставленных задач, среди которых: определение характеристик скважин, формирование эксплуатационных мероприятий для буровых скважин, разработка программного интерфейса для управления. Под эксплуатационными мероприятиями, в первую очередь, понимаются мероприятия, осуществляемые в процессе использования оборудования нефтегазодобычи, направленные на поддержание их технического состояния на уровне заданных экологических и производственных нормативов [2].

Благодаря использованию нового программного обеспечения возможно применить обучение нейронных сетей при решении задач планирования. С по-



мощью АИС реализуется обучение такой сети, формирующей необходимые мероприятия по обслуживанию нефтяных скважин, и обучается она по методу обратного распространения ошибки. Как правило, слои нейронной сети включают в себя входной слой нейронов, слои скрытых нейронов и выходной слой. Так, через приложение NeuroPro возможно произвести прогнозирование производственно-технических показателей, используя стандартные настройки структуры слоев нейромодулятора [3].

Построение математических моделей включает в себя использование таких методов, как корреляционный анализ и оценку коэффициентов корреляции, а также проведение множественного регрессионного анализа. На основе первичного анализа осуществляется временное прогнозирование методом авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего. Регрессионный анализ предполагает наличие нескольких методов отбора переменных. Из списка регрессоров выбирается тот, который имеет наибольший коэффициент корреляции с зависимой переменной. Далее модель, состоящая из одного регрессора, проходит проверку на значимость при помощи F-критерия Фишера [4]. Если значимость модели не подтверждается, то алгоритм прерывается из-за отсутствия входных переменных. В противном случае этот регрессор вводится в модель. В связи с чем на результирующем графике указывается как сама кривая прогноза, так и доверительный интервал с достоверностью 90 процентов.

Проведённые процедуры позволяют установить наличие и сбор исходных данных, проверку их на достоверность и считаются релевантными для последующих статистических исследований. Создание интерфейса и проведение диагностики показывают достаточный потенциал для внедрения автоматизированной информационной системы на одном из нефтегазовых предприятий, что позволит объединить этапы планирования и прогнозирования несколькими способами [5].

Таким образом, именно через математическое и информационное прогнозирование реализуются на практике различные производственные задачи, связанные с эксплуатацией буровых скважин. И в этой взаимосвязи следует опираться на значимость и оценку востребованности АИС в текущих, быстро меняющихся условиях: использование различных методов и программных, технических средств в предлагаемой автоматизированной системе сможет повысить качество и своевременность принимаемых решений, что увеличит прибыль производства, рентабельность и объёмы добываемой нефти.

Литература

1. Назаров А.В., Козырев Г.И., Шитов И.В. Современная телеметрия в теории и на практике. – М: Наука и техника, 2007. – 672 с.
2. Павловская А.В. Организация производства на буровых и нефтегазодобывающих предприятиях. – Ухта: Изд-во УГТУ, 2004. – 191 с.
3. Бураков М.В. Нейронные сети и нейроконтроллеры. – СПб.: ГУАП, 2013. – 284 с.



4. Глинский В.В., Ионин В.Г. Статистический анализ. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 355 с.

5. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Спиридонов Г.В. Алгоритм формирования маршрута буровой бригады // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 169-175.

А.В. Суслов, Е.Е. Ярославкина

АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ОТЛОЖЕНИЕ ПАРАФИНА НА ВНУТРЕННИХ СТЕНКАХ ТРУБОПРОВОДОВ

(Самарский государственный технический университет)

Процессы добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов осложнены рядом проблем: образование нефтяных эмульсий, парафиновых отложений, неорганических солей, наличием в нефти различных механических примесей и коррозионные разрушения. [1]. Одной из наиболее распространенных проблем является отложение парафина на внутренних стенках трубопроводов и технологического оборудования. Данная проблема появилась более 100 лет назад, однако до сих пор остается актуальной [2].

Распространенным и очевидным последствием образования АСПО является уменьшение проходного сечения трубопровода. Это приводит к выводу оборудования из оптимального режима работы (снижение пропускной способности, возрастание давления в голове трубопровода) и, как следствие, к экономическим потерям и сокращению межремонтных периодов [3, 4]. Отложения парафинов на дне резервуаров за 3–5 лет могут достигать 1,5–2,0 метра, что существенно уменьшает объем самих резервуаров [5]. Помимо трубопроводов и емкостей для хранения нефтепродуктов, отложения АСПО снижают эффективность работы насосов и другого технологического оборудования, а также являются причинами их поломок [6].

Ежегодно страны тратят большие средства на очистку трубопроводов от парафиновых отложений. Для планирования и своевременного проведения очистных мероприятий необходима информация о текущей толщине парафиновых отложений [7-9]. Правильное планирование приведет не только к экономии ресурсов, но и предотвратит аварийные ситуации, вызванные отложениями парафина.

Для определения толщины отложений на настоящий момент предложено множество решений, как прямые, путем введения в трубопровод прибора, работающего по принципу прямого измерения [10], так и косвенные методы, использующие различные физические явления. «Большие» отложения можно обнаружить по снижению показателей работы оборудования. Проблема заключается в измерении отложений произвольной толщины. Одним из самых распространенных методов является метод, основанный на падении давления [11, 12]. Также существует множество решений основанных на теплопроводности и



теплопередаче [13, 14]. Есть количественная оценка осажденного парафина по уровню вытесненной жидкости (LD-LD) [4, 12]. Перспективным является направление измерения толщины с применением ионизирующего излучения [15-17]. Методы на ионизирующем излучении являются достаточно точными и бесконтактными, что выступает преимуществом. Однако, поскольку для реализации методов используется радиация, они являются дорогими, требуют особых условий реализации и данные методы опасны для здоровья, необходимо соблюдать правила радиационной безопасности.

Анализ существующих методов контроля показал, что для выполнения поставленных задач подойдут акустические методы неразрушающего контроля.

Заключение

Акустические методы контроля имеют ряд преимуществ перед другими методами. Они могут быть реализованы при одностороннем доступе и не нарушают целостность объекта контроля.

Проведенные экспериментальные исследования показывают, что традиционные ультразвуковые методы неразрушающего контроля, использующие направленное излучение, имеют ряд ограничений, затрудняющих их применение. Можно выделить два главных препятствия – это большое затухание и неизвестная скорость акустических волн в отложениях. Затухание не дает применять ультразвук на больших толщинах отложений, а не знание скорости (из-за неизвестного состава отложений) не дает рассчитать пройденный путь акустической волны.

Подтвержденная по результатам экспериментов и компьютерного моделирования зависимость колебаний локального участка объекта исследования от толщины отложений может быть положена в основу метода измерения толщины отложений на внутренних стенках трубопроводов. Зависимость является обратно пропорциональной и с ростом отложений резонансная частота колебаний объекта контроля уменьшается.

Данная зависимость требует дальнейшего изучения для выявления дополнительных параметров и разработки надежной математической модели.

Литература

1. Осложнения в нефтедобыче / Ибрагимов Н.Г., Хафизов А.Р., Шайдаков В.В. и др.; Под ред. Ибрагимова Н.Г., Ишемгужина Е.И. – Уфа: ООО «Издательство научно-технической литературы “Монография”», 2003. – 302 с.
2. Application of ultrasound for the destruction of resin-paraffin deposits in pipeline transport of oil / Herbert Hofstatter // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, 2014. – №3. – С. 6-9.
3. Количественная диагностика и удаление асфальтосмолопарафиновых отложений в скважинах и нефтесборных трубопроводах / Денисламов И.З., Мусин И.И., Якупов Р.Р., Ситдилов И.А. // Нефтегазовое дело. – 2019. – №1. – С. 41–49.
4. Prediction for wax deposition in oil pipelines validated by field pigging / Wenda Wang, Qiyu Huang // Journal of the Energy Institute, 2014. – С. 196-207.



5. Маркин А.Н., Низамов Р.Э., Суховерхов С.В. Нефтепромысловая химия: практическое руководство. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 288 с.
6. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. – ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 653 с.
7. Фетисов В.С., Табет Н.К.А. Проблемы измерений толщины отложений асфальтопарафиновых отложений в нефтепроводах и пути их решения // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2018. - №1, т.14. – С. 55-60.
8. Mojtaba Askari, Ali Taheri, Javad Kochakpour, Mohammad Taghan Sasanpour. An intelligent gamma-ray technique for determining wax thickness in pipelines. *Applied Radiation and Isotopes* 172 (2021). 6 p.
9. Juhyun Kim, Sunlee Han, Youngjin Seo, Bryan Moon, Youngsoo Lee. The development of an AI-based model to predict the location and amount of wax in oil pipelines. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 209 (2022). – 12 p.
10. Прямые и косвенные методы определения количества парафинотолложений в нефтепроводе / Валеев А.Р. Гирфанова Д.Ю. // Нефтегазовое дело. – 2013. – Том 11, №4. – С.110-114.
11. Preventing and removing wax deposition inside vertical wells: a review / A. L. Sousa, H. A. Matos, L. P. Guerreiro // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 2019. – №.9. – С. 2091-2107.
12. Experimental Methodology Followed to Evaluate Wax Deposition Process / Theyab M.A. // Journal of Petroleum & oJ Environmental Biotechnology, 2018 - 9:1.
13. Табет Н.К.А. Система автоматического контроля толщины парафиновых отложений в нефтепроводах на основе модифицированного теплового метода измерения: автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук 02.10.2020. / Табет Наиф Кайед Абдулла. – Уфа, 2020. – 20 с.
14. Wax Thickness and Distribution Monitoring Inside Petroleum Pipes Based on External Temperature Measurements / Shumpei Ito, Yoshiaki Tanaka, Tatsuya Hazuku, Tomonori Ihara, Motoaki Morita, and Ivor Forsdyke // ACS Omega, 2021. – № 6. – С. 5310–5317.
15. Бесконтактная система измерения толщины парафинистых отложений нефти в погружном оборудовании и нефтепроводах / Коптева А.В., Коптев В.Ю. // Экспозиция Нефть Газ. – 2018. – Май 3. – С.62-64.
16. Samir Abdul-Majid. Determination of wax deposition and corrosion in pipelines by neutron back diffusion collimation and neutron capture gamma rays. *Applied Radiation and Isotopes* 74 (2013) P: 102–108.
17. Mojtaba Askari, Ali Taheri, Javad Kochakpour, Mohammad Taghan Sasanpour. An intelligent gamma-ray technique for determining wax thickness in pipelines. *Applied Radiation and Isotopes* 172 (2021). 6 p.



Д.Р. Хугаева, И.В. Лёзина

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫМ ПЕРСЕПТРОНОМ

(Самарский университет)

Выбор алгоритма инициализации весов является важным моментом при разработке моделей нейронных сетей глубокого обучения, так как начальные значения весов оказывают большое влияние на результат обучения сети.

При слишком больших значениях весовых коэффициентов процесс обучения может надолго застрять в седловой зоне, когда ошибка обучения будет оставаться постоянной, в то время как начальные значения, близкие к оптимальным, позволяют избежать образования локальных минимумов и ускорить процесс обучения сети.

Существует несколько алгоритмов предварительной оптимизации весовых коэффициентов сети. К ним относятся методы случайной инициализации, метод имитации отжига, генетические алгоритмы и эволюционные алгоритмы.

Чаще всего при обучении глубоких сетей используется случайная инициализация весовых коэффициентов в диапазоне $[0, 1]$. Такая инициализация может быть далека от оптимальной, особенно при использовании сигмоидальных функций активации, которые замедляют обучение сети из-за своего ненулевого среднего значения, которое может привести к раннему насыщению нейронов, преимущественно верхнего скрытого слоя [1]. Поэтому при использовании случайной инициализации важно выбрать оптимальный диапазон начального распределения, так как он оказывает большое влияние на результат процедуры оптимизации и на дальнейшую способность сети к обобщению.

В связи с этим были разработаны более конкретные методы случайной инициализации, которые используют информацию об архитектуре сети и типе используемой функции активации [2].

Текущий стандартный подход для инициализации весов нейронной сети, использующих сигмоидальную функцию активации, называется инициализацией "glorot" или "xavier", названной по имени ученого-исследователя Ксавье Глорота.

Метод инициализации "xavier" основан на вычислении случайных чисел с равномерным распределением вероятности в диапазоне от

$$\left[-\frac{1}{\sqrt{n}}; \frac{1}{\sqrt{n}}\right],$$

где n – количество входных нейронов сети. Но и он имеет один существенный недостаток – градиент обратного распространения затухает во время обучения.

Более усовершенствованный подход – это так называемая нормализованная инициализация Ксавье («normalized xavier»). В этом случае случайные числа рассчитываются в диапазоне:



$$\left[-\frac{\sqrt{6}}{\sqrt{n+m}}; \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{n+m}} \right],$$

где n – количество нейронов в предыдущем слое, а m – количество узлов в текущем слое.

В качестве алгоритма предварительной инициализации весов можно также использовать методы глобальной оптимизации, например, метод роя частиц. Метод имитирует роевое поведение, наблюдаемое в децентрализованных самоорганизующихся системах, таких как стаи птиц. Каждая рассматриваемая частица передвигается по пространству решений с некоторой скоростью и представляет собой потенциальное решение задачи оптимизации. Направление движения частицы определяется положением наилучшей точки среди собственных решений, а также положением наилучшей точки в ближайшей окрестности. С каждой итерацией частицы сдвигаются в сторону обоих решений, в результате скапливаясь вблизи одной точки, являющейся, в лучшем случае, глобальным минимумом функции.

Коррекция скорости и положения частиц после каждой итерации происходит по следующим формулам:

$$v_{ij}(t+1) = wv_{ij}(t) + c_1r_1(p_{ij}(t) - x_{ij}(t) + c_2r_2(\tilde{p}_j(t) - x_{ij}(t))),$$
$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t+1),$$

где w – коэффициент инерции; c_1 и c_2 – положительные константы, называемые когнитивным и социальным параметрами, соответственно; r_1 и r_2 – случайные числа, равномерно распределенные на интервале $[0, 1]$; j – индекс частицы, достигшей наилучшего положения среди всех особей роя в предыдущей итерации.

В данной работе были рассмотрены методы случайной инициализации и метод роя частиц. Также была разработана автоматизированная система для оценки эффективности рассматриваемых алгоритмов при решении задачи идентификации плотности распределения вероятности многослойным персептроном.

Оценка проводилась на случайных величинах, распределённых по нормальному, экспоненциальному, равномерному законам и закону Вейбулла.

В качестве пороговой функции выбрана сигмоидальная функция, в качестве основного алгоритма обучения – метод наискорейшего спуска с обратным распространением ошибки.

Основные параметры сети представлены на рисунке 1.

Результаты обучения сети с применением различных алгоритмов предварительной инициализации представлены в таблице 1.

В результате исследования видно, что наилучшие результаты сети на тестовых данных достигаются при использовании метода роя частиц в качестве алгоритма начальной инициализации весовых коэффициентов сети.



Параметры сети | Входные данные | Обучение | Тест

Количество нейронов скрытого слоя: 5

Коэффициент обучения: 0,1

Количество итераций обучения: 1000

Количество дифференциальных коридоров: 10

Размер обучающих выборок: 500

Предварительная инициализация весов: Случайная инициализация [0, 1]

Далее

Рис. 1. Окно программы с параметрами сети

Таблица 1 – Зависимость процента верных распознаваний от алгоритма инициализации весовых коэффициентов

Метод предварительной инициализации	Процент верных распознаваний
случайная инициализация [0, 1]	91,78
инициализация xavier	94,56
нормализованная инициализация xavier	97,34
метод роя частиц	99,07

Литература

1 Glorot, X. Understanding the difficulty of training deep feedforward neural networks [Электронный ресурс]. – URL: <https://proceedings.mlr.press/v9/glorot10a/glorot10a.pdf>.

2 Weight Initialization for Deep Learning Neural Networks [Электронный ресурс]. – URL: <https://machinelearningmastery.com/weight-initialization-for-deep-learning-neural-networks/>.



Я.Р. Хугаева, И.В. Лёзина

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМА ПРОДАЖ ОСЕТИНСКИХ ПИРОГОВ НА СЛЕДУЮЩИЙ ДЕНЬ

(Самарский университет)

При прогнозировании временных рядов цель состоит в том, чтобы оценить, как последовательность наблюдений будет продолжаться в будущем. Пусть заданы n дискретных отсчетов $\{y(t_1), y(t_2) \dots, y(t_n)\}$ в последовательные моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_n$. Тогда задача прогнозирования состоит в предсказании значения $y(t_{n+1})$ в некоторый будущий момент времени t_{n+1} . Целью прогнозирования является уменьшение риска при принятии решений [1].

В данной работе рассматривается применение радиально-базисной нейронной сети для решения задачи прогнозирования объема продаж осетинских пирогов на следующий день.

В сетях с радиально-базисными функциями скрытые нейроны реализуют функции, радиально изменяющиеся вокруг выбранного центра и принимающие ненулевые значения только в окрестности этого центра. Чаще всего в качестве радиальной функции применяется функция Гаусса. При размещении ее центра в точке c_i она может быть определена в сокращенной форме как

$$\varphi(x) = \varphi(\|x - c_i\|) = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right),$$

где σ_i – параметр, от которого зависит ширина функции.

Структура типичной радиальной сети включает входной слой, на который подаются сигналы, описываемые входным вектором x , скрытый слой с нейронами радиального типа, и выходной слой, состоящий как правило, из одного или нескольких линейных нейронов [2].

Обучение сети проводилось по следующему алгоритму: подбор параметров радиально-базисных функций осуществлялся по методу k -усреднений, а подбор весов – по методу наискорейшего спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.

Алгоритм k -усреднений выглядит следующим образом:

- 1 Случайным образом выбираем начальные значения центров $c_i(0)$, которые должны быть различны.
- 2 Выбираем вектор x_k из входного пространства.
- 3 Выбираем центр c_w , ближайший к x_k , для которого выполняется соотношение:

$$w = \arg \min_i \|x_k - c_i(k)\|, i = 1, 2, \dots, N,$$

где N – число нейронов скрытого слоя, k – номер итерации алгоритма.

- 4 Центр-победитель подвергается уточнению в соответствии с формулой



$$c_i(k+1) = c_i(k) + \eta(x_k - c_i(k)),$$

где η – коэффициент обучения.

5 Увеличиваем значение k на единицу и возвращаемся к шагу 2, пока положение центров не стабилизируется.

После фиксации местоположений центров радиусы σ определяются по формуле

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{P} \sum_{t=1}^P \|c_i - c_t\|^2},$$

где P – количество ближайших соседей центра c_i .

Веса уточняются по следующим формулам:

$$\omega_i(k+1) = \omega_i(k) - \eta \frac{\delta E}{\delta \omega_i},$$
$$\frac{\delta E}{\delta \omega_i} = (y - d) \varphi(x_k).$$

В данной работе при первоначальной инициализации весовых коэффициентов радиально-базисной сети использовались следующие алгоритмы:

- алгоритм имитации отжига;
- генетический алгоритм;
- алгоритм случайной инициализации.

Классический алгоритм имитации отжига можно описать следующим образом:

1 Запустить процесс из начальной точки w при заданной начальной температуре $T = T_{\max}$.

2 Пока $T > 0$, повторить L раз следующие действия:

- выбрать новое решение w' из окрестности w ;
- рассчитать изменение целевой функции

$$\Delta = E(w') - E(w);$$

– если $\Delta \leq 0$, принять $w = w'$; в противном случае принять, что $w = w'$, если $\exp(-\Delta/T) > R$, где R – случайное число из интервала $(0, 1)$.

3 Уменьшить температуру T с использованием коэффициента уменьшения r , выбираемого из интервала $(0, 1)$, и вернуться к пункту 2.

Эволюционные алгоритмы имитируют процессы наследования свойств живыми организмами. Исходная популяция решений выбирается случайным образом. При использовании этого метода популяция состоит из закодированных соответствующим образом программ, подвергающихся воздействию генетических операторов скрещивания и мутации, для нахождения оптимального решения, которым считается программа, наилучшим образом решающая поставленную задачу. Процедура повторяется, пока не будет найдено искомое решение либо не будет исчерпан лимит машинного времени. Программы оцениваются относительно определенной специальной функцией приспособленности. Из семейства эволюционных алгоритмов в данной работе был реализован генетический алгоритм.



Случайная инициализация, считающаяся единственным универсальным способом приписывания начальных значений весам сети, должна обеспечить такую стартовую точку активации нейронов, которая лежала бы достаточно далеко от зоны насыщения. Это достигается ограничением диапазона разыгрываемых значений. Практически все оценки нижней и верхней границ диапазона лежат в пределах $(0, 1)$ [3].

Для решения задачи использовались данные об объеме продаж фирмы, производящей осетинские пироги, за каждый день с 1 февраля 2018 года по 26 февраля 2020 года включительно. Данные были разделены на две выборки: для обучения и для тестирования. Таким образом, часть данных, предназначенная для тестирования, была использована для проверки сети на работоспособность и оценки ее точности.

Для оценки качества программной реализации алгоритмов было выбрано среднеквадратическое отклонение (СКО), представленное выражением

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

где x_i – i -ый элемент выборки, n – объем выборки, $\bar{x}$ – среднее арифметическое выборки $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$.

В таблице 1 приведены результаты обучения сети для каждого метода предварительной инициализации весовых коэффициентов при следующих параметрах:

- коэффициент обучения 0,06;
- количество нейронов скрытого слоя 65;
- итераций обучения 500.

Таблица 1 – Результаты проведенных исследований

Алгоритм инициализации весовых коэффициентов	СКО
Алгоритм имитации отжига	0,01477
Генетический алгоритм	0,01439
Случайная инициализация	0,02061

Исходя из результатов видно, что использование алгоритмов для предварительной инициализации весовых коэффициентов дает меньшее значение СКО, чем случайная инициализация.

Литература

1. Солдатова, О.П. Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования [Текст]/ О.П. Солдатова, В.В. Семенов // Исследовано в России: электрон. журн. - 136/060201. - С. 1269-1276. - Режим доступа к журн.: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/136.pdf>.



2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / С. Осовский; пер. с польск. И.Д. Рудинского, ред. И.Б. Фоминых. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с. :ил.

3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст]/ С. Хайкин; пер. с англ. Н.Н. Куссуль и А.Ю. Шелестовой, ред. Н.Н. Куссуль. – М. : Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1104 с. :ил. – Парал. тит. англ.

Е.А. Шамин, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕДОВАТЕЛЯ

(Самарский университет)

Работа по расследованию преступлений начинается со сбора большого количества информации. По итогам проведенной работы следователь, как правило, формирует обвинительное заключение и представляет его прокурору. Таким образом, следователям необходима удобная автоматизированная система, которая поможет оптимизировать работу, повысить ее эффективность и уменьшить сроки предварительного следствия.

На следователей обычно ложится большая нагрузка, которая различается в зависимости от территориальных районов и направления, по которому специализируется следователь. В среднем, у следователя в производстве находится пять-шесть дел одновременно, сюда входят проверка сообщений о преступлениях и расследование уголовных дел.

В результате проверки сообщения о преступлении следователь должен принять одно из трех решений: возбудить уголовное дело, отказать в возбуждении уголовного дела, передать сообщение по подследственности. Срок проверки сообщения о преступлении составляет три дня, и может быть продлен до 10 дней, а затем до 30 дней.

В результате расследования уголовного дела следователь должен принять одно из четырех решений: направить уголовное дело с обвинительным заключением прокурору, приостановить предварительное следствие, прекратить дело, передать дело по подследственности. В каждом уголовном деле есть подозреваемые и их защитники. На время расследования в отношении подозреваемых может быть избрана мера пресечения. Срок расследования уголовного дела составляет два месяца и может быть многократно продлен еще на два месяца.

Следователям необходимо помнить обо всех этих сроках: сроках проверки сообщений, сроках расследования дел, сроках мер пресечения. Кроме того, следователям необходимо через определенные промежутки времени проходить переаттестацию и продлевать контракт, получать очередное специальное звание, повышать квалификацию. Поэтому одна из важных функций системы – ведение календаря событий.



В системе реализовано две роли пользователей: следователь и руководитель следственного отдела (администратор). Они должны авторизоваться в системе, введя логин и пароль.

Руководитель следственного отдела может: зарегистрировать следователя в системе, назначить следователю сообщение или дело, проверить решение следователя по сообщению или делу на законность, продлить сроки для сообщений и дел, посмотреть календарь отдела с напоминаниями о сроках.

Следователь может: обновлять историю дел, принимать решения по сообщениям и делам, запрашивать продление сроков по сообщениям и делам, просматривать свой календарь с напоминаниями о сроках.

Система предназначена для работы в локальной сети, имеет двухзвенную клиент-серверную архитектуру и использует технологию «толстый клиент». На серверной части расположена база данных, в которой хранится вся информация, необходимая для работы системы.

На рисунке 1 представлена структурная схема системы.

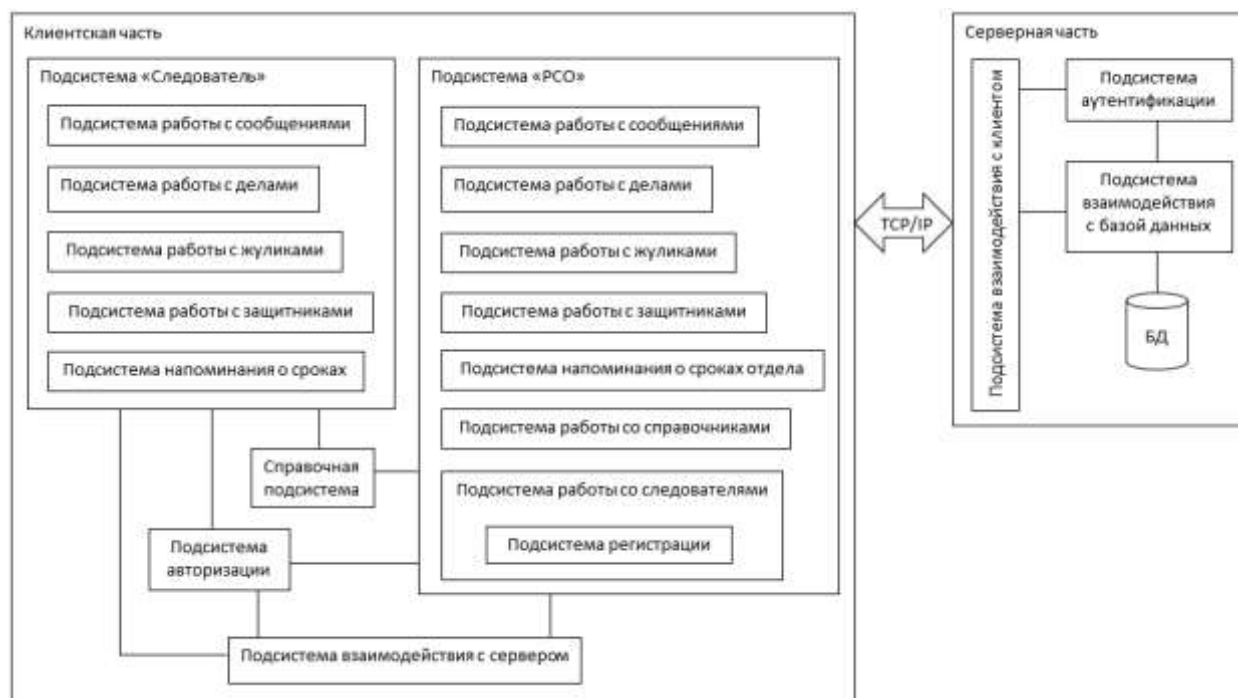


Рис. 1. Структурная схема системы

Основными подсистемами являются:

- 1) для следователя: подсистемы работы с сообщениями о преступлениях, уголовными делами, жуликами (подозреваемыми), защитниками;
- 2) для руководителя следственного отдела: подсистемы работы с сообщениями, делами, жуликами, защитниками, справочниками, следователями.

Также есть общие подсистемы: справочная, авторизации, аутентификации.

Клиентская часть реализована как настольное приложение, написанное на языке программирования C#, и работает под управлением операционной системы Windows. Для создания пользовательского интерфейса использовалась тех-



нология Window Forms, для доступа к базе данных – Entity Framework Core, в качестве СУБД используется Microsoft SQL Server.

Разработанная система позволит следователям работать с сообщениями о преступлениях и с уголовными делами, минимизирует ошибки ввода данных и облегчит доступ к необходимой информации, а также будет напоминать обо всех истекающих сроках.

О. В. Ширяева, Е.Г. Плешаков, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ERP-СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕЗАВИСИМОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ИЗДАТЕЛЬСТВА «ВЫРГОРОД»

(Самарский университет)

С каждым годом цифровая трансформация охватывает все больше различных сфер жизни и бизнеса и активно изменяет те сферы, которые работают в онлайн уже давно, например, интернет-магазины. Если современный интернет-магазин хочет быть конкурентоспособным, каталога товаров и значка корзины уже недостаточно, необходимы мобильные и полнофункциональные веб-приложения, которые позволят не просто купить товар, но и уведомить о скидках, подобрать интересные материалы в ленте блога, на основании истории покупок и просмотра разделов сайта рекомендовать те или иные категории товаров, также необходима интеграция с социальными сетями.

В связи с этим появилась необходимость преобразования интернет-магазина независимого музыкального издательства «Выргород», специализирующегося на выпуске и продаже альбомов современных российских андеграундных исполнителей, в полноценную ERP-систему (Enterprise Resource Planning), с помощью которой можно было бы создать единое информационное пространство для планирования и управления, производить необходимые расчеты, вносить корректировки в планы, формировать необходимую отчетность [1].

Для достижения поставленной цели авторам необходимо было решить следующие задачи:

- модернизировать архитектуру системы (был выбран архитектурный стиль REST, это позволит легко масштабировать приложение, повысить его производительность, контролировать доступ к данным);
- перевести систему на современный стек технологий (для создания ERP-системы был использован Java-фреймворк Jmix на основе Spring Boot с открытым исходным кодом, для создания схемы базы данных и контроля за её состоянием использовались миграции Liquibase в формате XML);
- модернизировать систему безопасности (защита от брутфорса и инъекций была реализована с помощью Spring Security);
- улучшить администрирование (реализовано удобное внесение и редактирование данных с применением CRUD-операций);



- реализовать полнотекстовый поиск, фильтрацию данных, систему рекомендаций, сервис генерации отчетов;
- обновить дизайн.

Система реализована в виде web-приложения с «тонким» клиентом на базе двухзвенной архитектуры «клиент-сервер приложений» (рисунок 1).

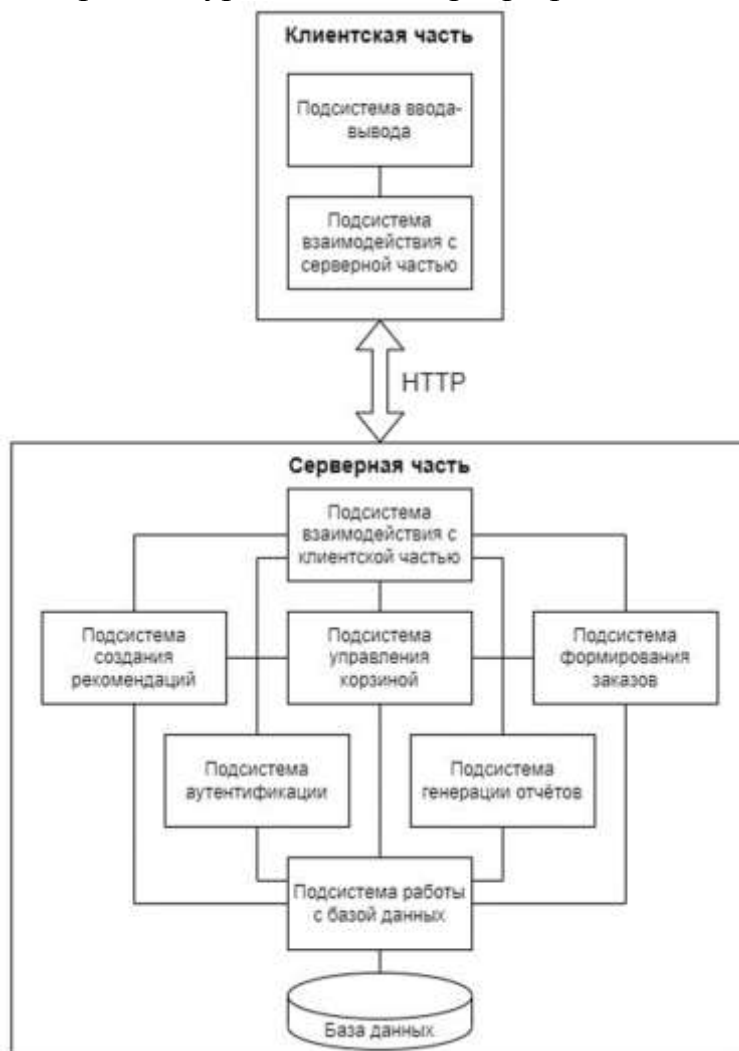


Рис. 1. Структурная схема системы

Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется по протоколу HTTP. В состав клиентской части входят подсистема ввода-вывода, отвечающая за взаимодействие пользователя с системой, и подсистема взаимодействия с сервером для обмена информацией с сервером. Серверная часть включает в себя подсистемы, реализующие логику работы: подсистему управления корзиной, подсистему формирования заказов, подсистему рекомендаций, подсистему генерации отчетов, подсистему работы с базой данных, и саму базу данных.

В системе реализовано две роли пользователя: администратор и покупатель. Зарегистрированные пользователи получают права покупателей, что предоставляет им доступ к каталогу товаров, позволяет работать с корзиной и оформлять заказы. Администратор отвечает за наполнение сайта, он может ре-



дактировать информацию о продуктах, новостях и исполнителях, просматривать список заказов покупателей, а также генерировать отчёты. На рисунке 2 представлена диаграмма вариантов использования системы.

На рисунках 3-5 представлены экранные формы приложения. На рисунке 3 находится страница работы с товарами в режиме администратора. На ней пользователь может просматривать, добавлять, редактировать и удалять товары.

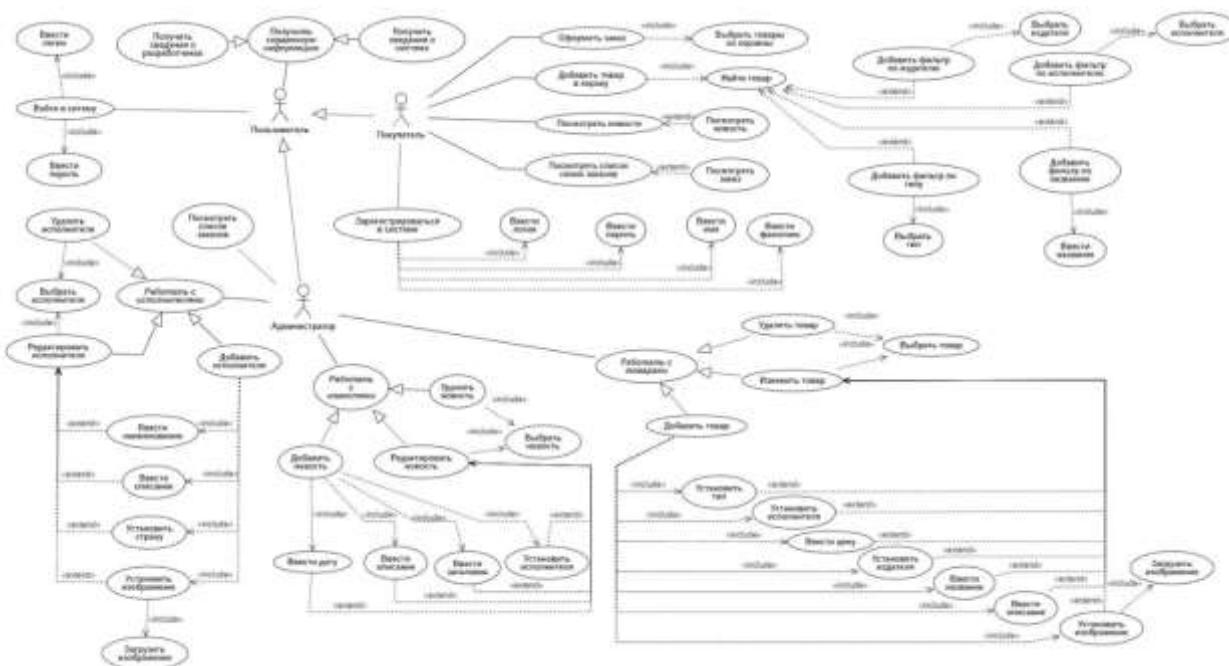


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования системы

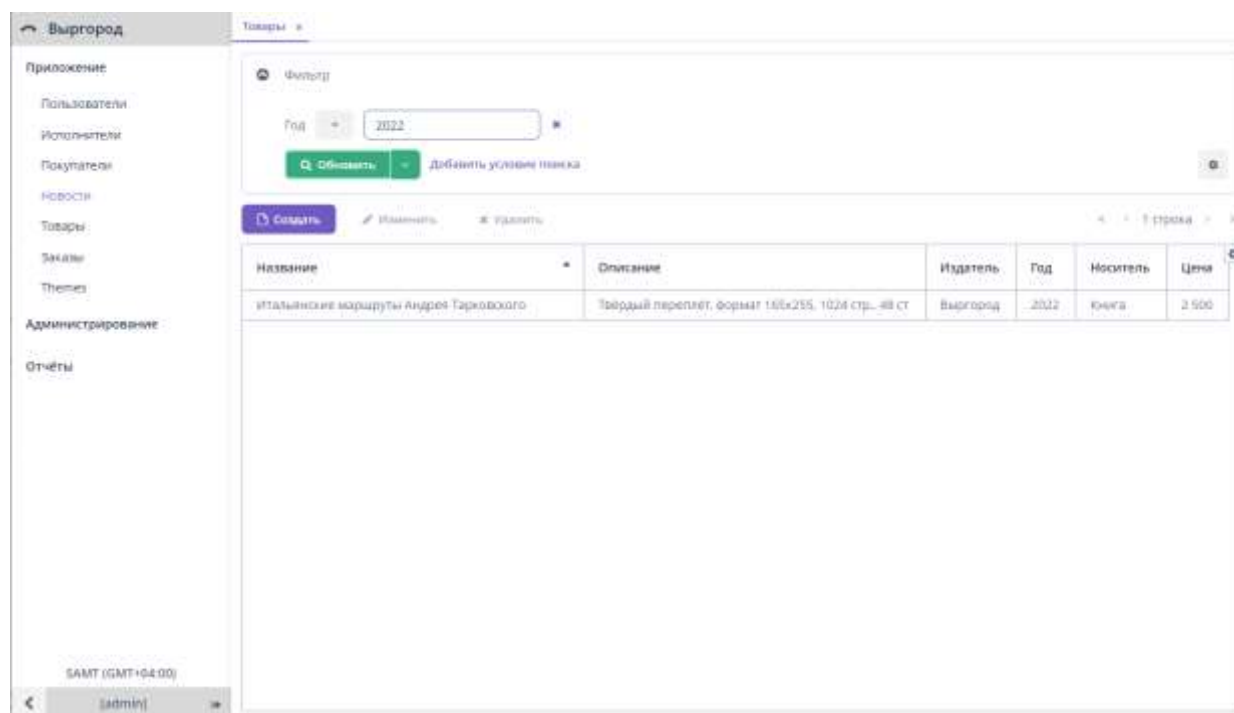


Рис. 3. Страница работы с товарами в режиме администратора



На рисунке 4 изображена страница редактирования товара. Здесь администратор может изменять название и описание товара, указывать издателя и носитель (тип), устанавливать цену, загружать изображение, добавлять исполнителей. Все поля при изменении проходят валидацию (заполненность обязательных полей, типы и диапазоны данных), в случае ошибок появляются соответствующие уведомления.

Рис. 4. Страница редактирования товара

На рисунке 5 представлена страница товаров в режиме покупателя. На ней пользователь может просматривать список товаров, искать товары с помощью фильтров, добавлять товары в корзину.

Рис. 5. Страница товаров в режиме покупателя

Разработанная авторами система располагает достаточно богатым инструментарием, с ее помощью сотрудники издательства смогут не только поддерживать интернет-магазин в актуальном состоянии, но и на основании анали-



за его деятельности улучшить обслуживание клиентов и все бизнес-процессы издательства.

Литература

1. Обзор российского рынка ERP-систем [Электронный ресурс]. URL: <https://wiseadvice-it.ru/o-kompanii/blog/articles/obzor-rossiiskogo-rynka-erp-sistem/> (дата обращения: 07.04.2022).



ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

А. А. Бабенко

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

(Волгоградский государственный университет)

Управление рисками информационной безопасности (ИБ) в государственных информационных системах (ГИС) актуально в связи с: возрастанием числа угроз, обусловленными экономическими и политическими событиями в мире; необходимостью выполнения требований законодательства о защите ГИС; ценностью информации, обрабатываемой в ГИС для злоумышленников; ростом роли ГИС в цифровизации экономики РФ.

Анализ ГИС, зарегистрированных в Реестре Федеральных ГИС, показал, что в них обрабатывается конфиденциальная информация, ПДн, а также др. виды информации. Требования к определению класса защищенности ГИС сформулированы в 17 приказе ФСТЭК. Классификацию ГИС производит оператор, если на базе ГИС функционирует сервер государственного или муниципального органа.

По степени конфиденциальности информацию, обрабатываемую в ГИС, делят на: особой важности (ОВ), совершенно секретную (СС), секретную (С), конфиденциальную.

На состав системы защиты информации ГИС, оказывают влияние такие факторы, как: обработка разных видов информационных ресурсов с различной ценностью; распределенность узлов, в составе ГИС; необходимость соблюдения требований нормативно-правовых актов на всех этапах жизненного цикла ГИС; сложный состав программно-аппаратных платформ, обеспечивающих работу ГИС и средств их защиты; подключение к системам общего пользования; разделение потока информации в ГИС на внешний и внутренний.

Жизненный цикл ГИС регламентируется требованиями [1], согласно которым ИБ ГИС, технические задания на создание ГИС согласуются с ФСТЭК.

Согласно статистике Infowatch за 2017-2021 г.г. больше всего атак совершается на АРМ ГИС – 35,5%: эксплуатация уязвимостей, вредоносное ПО, подбор паролей и нарушение политик ИБ. Отмечается что внутренний нарушитель наиболее частая причина утечек информации – 64,5%. Чаще всего злоумышленников интересуют ПДн и платежная информация, а каналы их утечки – сеть и бумажные документы [2].



Для формирования актуального перечня угроз ИБ ГИС применяется БДУ безопасности информации ФСТЭК и международные БД и другие источники об уязвимостях и угрозах ИБ.

Для управления рисками информационной безопасности в государственных информационных системах мы предлагаем программный комплекс, основными функциями которого являются:

- 1) экспертная идентификация ценных активов, угроз и мер защиты ГИС [3];
- 2) построение экспертом связей между активами, угрозами и техническими мерами защиты;
- 3) количественная и качественная оценка экспертом ценности активов ГИС;
- 4) экспертная оценка частного риска ИБ для каждой угрозы активам ГИС [4];
- 5) определение уровня рассчитанных рисков ИБ активов ГИС;
- 6) определение экспертом технических мер защиты активов ГИС от угроз ИБ;
- 7) формирование отчетов о составе системы защиты активов ГИС и остаточном риске после их обработки [5].

Архитектура системы управления рисками информационной безопасности в ГИС представлена на рисунке 1.

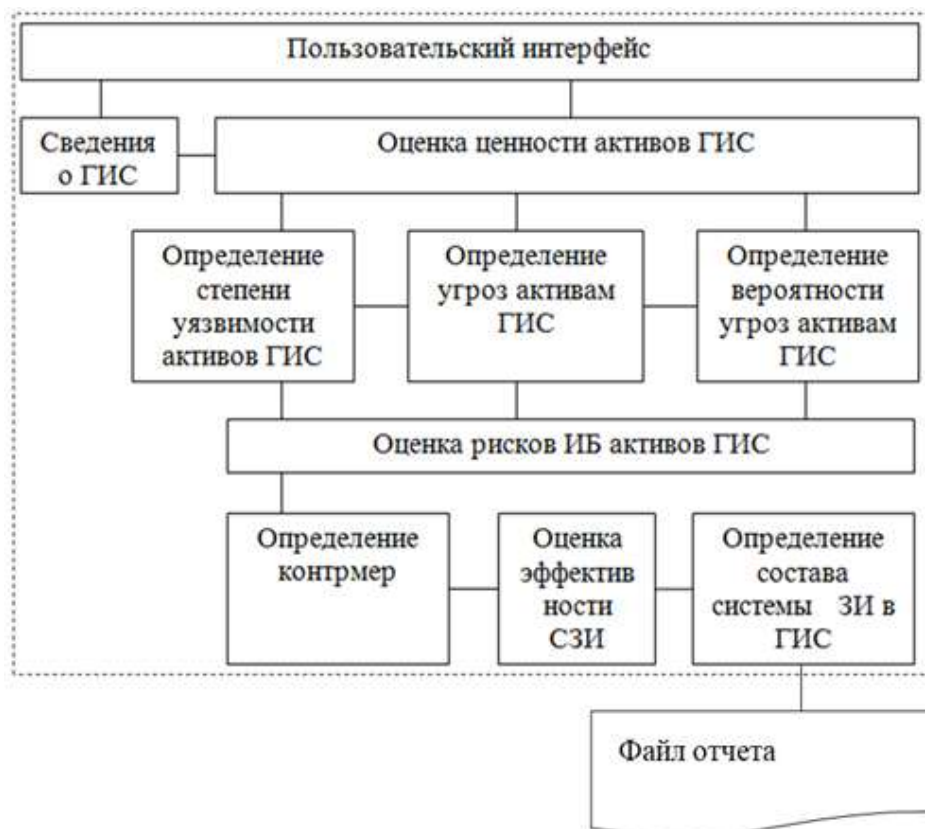


Рис. 1. Архитектура системы управления рисками информационной безопасности в ГИС



Входными данными для системы управления рисками информационной безопасности в государственных информационных системах, будут – активы ГИС и их ценность, список угроз активам ГИС и их вероятность, степень уязвимости активов ГИС актуальным угрозам, список мер и средств защиты, значения критериев для их сравнения.

Выходными данными – значения риска для угроз активам ГИС, состав системы защиты информации в ГИС, значения остаточного риска для угроз активам ГИС.

Описание модулей системы управления рисками информационной безопасности в государственных информационных системах представлено в таблице 1.

Таблица 1. Модули системы управления рисками информационной безопасности в ГИС

Обозначение модуля	Задачи, решаемые модулем
Пользовательский интерфейс	Состоит из вкладок для ввода экспертом данных и вывод результатов работы.
Сведения о ГИС	Сбор сведений о ГИС, её активах, их классификация
Оценка ценности активов ГИС	Определение активов ГИС и их ценности в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010.
Определение угроз активам ГИС	Определение угроз ИБ ценным активам ГИС, в соответствии с БДУ ФСТЭК и др. источников.
Определение степени уязвимости активов ГИС	Представляет результат экспертной оценки уязвимости актива ГИС для ранее установленного перечня угроз, по количественной шкале
Определение вероятности угроз активам ГИС	Представляет результат экспертной оценки вероятности реализации угроз ИБ активам ГИС
Оценка рисков ИБ активов ГИС	Представляет отчет об оценке рисков ИБ для каждого из ценных активов ГИС
Определение контрмер	Для экспертного принятия решения о выборе защиты активов ГИС, риски которых признаны неприемлемыми и подлежат обработке с целью их минимизации.
Оценка эффективности СЗИ	Для экспертного выбора наиболее рациональных СЗИ в ГИС в соответствии с критериями [2].
Определение состава системы ТЗИ в ГИС	Отчет о составе системы ЗИ в ГИС после обработки рисков ИБ активов ГИС и остаточном риске для каждой из актуальных угроз после их обработки.
Файл отчета	Файл в формате *.xlsx для хранения и последующего использования информации обрабатываемой в системе управления.



Предложенная архитектура позволяет разработать систему управления рисками информационной безопасности в ГИС, которая поможет эксперту провести оценку рисков ИБ для активов ГИС и минимизировать последствия от них, определив контрмеры и состав системы защиты информации, минимизирующий вероятность реализации существующих угроз ИБ.

Литература

1. Жуйкова С.А., Курина А.Д., Бабенко А.А. Модель оценки рисков на различных этапах жизненного цикла информационной системы. – Актуальные вопросы информационной безопасности регионов в условиях перехода России к цифровой экономике. материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Волгоградский государственный университет. 2018. С. 233-238.
2. Бабенко А.А., Козунова С.С. Модель определения состава системы защиты информации в государственной информационной системе. – Информационные системы и технологии. 2021. № 2 (124). С. 92-101.
3. Бабенко А.А. Экспертный метод определения состава системы технической защиты информации в государственных информационных системах. – Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). Труды Международной научно-технической конференции. под ред. С.А. Прохорова. Самара, 2021. С. 136-139.
4. Бабенко А.А., Магомедов Д.А. Оценка риска информационной безопасности автоматизированной системы управления технологическим процессом. – Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). Труды Международной научно-технической конференции. под ред. С.А. Прохорова. Самара, 2021. С. 140-145.
5. Бабенко А.А. Жарков Г.В. Программа определение состава системы технической защиты информации в государственных системах: св-во о гос. рег. прогр. для ЭВМ 2020615502 Российская Федерация. Зарегист. 25.05.2020.

А.А. Бабенко, А.А. Вдовкин

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ РИСКА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

(Волгоградский государственный университет)

Защита объектов нефтехимического и нефтегазового производства является актуальной проблемой. Остро стоит необходимость решения технических и программных вопросов безопасности технологических процессов. Современные бизнес системы во многом базируются на информационной сфере, что требует поддержания определенного уровня информационной безопасности включающей в себя программно-аппаратные, технические и организационные меры защиты на всех уровнях управления [1, 2].



Существуют следующие методы оценки рисков информационной безопасности предприятий: CRAMM, FRAP, RiskWatch, OCTAVE. В работе используется метод CRAMM, включающий в себя более трех тысяч различных контрмер, собранных в логические группы. Опираясь на приказ для обеспечения безопасности ФСТЭК России от 14 марта 2014 г. N 31 и Ф3 от 26 июля 2017 г. N 187-Ф3 ФСТЭК России для обеспечения безопасности инфраструктуры нами разработан алгоритм оценки риска информационной безопасности автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) нефтегазовой отрасли.

Для проведения экспериментальных исследований выбрана АСУ ТП компрессорного цеха – система автоматизированного управления газоперекачивающего агрегата (ГПА), являющаяся подсистемой системы компрессорного цеха. Система автоматизированного управления газоперекачивающего агрегата направлена на автоматическое управление, стабилизацию и регулирование работы ГПА.

Выделяют следующие информационные функции САУ ГПА:

1. Удаленное представление режимных параметров агрегата в цифровой и графической форме;
2. Обмен информацией с системами управления верхнего уровня;
3. Учёт наработки ГПА, количества пусков и остановов;
4. Предупредительная и аварийная сигнализация;
5. Расчёт ряда косвенных параметров.

В состав САУ ГПА входят следующие программно-технические средства (ПТС):

- 1) основные программно-технические средства САУ ГПА, включающие блок управления и регулирования и вторичные преобразователи;
- 2) автоматизированное рабочее место оператора ГПА;
- 3) панель резервного управления и индикации;
- 4) блок экстренного останова, и.т.д.

Программное обеспечение автоматизированного рабочего места:

1. SCADA – система Wonderware InTouch HMI;
2. Интернет (Инtranет) клиенты Wonderware InTouch HMI;
3. система SMLogix;
4. инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации CODESYS.

На основе математической модели, представленной в [3], нами определена степень риска уязвимостей компонентов автоматизированной системы управления по оценке CVSS второй и третьей версии. Обозначено, что большая часть совокупности уязвимостей АСУ ТП находятся в высокой и критической степени риска [4].

Анализ полученных результатов оценки степени риска программно-технического, организационного обеспечения автоматизированной системы управления по вышеуказанному методу, позволил выявить компоненты АСУ ТП с высоким уровнем угроз.



Далее, в соответствии с методикой:

1. выбраны из БДУ ИБ ФСТЭК России и из международных банков данных актуальные для нашей системы угрозы;
2. определены значения параметров угроз ИБ АСУ ТП;
3. вычислены оценки рисков ИБ АСУ ТП;
4. проведено сравнение полученных оценок уязвимостей с оценкой уязвимостей из БДУ ИБ ФСТЭК России.

Выбранные из БДУ ИБ ФСТЭК России, актуальные для нашей системы угрозы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Потенциальные уязвимости ИБ АСУ ТП

Название	Описание
BDU:2021-03149	Потенциальная уязвимость библиотеки CODESYS Control V2 Linux SysFile программного комплекса промышленной автоматизации CODESYS.
BDU:2021-02335	Потенциальная уязвимость микропрограммного обеспечения МЭ Cisco Adaptive Security Appliance Software (ASA) и Cisco Firepower Threat Defense (FTD) связана с копированием буфера без проверки размера входных данных. Воздействие посредством уязвимости может позволить нарушителю, действующему удаленно, оказать влияние на конфиденциальность и доступность защищаемой информации.
BDU:2021-04331	Потенциальная уязвимость микропрограммного обеспечения программируемого логического контроллера Schneider Electric Modicon M340, Modicon Quantum, Modicon Premium, обоснованная раскрытием информации, способствует несанкционированному доступу к защищаемой информации.

Оценки уязвимостей из банка данных безопасности информации ФСТЭК России и вычисленные с помощью разработанной программы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Оценки уязвимостей

Название уязвимости (номер в банке данных ФСТЭК)	Базовая оценка CVSS 2.0		Базовая оценка CVSS 3.0		Оценка программы	
	Оценка	Уровень опасности	Оценка	Уровень опасности	Оценка	Уровень опасности
BDU:2021-03149	4,6	Средний	5,3	Средний	5,1	Средний
BDU:2021-	7,5	Высокий	8,2	Высокий	8,2	Высокий



02335						
BDU:2021-04331	7,8	Высокий	7,5	Высокий	7,8	Высокий

В статье экспериментально проверен способ оценки уровня значимости угроз. В качестве эталона брались уже сформированные экспертами оценки из банка данных угроз ФСТЭК. В дальнейшем предполагается дополнить программу модулем по определению контрмер для снижения уровня выявленных рисков АСУ ТП.

Литература

1. Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды: Приказ ФСТЭК РФ №31 от 14 марта 2014 г. URL: <https://fstec.ru/component/attachments/download/714> (дата обращения 7.04.2022).
2. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2017. № 31 (Часть I). Ст. 4736.
3. Кирсанов, С.В. Метод оценки угроз информационной безопасности АСУ ТП газовой отрасли / С.В. Кирсанов // Доклады ТУСУРа. – 2013. – № 2(28). – С. 112–115.
4. Бабенко А.А., Магомедов Д.А. Оценка риска информационной безопасности автоматизированной системы управления технологическим процессом. – Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). Труды Международной научно-технической конференции. под ред. С.А. Прохорова. Самара, 2021. С. 140-145.

Д. П. Баландин, М. Д. Лимов, М. Н. Осипов

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКЛ-СТРУКТУР ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ

(Самарский университет)

В повседневной жизни человек постоянно встречается с объектами, имеющими различные элементы защиты их подлинности. Это могут быть документы, изделия, упаковки. Поэтому, при каждом столкновении с ними, может возникнуть вопрос об их подлинности. Для недопустимости фальсификации, или как минимум ее затруднения объект защиты обеспечивают комплексом опреде-



лённых средств, визуальных параметров или эффектов, позволяющих в большинстве случаев установить подлинность.

Существует множество способов, обеспечивающих защищенность объекта, которые человек видит практически каждый день, например, в паспорте или на банкноте. Следовательно, необходима разработка новых методов и средств, которые позволяли бы не только усложнить жизнь фальсификаторам, но и давали возможность с легкостью идентифицировать защищаемый объект от подделок.

Когерентная оптика является одним из перспективных разделов физики для разработки и создания современных методов и средств защиты информации. При отражении лазерного излучения от поверхности объекта, или при прохождении через рассеивающую среду, в пространстве образуется сложная нерегулярная интерференционная картина, которая называется спекл-структурой. Спекл-структуры широко используются как для фундаментальных, так и для прикладных исследований в науке и промышленности. Исходя из этого, представляет интерес использовать свойства спекл-структур для разработки и создания новых методов и средств защиты информации.

В работе [1] рассматривается образование муаровых картин, которые возникают при наложении двух апериодичных структур, которые коррелированы или, по крайней мере, частично коррелированы. Данные узоры, из-за их чрезвычайной чувствительности к малейшим смещениям в наложенных структурах, используются в сравнении двух или более узоров, чтобы определить: идентификацию рисунка на изображении; аутентификацию документов и борьба с их подделками.

Рассмотрим применение спекл-структур, как апериодичных структур, для защиты информации. Получение двух полностью идентичных спекл-структур осуществим следующим образом. В пространстве спекл-структур, образованных когерентным лазерным источником, располагаем одновременно две совмещённые плотно фотопластинки эмульсией друг к другу, экспонируем и подвергаем фотообработке. На рисунке 1а представлена фотография зарегистрированной апериодичной спекл-структуры. На рисунке 1б продемонстрировано образование муарового узора при наложении двух полностью идентичных апериодичных спекл-структур повёрнутых относительно друг друга на небольшой угол.

На рисунках 2а и 2б представлены фотографии двух апериодичных спекл-структур зарегистрированных не одновременно, но располагаемых с высокой точностью в одном и том-же спекл-пространстве. Наложение таких спекл-структур, как видно из рисунка 2в, не образует муарового узора.

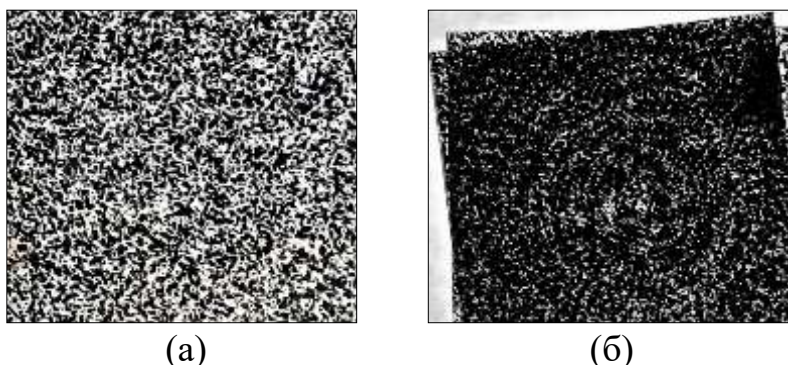


Рис. 1. (а) спекл-структура зарегистрированная на фотоматериале;
(б) муаровая картина, возникающая при сложении двух полностью идентичных аperiodических спекл-структур (а)

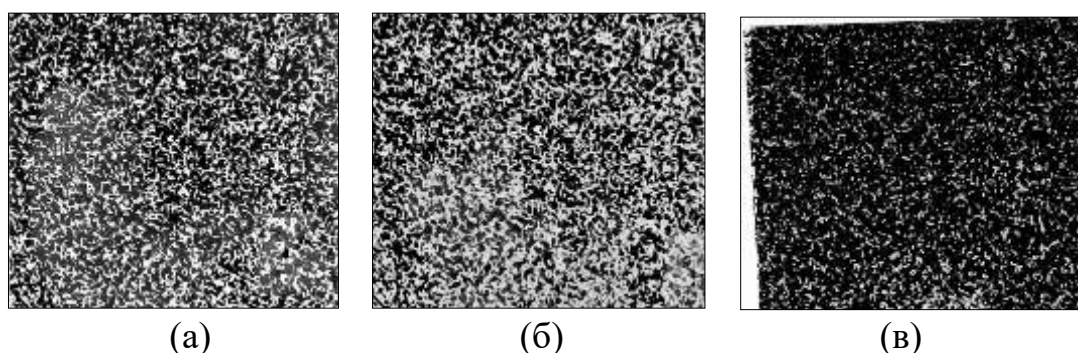


Рис. 2. (а) и (б) спекл-структуры, зарегистрированные не одновременно;
(в) наложение некоррелированных аperiodических спекл-структур (а) и (б)

Таким образом, представленные экспериментальные результаты подтверждают возможность применения аperiodических спекл-структур для защиты информации. Основными достоинствами применения спекл-структур является их высокая чувствительность к образованию муаровых узоров и, в тоже время, простота регистрации аperiodических спекл-структур.

Работа выполнена при частичной поддержке Федерального проекта «Информационная безопасность» национальной программы «Цифровая экономика РФ» – соглашение №40469-43/2021-К.

Литература

1. Amidror, I. The theory of the moiré phenomenon. Volume II: Aperiodic Layers [Text] / I. Amidror; Ed. by Max A. Viergever. – Dordrecht: Springer, 2007. – 491 p.



Е.В. Борисова

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА

(Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина)

Квантовое распределение ключей (КРК) позволяет надежно установить секретный ключ между двумя удаленными сторонами, обычно называемыми Алисой и Бобом [1, 2].

Это делает КРК, в принципе, не поддающимся взлому даже сверхмощным квантовым компьютером. Таким образом, КРК является многообещающим кандидатом на квантово-безопасную криптографию в эпоху квантовых вычислений, которая приближается с реально достижимым в настоящее время квантовым превосходством [3]. Однако на практике достижение невзламываемой системы КРК - это долгий путь из-за несовершенства устройств в реальной жизни. Несовершенства реальных систем КРК могут быть использованы противником, оснащенным современной технологией, для получения секретной информации.

Хорошо защищенный и охарактеризованный источник в системе квантового распределения ключей необходим для обеспечения ее безопасности. Одной из проблем реальной работы квантовых систем распределения ключа является возможность стороннего воздействия на работу приёмо-передающей аппаратуры. В данной статье рассматривается возможность воздействия с помощью лазерного повреждения и возможные пути предотвращения.

Есть достаточно обстоятельные исследования, относительно использования в качестве контрмеры оптоволоконных изоляторов или циркуляторов, которые часто размещаются в качестве последнего компонента в блоке источника. В подобных работах предлагается контрмера против атаки лазерного повреждения, состоящая из дополнительного компонента, размещенного на выходе из источника. Этот компонент должен либо выдерживать мощный входящий свет, ослабляя его до безопасного уровня, который не может модифицировать остальную часть источника, либо разрушаться до постоянного состояния высокого ослабления, которое разрушает линию.

Экспериментально продемонстрировано, что имеющиеся в продаже оптоволоконные изоляторы и циркуляторы обладают этими желаемыми свойствами, по крайней мере, при атаке непрерывным мощным лазером.

Также есть небольшое количество работ, посвящённых исследованию редкоземельных элементов для создания спектрально-селективного поглощения в мощных волоконных лазерах. [4, 5]

В существующих работах проведено исследование наиболее перспективных РЗЭ для создания полностью волоконной защиты диодов накачки. Исследованы спектры поглощения волоконных световодов, активированных ионами Sm^{3+} , Tm^{3+} , Tb^{3+} , Pr^{3+} и Ho^{3+} , имеющими интенсивные полосы поглощения



в ближней ИК области. Показана перспективность ряда РЗЭ для создания защиты источников накачки в конструкциях волоконных лазеров.

Способность реализованного световода эффективно подавлять излучение эрбиевого лазера со средней мощностью вплоть до 10 Вт при одновременно низких оптических потерях на длине волны накачки (981 нм) продемонстрирована экспериментально.

Для обеспечения эффективного спектрально-селективного поглощения необходимо, чтобы оптические потери в световоде на длинах волн сигнала и накачки различались на несколько порядков. Так, для эффективного подавления сигнала необходимо, чтобы уровень его оптических потерь превышал 15 – 20 дБ, в то время как потери для излучения накачки желательно иметь на уровне 0.1 – 0.2 дБ. Для определения наиболее перспективных легирующих добавок были исследованы спектры поглощения световодов, легированных РЗЭ, в широком диапазоне длин волн. [6]

Несмотря на простоту предложенной методики, к настоящему моменту использование легированных РЗЭ волоконных световодов в качестве защиты источников накачки было апробировано лишь в крайне ограниченном количестве работ, что очевидно связано с недостаточным исследованием характеристик РЗЭ в сетке кварцевого стекла. [6]

На мой взгляд, помимо описанного в статье применения оптоволокна, легированного редкоземельными элементами, возможно их применение и для защиты систем квантового распределения ключей. Причём, анализируя полученные результаты в данной статье, можно сделать вывод, что даже небольшая вставка легированного оптоволокна способна предотвратить возможное разрушение основной аппаратуры, при стороннем воздействии мощным лазером.

Литература

1. Bennett C. H. and Brassard G., “Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing,” in Proc. International Conference on Computers, Systems, and Signal Processing (Bangalore, India) (IEEE Press, New York, 1984) pp. 175–179.
2. Gisin N., Ribordy G., Tittel W., and Zbinden H., “Quantum cryptography,” Rev. Mod. Phys. 74, 145–195 (2002)
3. Lo H.-K., Curty M., and Tamaki K., “Secure quantum key distribution,” Nat. Photonics 8, 595–604 (2014).
4. Грух Д.А., Курков А.С., Раздобреев И.М., Фотиади А.А. Квантовая электроника, 32, 1017 (2002) [Quantum Electron., 32, 1017 (2002)].
5. Kotov L.V., Aleshkina S.S., Khudyakov M.M., Bubnov M.M., Medvedkov O.I., Lipatov D.S., Guryanov A.N., Likhachev M.M. J. Lightwave Technol., 35, 4540 (2017)
6. Т. А. Кочергина, С. С. Алешкина, М. М. Худяков, М. В. Яшков, Д. С. Липатов, А. Н. Абрамов, Л. Д. Исхакова, М. М. Бубнов, А. Н. Гурьянов, М. Е. Лихачев, “Использование редкоземельных элементов для создания спектраль-



но-селективного поглощения в мощных волоконных лазерах», Квантовая электроника, 48:8 (2018), 733–737 [Quantum Electron., 48:8 (2018), 733–737]

Т.И. Михеева, К.А. Молодыко

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РОЕВОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

(Самарский университет, ИнтелТранС)

В функционал роевого роботизированного устройства входит прием данных от других устройств, а также их передача на соседние устройства, локальное взаимодействие между собой. Каждый агент системы имеет набор простых правил и не имея центральной системы управления, имеет самоорганизующиеся поведение. Базовый функционал роевой системы основан на распределенной сети приема-передачи данных.

В реализуемой системе необходимо обеспечить взаимодействие множества роботизированных устройств между собой, получить, обработать и ретранслировать информацию (рисунок 1).



Рис. 1. UML диаграмма действия агента с информацией

В случае роевой системы, возникают проблемы оптимизации задач и поиска решений, для решения данных проблем используются алгоритмы поисковой оптимизации. Также для самоконтроля и самоорганизации роя необходимо применять методы имитации социального поведения или поведения роя [1] в зависимости от целей и задач поставленных для роевой системы. Методика выбора алгоритма поведения, основана на вариантах решений каждого алгоритма в плане оптимизации, а также в точности расчета поиска решения.



В реализуемой роевой роботизированной системе могут применяться следующие методы и алгоритмы [2]:

- бактериальная оптимизация;
- алгоритм роя светлячков;
- сорняковый алгоритм;
- алгоритм кукушки;
- алгоритм обезьян;
- метод роя частиц (МРЧ);
- гармонический поиск;
- гравитационный поиск;
- электромагнитный поиск;
- алгоритм эволюции разума;
- стохастический диффузионный поиск;
- культурный алгоритм;
- миметический алгоритм;
- миграционный самоорганизующийся алгоритм;
- алгоритм мотылька и пламени;
- метод саранчи;
- метод стаи сальп;
- муравьиный алгоритм;
- пчелиный алгоритм.

Сам рой можно определить как децентрализованную систему, состоящую из множества простых однообразных элементов, взаимодействующих между собой и окружающей средой для решения задач или достижения целей [2].

Рой может формироваться двумя способами: восходящим и нисходящим. В первом случае несколько множеств агентов объединяются в одно множество. Во втором случае одно множество агентов разбивается на несколько не пустых множеств [1, 2]. Каждый рой представляет собой множество, состоящее из элементов или из подмножеств, что позволяет добиться высокой эффективности, так как задача, поставленная роевому множеству агентов, решается подмножествами, содержащимися в нем, при чем возможно различными алгоритмами поведения [3, 4].

Роевая система ограничена во взаимодействии внутри системы, каждый элемент множества агентов системы не взаимодействует с не доверенными агентами из других множеств, но доверенный агент из множества может взаимодействовать с агентами этого множества.

Взаимодействие роевой системы по беспроводному каналу показано на рисунке 2.

У каждого агента есть область взаимодействия с другими агентами системы, ограниченная дальностью действия модуля беспроводной передачи данных. Совокупность нескольких агентов образует роевую роботизированную систему. Взаимодействие пользователя с системой происходит через одного, вы-



бранного агента, пользователю необходимо подключиться к агенту и с его помощью взаимодействовать с системой [5, 6, 7].

При такой реализации роевая система уязвима к перехвату управления и внедрению. В первом случае злоумышленник пытается подключиться к выбранному агенту и через него управлять системой. Во втором случае злоумышленник пытается выдать себя за агента системы [1, 8, 9].

При реализации данной схемы вероятность успешной атаки на рой, используя уязвимости внедрения, перехвата управления и ложных сообщений, зависит от используемых в протоколах алгоритмов, для идентификации и аутентификации агента [10].

Агент адресат должен сформировать запрос на соединение, по заданной форме в протоколе аутентификации, после чего данный пакет кодируется алгоритмом циклического избыточного кода и посылается агенту адресату. На каждом шаге получения пакета от агента адресата проверяется правильность формирования аутентификационной информации и заголовка пакета. Агент может стать частью роевой системы, в случае если правильно сформированы пакеты данных, при передаче не была нарушена аутентификация и пройдена идентификация без блокировки. В конце каждого пакета данных ведется отсчет принятых и обработанных пакетов [1-5].

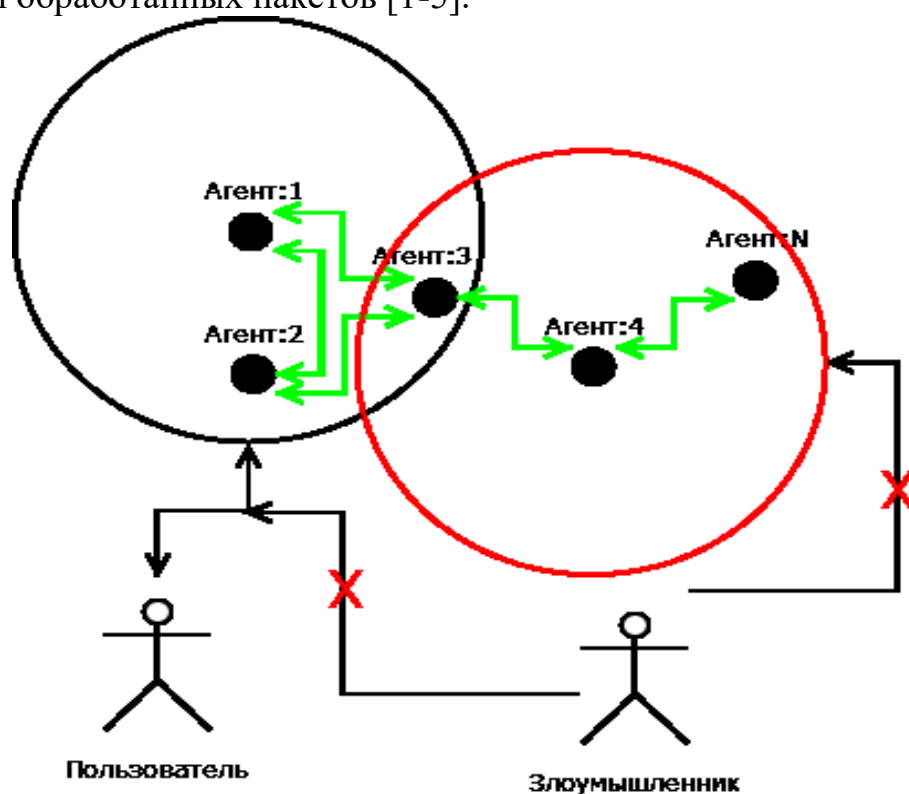


Рис. 2. Взаимодействие роевой системы по беспроводному каналу

Схема взаимодействия агентов показана на рисунке 3.



Рис. 3. Схема взаимодействия агентов

Литература

1. Ильичев, К.В. Манцеров, С.А. Разработка масштабируемой мобильной робототехнической системы роевого взаимодействия [Текст] / К.В. Ильичев, С.А. Манцеров: «Компьютерные и информационные науки». 2017. – 108 с.
2. Матренин, П. В. Системное описание алгоритмов роевого интеллекта / П. В. Матренин // Новосибирский технический университет. 2015. – 24 с.
3. Водолазский, И. А. Роевой интеллект и его наиболее распространённые методы реализации / И. А. Водолазский, А. С. Егоров, А. В. Краснов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 4 (138). – С. 147–153.
4. Яковлева, Е. А. Роевой интеллект в роботизированном решении пространственных задач: монография / Е. А. Яковлева, А. А. Сорокин, Р. А. Коваленко. – Казань: Бук, 2020. – 104 с.
5. Баранюк, В. В. Роевой интеллект как одна из частей онтологической модели бионических технологий / В. В. Баранюк, О. С. Смирнова // International journal of open information technologies. – 2015. – № 12. – С. 13–17.
6. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с. – ISBN 978-5-9906857-4-1.
7. Михеева, Т.И. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте // Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.В. Сидоров // М.: Мир дорог.– 2003. № 72. – С. 44-47.
8. Михеева, Т.И. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети // Т.И. Михеева, А.В. Сидоров, О.К. Головнин / Перспективные информационные технологии (ПИТ-2013) //Труды межд. научно-техн. конф. – Самара: Изд-во Самарск. науч. центра РАН, 2013. – С.236-241.
9. Михеев, С.В. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, И.Г. Богданова // Совре-



менные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11808

10. Михеева Т.И., Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы : материалы IV Международной научно-практической конференции (Казань, 25–26 февраля 2016 г.). – Казань : ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», 2016. – С. 362–368. – ISBN 978-5-85247-837-5.

Т.И. Михеева, К.А. Молодыко

МЕТОД ЗАЩИТЫ ПАКЕТОВ ДАННЫХ РОЕВОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ. МЕТОД АУТЕНТИФИКАЦИИ И ОТСЧЕТА ПАКЕТОВ

(Самарский университет, ИнтелТранС)

Первостепенной задачей при реализации роевой системы является обеспечение безопасности соединения, пакетов данных и сети, в которой ведется прием-передача. Для реализации роевой системы как взаимодействующее множество, в которое можно добавить элемент или подмножество необходим алгоритм распознавания свой-чужой. Основой такого алгоритма являются идентификация агента являющегося множеством или агента состоящего во множестве и проверка аутентификации и достоверности переданных им данных [1-3].

Метод сигналообмена агентов разработан на принципах систем авторизации пользователей. Агент адресат должен сформировать запрос на соединение, по заданной форме в протоколе аутентификации, после чего данный пакет кодируется алгоритмом циклического избыточного кода и посылается агенту адресанту. На каждом шаге получения пакета от агента адресата проверяется правильность формирования аутентификационной информации и заголовка пакета. Агент может стать частью роевой системы, в случае если правильно сформированы пакеты данных, при передаче не была нарушена аутентификация и пройдена идентификация без блокировки. В конце каждого пакета данных ведется отсчет принятых и обработанных пакетов [4, 5].

Заголовок с аутентификацией представлен на рисунке 1.

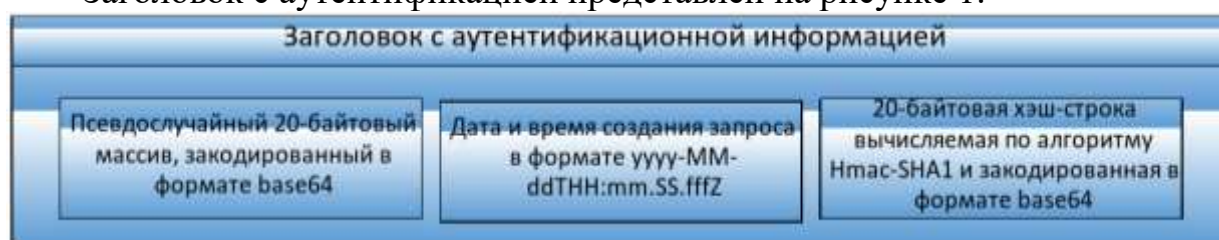


Рис. 1. Заголовок с аутентификацией

Аутентификационный заголовок пакета данных (ECNC-Auth) состоит из случайного 20-байтового массива (Nonce), закодированного в формате base64, даты и время создания запроса (Created) в формате «yyyy-MM-



ddTNN:mm:ss.fffZ» и 20-байтовой хэш-строки (Digest), вычисляемой по алгоритму Hmac-SHA1 и закодированной в формате base64 [5, 6].

Хэш-строка представляет собой результат работы алгоритма Hmac-SHA1 на конкатенации битовых массивов (рисунок 2):

1. двоичное представление поля Nonce (20 байт);
2. текстовое значение поля Created;
3. текстовое значение метода POST;
4. текстовое значение uri, без пробелов;
5. содержимое пакета, представляющее собой структурированные данные;
6. длина бит данных в пакете.



Рис. 2. Данные для вычисления Хэш-строки

Аутентификационный заголовок считается корректным, если вычисленное адресантом значение дайджеста совпадает с переданным в заголовке, а GMT-время, переданное в поле Created, отличается от времени адресанта не более чем на 10 секунд [5, 7, 8].

Агент адресат и агент адресант ведут отчет пакетов данных (рисунок 3). Адресат, формируя пакет данных, добавляет в конец автоинкрементное 32-битное целое, идентификатор запросного пакета, уникальный, в пределах сеанса обмена (CID) и отклик адресанта на последний принятый от сервера пакет (SIDResp). Адресант, формируя пакет данных, добавляет в конец автоинкрементное 32-битное целое, идентификатор запросного пакета, уникальный, в пределах сеанса обмена (SID) и отклик (CIDResp), который должен быть равен CID принятого запросного пакета. Отклик CIDResp является дополнительным подтверждением приёма пакета адресантом.

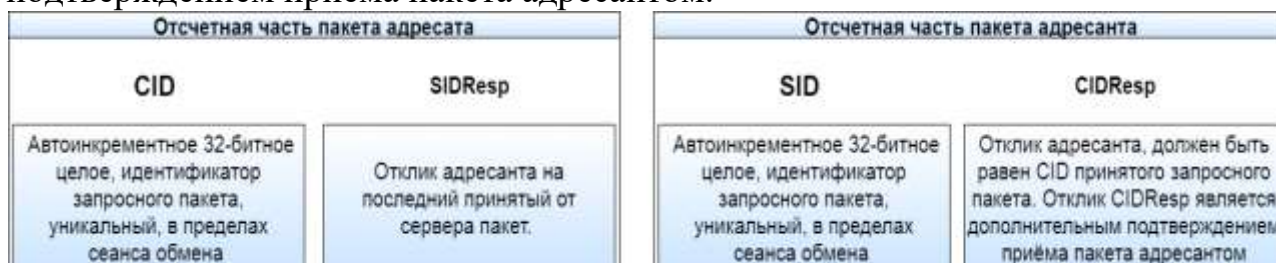


Рис. 3. Отсчетные части пакетов данных агентов

Вероятность успешной атаки на рой, используя уязвимость ложных сообщений, зависит от используемых в протоколе алгоритмов, для вычисления хэш-функции и проверки подписи сообщения [9, 10].

В качестве метода идентификации предлагается алгоритм Фейга-Фиата-Шамира, основанный на протоколе доказательства без разглашения. Хэш-



функция вычисляется по алгоритму SHA1, проверка целостности информации выполняется по алгоритму Hmac. Помехоустойчивость системы обеспечивается использованием циклического избыточного кода CRC. Данная система позволяет изменять алгоритмы на более стойкие без изменения структуры системы [5, 10].

Литература

1. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных: В 2-х кн.: Кн. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 400 с.
2. Герасименко В.А., Малюк А.А. Основы защиты информации: Учебник для высших учебных заведений Министерства общего и профессионального образования РФ – М.: МИФИ, 1997. – 538 с.
3. ГОСТ Р 51583-2000. Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Основные положения: принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 6 апреля 2000 г. № 95-ст. 12 с.
4. ГОСТ Р 51624-2000. Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Основные положения: принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 30 июня 2000 г. № 175-ст
5. Тараскин М.М., Царегородцев А.В. Защита информации в организациях: методика исследования угроз, уязвимостей и рисков – М.: Академия ФСБ России, 2012.
6. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с. – ISBN 978-5-9906857-4-1.
7. Михеева, Т.И. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте // Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.В. Сидоров // М.: Мир дорог.– 2003. № 72. – С. 44-47.
8. Михеева, Т.И. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети // Т.И. Михеева, А.В. Сидоров, О.К. Головнин / Перспективные информационные технологии (ПИТ-2013) //Труды межд. научно-техн. конф. – Самара: Изд-во Самарск. науч. центра РАН, 2013. – С.236-241.
9. Михеев, С.В. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, И.Г. Богданова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11808.
10. Михеева Т.И., Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы : материалы IV Международной научно-практической конференции (Казань, 25–26 февраля 2016 г.). – Казань : ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», 2016. – С. 362–368. – ISBN 978-5-85247-837-5.



М.И. Прыгунов

КОНФИДЕНЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБМЕНА МГНОВЕННЫМИ СООБЩЕНИЯМИ

(Самарский государственный технический университет)

Сейчас в мире представлено много решений так называемых мессенджеров, удобных для всех. Причем одна из самых значимых вещей на которую обращает внимание пользователь при выборе подобного приложения – конфиденциальность. Но так ли хороши системы, которые нам предлагают?

Краткий ответ нет, если изучать вопрос подробнее, то можно узнать, что в большинстве случаев в базе данных информация хранится в открытом для администратора виде. Это дает возможность третьему лицу – администратору, читать вашу «конфиденциальную» переписку. Получается, что вся ваша конфиденциальность, держится на доверии этому самому администратору. Если вы дорожите своей перепиской, сомневаюсь, что вас устроит такой вариант.

Администратор же, может и совершать много действий для достижения безопасности данных, но от утечек данных никто не застрахован. Как пример: совсем недавно была слита база данных пользователей Яндекс Еды. И как помните, не шло речи ни о каком шифровании, а база тем временем содержала в себе фамилии, реальные адреса и телефоны, суммы заказов за последние полгода, причем речь не только о постоянных адресах жительства. Фактически по заказам можно отследить все перемещения пользователя по стране, его благосостояние. Для мошенников это просто раздолье. Где бы вы не находились – все будет на карте. Тогда в базе было 7 миллионов человек, можно было найти себя и своих близких, в том числе знаменитостей и сотрудников государственных ведомств.

Некоторые мессенджеры громко заявляют о себе сквозным шифрованием. Что же, сквозное шифрование не спасает вас от всех проблем, остается уязвимость человек по середине, когда кто-то может перехватывать все данные сети в одном узле и подделывать их для сервера. Да и кто гарантирует что сервер сам не будет подделывать ключи и получать доступ к переписке? Код у серверов закрытый. Наверное, многие пробовали хоть раз создать в приложении секретный чат или совершать звонок с сквозным шифрованием. Так вот если вы убедились, что символы на вашем устройстве совпадают с символами у собеседника – тогда все в порядке и никто не может нарушить обсуждение. Здесь появляется трудность в виде проверки совпадения этих самых символов. Как часто вы обращали внимание на те самые символы?

Еще одна проблема – анонимность. Она была частично упомянута ранее. Даже когда вы отдаете сервису свой номер телефона можете быть уверены, при желании по этому номеру можно узнать, где вы прописаны, а соответственно живете. Более того, если есть доступ к данным оператора, с помощью триангуляции можно узнать точное местонахождение человека в текущий момент.



Такие проблемы натолкнули на идею создать максимально конфиденциальный мессенджер, где шифрование и дешифрование будет происходить только на устройствах, а на сервере будет храниться исключительно зашифрованная информация.

У устройств есть общий ключ, с помощью которого происходит расшифровка и шифрование сообщений. Этот ключ никуда не передается и всегда остается на устройстве. Более того, так как весь мир сейчас уже отказался от соединений без шифрования зашифрованное приложением сообщение повторно зашифруется асимметричным шифрованием при передаче через HTTPS. Так что, на уровне сети сообщение будет зашифровано дважды.

Что же, ключ один, но как начать переписку? Ключ необходимо создать на двух устройствах, для этого генерируется QR-код на одном из них, второй сканирует его и получает ключ к переписке, которая создается на сервере. Вы правильно поняли - необходима личная встреча, мы идем на такую жертву ради уверенности в надежности переписки.

Анонимность - в пользу анонимной регистрации приходится отказаться от способов восстановления пароля. Ровно также, как и в хороших блокчейн системах. У пользователя есть логин и пароль. Никакой персональной информации. Ответственность за анонимность логина перекладывается полностью на пользователя. Конечно, он может придумать логин «`prygunov.maksim.26052001`», тогда уже об анонимности не может быть и речи, а пользоваться подобным приложением ему ни к чему.

Если описывать приложение архитектурно, то можно сказать следующее - алгоритм шифрования по стандарту AES, чтобы одинаковое сообщение после шифрования принимало разный вид используются разные векторы инициализации. Ключи шифрования, которые хранятся локально на устройствах, будут шифроваться повторно с помощью введенного пользователем кода доступа, ровно как в хорошем банковском приложении. А в само сообщение закладывается вектор инициализации, зашифрованный текст, псевдоним отправителя, и время отправления.

Код сервера-посредника оставить открытым не составит труда – он будет заниматься только сохранением сообщения в базе данных и его отправкой другим пользователям. Более того, можно провести эксперимент и сделать базу данных открытой - узнать, как долго будет расшифровываться одна случайная переписка. Расшифровав ее, как понять кому она принадлежит, если логин не содержит персональной информации? Как выбрать ту самую переписку, которая интересна злоумышленнику? Тут напрашивается шутка – база данных не может быть слита, если она уже в открытом доступе.

Подводя к завершению, стоит упомянуть, что ответственность за безопасность переписки полностью переложиться на самого пользователя приложения. Никто не сможет гарантировать безопасность, если логин, пароль, код доступа, в конце концов пароль от телефона хранятся на бумаге, пусть и в сейфе.



Литература

1. Баричев С. Г., Гончаров В. В., Серов Р. Е. 2.4.2. Стандарт AES. Алгоритм Rijdael // Основы современной криптографии — 3-е изд. — М.: Диалог-МИФИ, 2011. — С. 30—35. — 176 с.
2. Гатчин Ю. А., Коробейников А. Г. Основы криптографических алгоритмов. Учебное пособие. — СПб.: СПбГИТМО(ТУ), 2002.

А.А. Фирсова, И.В. Константинов

МЕХАНИЗМ ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ DDOS-АТАКАМ, НАПРАВЛЕННЫЙ НА КЛИЕНТОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ УСЛУГ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Сети с дифференцированным обслуживанием (DiffServ) обеспечивают гарантию качества обслуживания (QoS) методом распределения трафика по фиксированному числу ранее существовавших классов. Атаки типа DoS/DDoS на клиентов DiffServ становятся все более целенаправленными и требуют меньшей пропускной способности, чем текущие атаки, из-за ограничений пропускной способности для каждого клиента и класса, которые должны быть наложены для обеспечения гарантий качества обслуживания. В этой статье представлена техника отражения DDoS-атаки на клиенте DiffServ посредством динамической модификации заголовков пакетов. Этот механизм позволяет сети DiffServ отличать легитимный трафик от вредоносного трафика, но не требует криптографической обработки для каждого пакета и не увеличивает размер пакета.

Дифференцированный сервис обеспечивает QoS без сохранения информации о состоянии каждого потока в основных маршрутизаторах. Пограничные маршрутизаторы контролируют трафик, входящий в сеть, классифицируя и обрабатывая его, чтобы он соответствовал определенному агрегату поведения на основе соглашения об уровне обслуживания (SLA) между источником и поставщиком DiffServ. Основные маршрутизаторы не отслеживают состояние отдельных потоков. Они несут ответственность только за пересылку на основе маркировки, присвоенной каждому пакету при его поступлении в сеть.

DDoS-атаки пытаются искусственно истощить ресурсы поставщика услуг, такие как пропускная способность, память или циклы процессора. Большинство DDoS-атак основаны на одной и той же концепции. Злоумышленник компрометирует группу нецелевых хостов и заставляет их отправлять поток трафика на целевую систему. Этот лавинный трафик потребляет полосу пропускания на канале к цели, вызывая переполнение очереди на канале. Адреса источников в заголовках пакетов обычно изменяются, чтобы предотвратить обнаружение скомпрометированных узлов.



Известные методы противодействия DDoS-атакам, например, Ingress Filtering, IP Traceback, Distributed Filtering и т. д. Общим недостатком этих методов является необходимость взаимодействия сторонних маршрутизаторов или хостов, чтобы меры защиты были эффективными. Противостоять DDoS-атаке необходимо, останавливая ее у источника или у поставщика услуг Интернета. Без знания истинного источника атаки все пакеты должны рассматриваться как допустимые на сетевом уровне. Однако IP сам по себе не обеспечивает надежного способа для получателя определить настоящий источник входящих пакетов, поскольку поле адреса источника может быть легко подделано. Расширение заголовка аутентификации (AH) к протоколу IP является хорошим средством проверки источника потока трафика, но криптографическая обработка пакетов, необходимая для IP AH, плохо масштабируется и может потребовать слишком больших вычислительных ресурсов для реализации при сохранении гарантий QoS. Кроме того, IP AH требует вставки дополнительного поля заголовка в каждый пакет. Это может привести к фрагментации пакетов, что негативно скажется на QoS.

Основываясь на этом наблюдении, разработан механизм, с помощью которого провайдер может уведомлять клиентов, когда их трафик не соответствует профилю, указанному в SLA. Полученный в результате механизм обладает преимуществами:

- не требует криптографической обработки каждого пакета,
- не увеличивает вероятность фрагментации пакетов,
- оказывает небольшое влияние или вообще не влияет на способность провайдера гарантировать QoS.

Рассмотрим случай, где в проводной сети клиент находится всего в одном переходе от входного маршрутизатора, домен DiffServ также сможет фильтровать трафик на основе входящего канала. Злоумышленник не сможет залить поддельный трафик, используя адрес источника этого клиента, так как уже заявлено, что сам клиент не может быть скомпрометирован. Из этого следует, что никакая атака невозможна, если клиент не находится более чем в одном переходе от назначенного ему входного маршрутизатора. Однако это неверно, если соединение клиента с входным маршрутизатором является беспроводным каналом, поскольку сама среда передачи не защищена. Можно сделать предположение, что пропускная способность пути между клиентским шлюзом и входным маршрутизатором достаточно велика, чтобы злоумышленник не смог провести атаку с потреблением полосы пропускания против входного маршрутизатора или клиентского шлюза. Кроме того, предположим, что злоумышленник не имеет возможности производить мониторинг трафика клиента и не может изменять, задерживать или уничтожать пакеты во время передачи.

В данной статье рассмотрим механизм, который позволит входному маршрутизатору домена DiffServ отличать действительные пакеты от вредоносных на основе цифровой подписи. Определим подпись пакета как комбинацию поля адреса источника и одного или нескольких других полей в заголовке IP. Такой механизм основан на возможности клиента изменить созданную под-



пись. Предполагается, что злоумышленник сможет наблюдать за трафиком, проходящим между клиентом и доменом DiffServ, и что он сможет дать указание источникам лавинной рассылки имитировать любые изменения в подписях пакетов, которые он наблюдает. Поэтому однократного изменения заголовков недостаточно. Изменения должны вноситься на периодической основе и должны выполняться быстрее, чем злоумышленник может их продублировать.

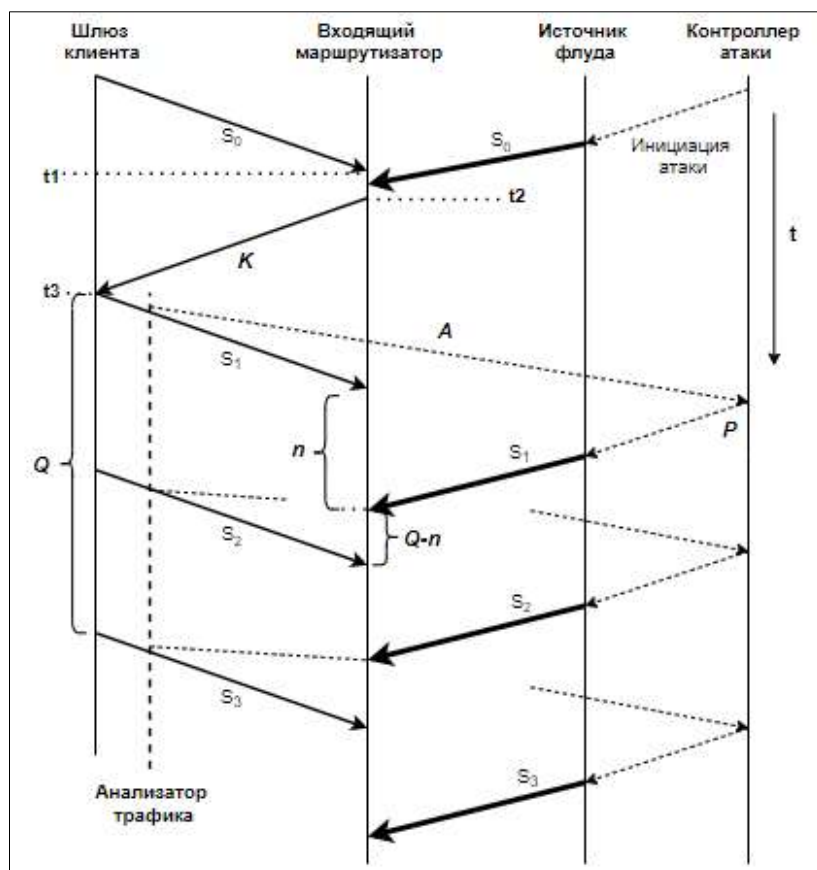


Рис. 1. Схема работы механизма противодействия DDoS-атак

На Рис.1 представлена временная диаграмма, показывающая последовательность действий, связанных с работой предлагаемого механизма.

Когда входной маршрутизатор помечает пакет, исходящий от клиента DiffServ, как не соответствующий профилю, он регистрирует источник и время (t_1) отбрасывания. Когда частота маркировки вне профиля превышает предварительно установленный порог (t_2), маршрутизатор отправляет клиенту сообщение обратной связи (K). После получения (t_3) клиент начнет изменять подпись своих пакетов. Входной маршрутизатор будет использовать эти изменения для идентификации действительных пакетов. Он отбрасывает все пакеты с недействительной подписью. Обратная связь маршрутизатора с клиентом состоит из сгенерированного маршрутизатором начального ключа для алгоритма, который генерирует последовательность подписей. Клиент и маршрутизатор могут независимо вычислить, какой должна быть правильная подпись, используя этот алгоритм и специальный ключ. Алгоритм может быть хорошо известен до тех пор, пока используемый начальный ключ остается секретным. Начальный ключ



будет зашифрован с использованием общего секретного ключа и обеспечен цифровой подписью. Начальный ключ используется для создания новых подписей вместо общего секретного ключа, чтобы избежать компрометации секретного ключа из-за чрезмерного использования. Цифровая подпись обеспечивает аутентификацию сообщения обратной связи, поэтому злоумышленники не смогут создать DDoS, подделав эти сообщения. Также необходимо шифрование полезной нагрузки, поскольку злоумышленник может отслеживать трафик, проходящий между клиентом и доменом DiffServ.

После получения сообщения обратной связи клиент аутентифицирует его, расшифровывает полезную нагрузку и использует начальный ключ для вычисления последовательности значений подписи, которые он будет использовать. Клиент немедленно начнет использовать значения в назначенных полях заголовков IP своих пакетов. Он будет переключаться на следующую сигнатуру (S_i) в последовательности через равные промежутки времени, обозначенные Q . Злоумышленник не будет знать, что представляет собой каждая новая сигнатура, пока не получит информацию от монитора, установленного на пути клиентского трафика (A). Когда он узнает новую сигнатуру, он может указать источникам лавинной рассылки изменить используемые ими сигнатуры (P). Время между получением входным маршрутизатором первого действительного пакета с новой подписью и получением первого атакующего пакета с той же подписью, обозначаемое n , является окном, в котором возможна полная аутентификация. Исходный ключ также используется для создания такой же последовательности значений подписи на маршрутизаторе. После отправки сообщения обратной связи маршрутизатор будет рассматривать все пакеты как действительные, пока не получит первый пакет с первой измененной подписью. Все последующие пакеты с неверной подписью отбрасываются, кроме первого пакета, полученного со второй подписью. При получении первого пакета со второй подписью маршрутизатор отбрасывает все последующие пакеты, не соответствующие второй подписи, в том числе помеченные первой подписью. Это предотвращает использование злоумышленником старых сигнатур для обхода применяемого механизма.

В данной статье продемонстрировано, как можно смягчить DDoS-атаки на клиентов DiffServ и обнаружить кражу услуг без криптографического анализа каждого пакета. Платой за выигрыш в эффективности является отсутствие полной гарантии отклонения вредоносных пакетов на входе. Считается, что DDoS-атаки и кража услуг — это скорее проблема гарантии QoS, чем проблема обеспечения безопасности. Предлагаемый механизм противодействия следует сочетать с другими протоколами безопасности, если требуются как гарантия QoS, так и обеспечение безопасности. Низкая стоимость делает его отличным вариантом в качестве независимого мониторинга возможных нарушений протоколов безопасности.



Литература

1. Боршевников А.Е. Сетевые атаки. Виды. Способы борьбы / А.Е. Боршевников / Междунар. науч. конф. «Современные тенденции технических наук». - Уфа, 2011. - 78 с.
2. Васин Н.Н. Моделирование атак посредника в сетях пакетной коммутации / Н.Н. Васин, А.А. Фирсова // Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий: сборник материалов VII Международной научно-практической очно-заочной конференции. - Оренбург, 2021. - 206 – 214 с.
3. Руководство по технологиям объединенных сетей. - 3-е изд. - М.: Вильямс, 2002. - 1039 с.: ил.

В.П. Цветов

ВЫБОР ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ПО ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКЕ ПРИ РЕШЕНИИ ПЛОХО ОБУСЛОВЛЕННЫХ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(Самарский университет)

Задачи решения плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) возникают в различных прикладных областях научного знания. Мы будем рассматривать подобные СЛАУ в контексте задач цифровой радиосвязи, использующих системы неортогональных несущих сигналов.

$$AX = Y, \quad (1)$$

где

$$X = \begin{pmatrix} x_0 \\ \vdots \\ x_{N-1} \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_0 \\ \vdots \\ y_{N-1} \end{pmatrix}, x_i \in 0..M, y_i \in \mathbb{R}, i \in 0..N-1,$$
$$A = (a_{ij}) = \left(\cos \left(\frac{\pi ij}{N_0} \right) \right), i, j \in 0..N-1, N_0 > N.$$

СЛАУ (1) моделирует спектрально эффективные многочастотные защищенные системы радиосвязи, которые разрабатываются в последнее время [1-2]. Целочисленный интервал $0..M$ описывает конечное число состояний цифрового передающего устройства.

При наличии помех в канале связи вместо решения СЛАУ (1) приходится искать решение СЛАУ (2)

$$A\tilde{X} = \tilde{Y}, \quad (2)$$

где $\tilde{Y} = Y + \Delta$, а $\Delta = \begin{pmatrix} \delta_0 \\ \vdots \\ \delta_{N-1} \end{pmatrix}$ - вектор помех. Найденное решение СЛАУ (2)

$\tilde{X} \in \mathbb{R}$ округляется методом ближайшего соседа и принимается за приближенное решение СЛАУ (1).



Хотя матрица A невырождена ее число обусловленности $\mu(A)$ достаточно велико при $M > N$, например, при $N = 16$, $M = 22$, $\mu(A) = 0.24 \cdot 10^{10}$.

Напомним, что число обусловленности невырожденной матрицы является мерой влияния аддитивной погрешности, которая появляется при измерении значений правой части СЛАУ, на погрешность найденного решения и определяется как

$$\mu(A) = \|A\| \cdot \|A^{-1}\|,$$

где

$$\|A\| = \max_{X \neq 0} \|AX\| / \|X\|, \|X\| = \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} x_i^2}.$$

Задачи, связанные с решением СЛАУ, называют хорошо обусловленными при небольших значениях $\mu(A)$, и плохо обусловленными, если $\mu(A)$ достаточно велико. На практике считается, что если $\mu(A) \approx 2^k$, то даже без учета погрешности арифметических вычислительных методов при определении X будет потеряна точность в k двоичных разрядов.

Плохо обусловленные задачи принято называть некорректными - неустойчивыми по отношению к погрешностям задания правой части. Для нахождения некорректных задач разработано множество методов. В частности метод регуляризации Тихонова [3] для нахождения устойчивого псевдорешения, который сводится к решению СЛАУ (3), при некотором значении параметра регуляризации α .

$$(A^T A + \alpha E)X = A^T Y. \quad (3)$$

Определение подходящего значения этого параметра представляет собой отдельную вычислительную задачу. Например метод невязки Морозова [4] опирается на итерационный процесс метода касательных Ньютона и требует значительных вычислительных ресурсов и временных затрат.

В реальных условиях передачи данных требуется высокоскоростная потоковая обработка цифровых сигналов, что приводит к необходимости поиска новых алгоритмов определения параметров регуляризации для СЛАУ (3).

Предлагаемый подход к решению этой задачи опирается на предварительное вычисление параметров регуляризации для различных отношений сигнал/шум на основе численных экспериментов, для их последующего использования в условиях априорно известной реальной помеховой обстановки.

Зададим обучающую выборку из K равномерно распределенных на целочисленной решетке $(0..M)^N$ случайных сигналов

$$X^1 = \begin{pmatrix} x_0^1 \\ \vdots \\ x_{N-1}^1 \end{pmatrix}, \dots, X^K = \begin{pmatrix} x_0^K \\ \vdots \\ x_{N-1}^K \end{pmatrix}, AX^1 = Y^1 = \begin{pmatrix} y_0^1 \\ \vdots \\ y_{N-1}^1 \end{pmatrix}, \dots, AX^K = Y^K = \begin{pmatrix} y_0^K \\ \vdots \\ y_{N-1}^K \end{pmatrix}$$

и помеховую выборку

$$\Delta^1 = \begin{pmatrix} \delta_0^1 \\ \vdots \\ \delta_{N-1}^1 \end{pmatrix}, \dots, \Delta^K = \begin{pmatrix} \delta_0^K \\ \vdots \\ \delta_{N-1}^K \end{pmatrix}.$$



$$\text{Тогда } A(X^1 + \Delta^1) = \tilde{Y}^1 = \begin{pmatrix} \tilde{y}_1^1 \\ \vdots \\ \tilde{y}_N^1 \end{pmatrix}, \dots, A(X^K + \Delta^K) = \tilde{Y}^K = \begin{pmatrix} \tilde{y}_1^K \\ \vdots \\ \tilde{y}_N^K \end{pmatrix}.$$

соответствующую реализации равномерно распределенных на интервале $[0, \delta]$ независимых случайных величин.

Будем определять параметр регуляризации α для СЛАУ (3), как значение, доставляющее минимум функции

$$f(\alpha) = \sum_{k=1}^K \|(A^T A + \alpha E)X^k - A^T \tilde{Y}^k\|^2 \quad (4)$$

из условия

$$f'(\alpha_0) = 0.$$

Нетрудно показать, что

$$\alpha_0 = \frac{\sum_{k=1}^K \langle X^k, A \Delta^k \rangle}{\sum_{k=1}^K \|X^k\|^2},$$

где $\langle X, Y \rangle = \sum_{i=0}^{N-1} x_i y_i$, или в координатной форме

$$\alpha_0 = \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^{N-1} x_i \sum_{j=0}^{N-1} a_{ij} \delta_j}{\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^{N-1} x_i^2}. \quad (5)$$

Соотношение (5) было положено в основу численных экспериментов по определению параметров регуляризации α_0 на обучающих выборках объемом $k \in \{128, 256, 512\}$ случайных векторов $X^k \in (0..M)^N$, при $M = 3, N = 16$. Считалось, что $N_0 \in \{20, 22\}$. Компоненты векторов погрешностей правой части СЛАУ (2) моделировались при помощи независимых случайных величин, равномерно распределенных на интервале $[0, 10^{-1}]$.

Качество обучения оценивалось в сравнении с методом определения параметра регуляризации по невязке в сериях из 200 тестовых экспериментов. Для каждого параметра регуляризации вычислялся процент ошибочно распознанных состояний передающего устройства.

В таблицах 1, 2 приведены процентные отношения ошибочно распознанных состояний по каждой из 16 компонент случайных векторов для параметров регуляризации α_0 , найденных методом обучения, и α_δ , определенных методом невязки.

Таблица 1. Покомпонентная процентная мера ошибочно распознанных символов, $N_0 = 20, N = 16, \mu(A) = 0.33 \cdot 10^8$.

	K = 128		K = 256		K = 512	
№	α_0	α_δ	α_0	α_δ	α_0	α_δ
1	26	26	23	25.5	27	28
2	54	56.5	54	58.5	53	58
3	45	45.5	44	45.5	42	43
4	34.5	35	35	36	29.5	31
5	30.5	28	29	36	25.5	27
6	33.5	37	39	41.5	27	36
7	39	39.5	41.5	48	35	40.5



8	39.5	39	40.5	42.5	40	38
9	33	31	33	30	36	38
10	30.5	30.5	30.5	27.5	28	34
11	32.5	36	26.5	33	24	38.5
12	31.5	37.5	19.5	31.5	18.5	40.5
13	25.5	30	13	28.5	11.5	35.5
14	16	20.5	2.5	20.5	4	23
15	2	5	0	4	0	6
16	0	0	0	0	0	0

Таблица 2. Покомпонентная процентная мера ошибочно распознанных символов, $N_0 = 22$, $N = 16$, $\mu(A) = 0.24 \cdot 10^{10}$.

	K = 128		K = 256		K = 512	
№	α_0	α_δ	α_0	α_δ	α_0	α_δ
1	31	34	24	24.5	34.5	36
2	58.5	62	51.5	54	62	61
3	43.5	45	38	39.5	44.5	43.5
4	36.5	39.5	32.5	36	36	38.5
5	44.5	43	42	47	40	45
6	40	39.5	41.5	41.5	42	41
7	33.5	33	38.5	38.5	40	40
8	35	38.5	35	39.5	37.5	42
9	34.5	38.5	42.5	42.5	42	44.5
10	34.5	36	43.5	42	42.5	41.5
11	35.5	36.5	37.5	38	40.5	42
12	29	37.5	30.5	48.5	35.5	39
13	27.5	37	25	48	27	42
14	20	31.5	11.5	39	13	35.5
15	3.5	16.5	1	17	1	16.5
16	0	1	0	5	0	0.5

Табличные данные указывают на некоторое преимущество определения параметра регуляризации по обучающей выборке перед методом невязки Морозова в части точности приближения решения СЛАУ (3) к решению СЛАУ (1). Однако главная его особенность состоит в значительном уменьшении времени потоковой обработки цифровых сигналов за счет упрощения схемы вычислений. Заметим, что разброс значений ошибок по компонентам векторов определяется структурой подпространств собственных векторов матрицы A .

Литература

1. Цветов В. П. Об одной задаче декодирования символов по неполным данным в радиоканале // Сборник научных трудов III Международной конфе-



ренции и молодежной школы ИТНТ-2017. Самара: Издательство Новая техника, 2017. – С. 954 957.

2. Цветов В.П. Некорректные задачи и защита данных // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические и технические науки. 2019. № 4. С. 86 93.

3. Тихонов, А.Н. О некорректных задачах линейной алгебры и устойчивом методе их решения / А.Н. Тихонов // ДАН СССР, 1965, т. 163, № 3, с. 591–594.

4. Морозов, В.А. О регуляризации некорректно поставленных задач и выборе параметра регуляризации / В.А. Морозов // Журнал вычислительной математики и математической физики. –1966. – Т. 6, № 1. – С. 170-175.



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

К.Д. Абрамов, А.А. Лобанков

РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВЫСОТОМЕРА МАЛЫХ ВЫСОТ

(Самарский университет)

На сегодняшний день требуется большое количество высококвалифицированных специалистов по ремонту, обслуживанию и эксплуатации радиооборудования самолетов и вертолетов.

Для выполнения этой задачи были созданы учебные заведения, которые выполняют процесс подготовки специалистов по ремонту такого оборудования. В задачи радиоинженеров входит обслуживание самолета перед началом вылета, выполнения проверок работоспособности радиооборудования: комплектов и систем радиостанций, радиотехнических средств навигации самолетовождения и посадки, радиоэлектронных систем управления, систем радиолокационного опознавания и активного ответа, комплексов и систем связи с другими самолетами и аэродромами.

Для выполнения задачи подготовки высококвалифицированного специалиста, который может сразу после выпуска из учебного заведения приступить к выполнению своих обязанностей по проверке и ремонту оборудования необходимо обеспечить высокое количество практических занятий на приборах. Выполнение данного условия требует наличие в учебных заведениях большого количества дорогостоящих стендов и приборов. В условиях пандемии процесс доступа студентов к оборудованию становится затруднительным. Для решения этой проблемы возможна разработка программных средств, эмулирующих выполнение проверки на реальных приборах. Таким образом получается обеспечить любое количество студентов необходимым количеством практики при соблюдении мер эпидемиологической обстановки.

Передо мной была поставлена задача разработать симулятор для проведения проверок работоспособности высотомера малых высот А-031 для использования в учебном центре при проведении лабораторных проверок. [1] Для этого я проанализировал системы-аналоги, изучил принцип работы высотомера и приборов для проведения проверок его работоспособности и разработал систему, которая состоит из четырех блоков И-5, К-5, Частотомера и высотомера. Данные блоки позволяют изменять режимы работы высотомера, подавать ему на вход сигнал, определять частоту его сигнала и напряжение на нем.

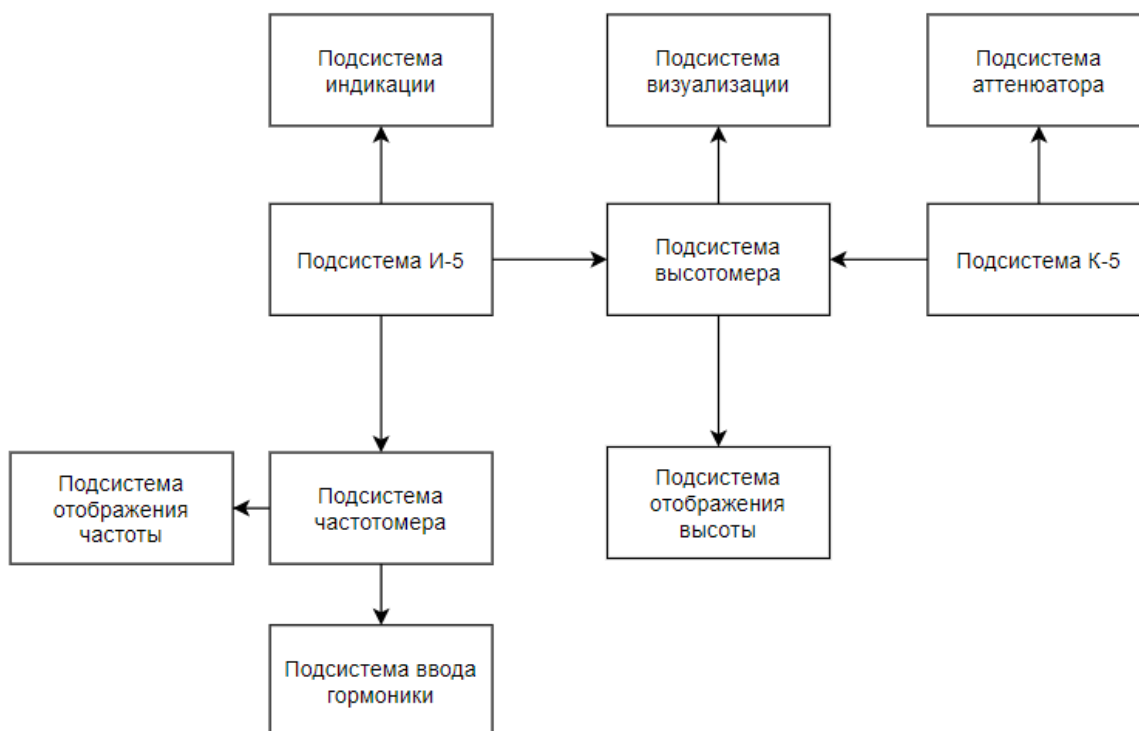


Рис. 1. Структурная схема системы

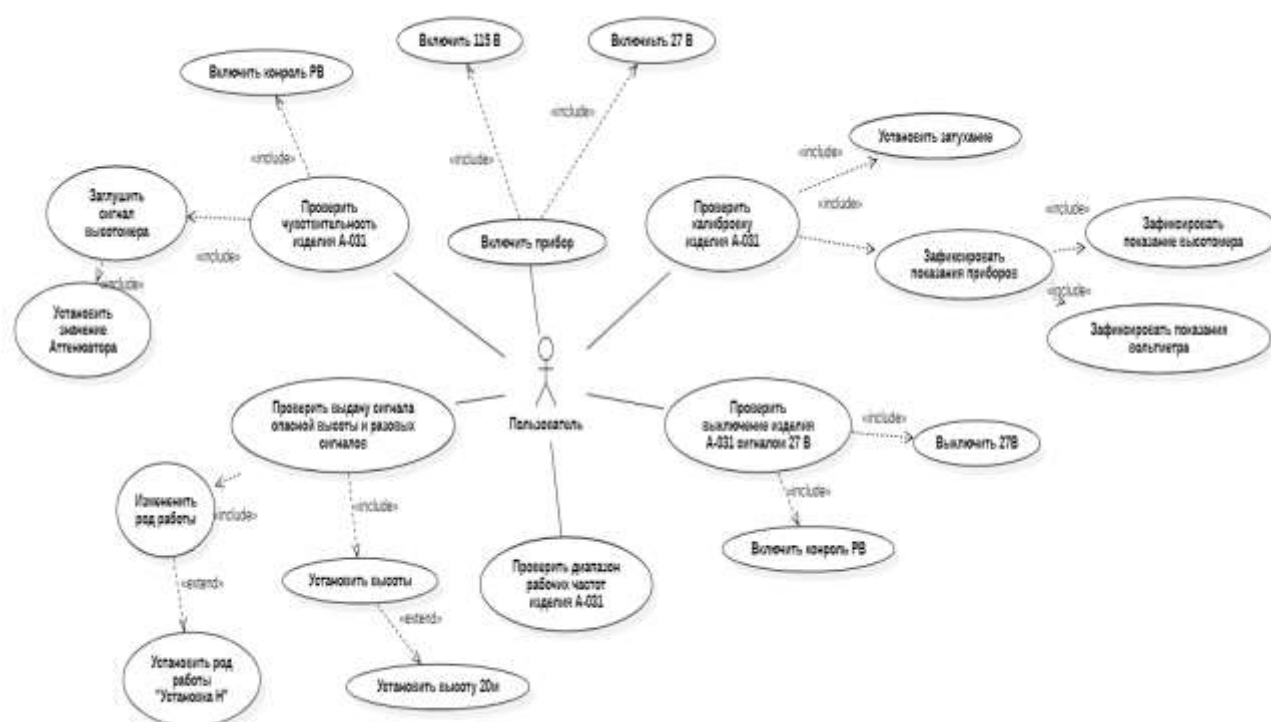


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования



Разрабатываемый симулятор высотомера А-031 с дополнительными приборами позволят выполнять студентам следующие проверки:

- проверка чувствительности изделия А-031;
- проверка калибровки изделия А-031;
- проверка выключения изделия А-031 сигналом 27В;
- проверка выдачи сигнала опасной высоты и разовых сигналов;
- проверка диапазона рабочих частот изделия А-031;
- включение изделия А-031;
- выключение изделия А-031;
- переключение соединительных кабелей.

Из диаграммы вариантов использования видно, что пользователь может выполнить несколько проверок. [2] Он может проверить чувствительность изделия А-031, откалибровать изделие А-031, включение и выключение прибора, выдачу сигналов опасной высоты и разовых сигналов, диапазон рабочих частот изделия А-031.

Литература

1. Радиовысотомер А-031 [Электронный ресурс] URL: <http://storage.mstuca.ru/jspui/bitstream/123456789/6688/4/учебное%20пособие%20ПНК%20Ил-86%20часть%203.pdf> (дата обращения 08.04.2021).
2. Методология объектно-ориентированного анализа и проектирования [Электронный ресурс.] URL: <https://intuit.ru/studies/courses/32/32/lecture/1000?page=2> (дата обращения 08.04.2022).

И.Р. Азаматов, М.В. Додонов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ

(Самарский университет)

Согласно сайту statista.com [1] в промежутке с января 1982 г. по ноябрь 2021 г. значительно увеличилось количество массовых убийств в США (рисунок 1). В 2020 году снижение количества инцидентов объясняется началом пандемии нового коронавируса COVID-19 и введением ограничительных мер.

На фоне участвовавших случаев стрельбы в общественных местах в последнее десятилетие, власти большинства стран активно пытаются найти способы избежать подобных трагедий. Одним из способов предотвращения подобных инцидентов является внедрение в охранные комплексы автоматизированных систем обнаружения оружия с камер видеонаблюдения в реальном режиме времени. Такие системы позволяют максимально быстро реагировать на появ-



ление потенциально опасного вооруженного человека в пределах охраняемой территории.

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы обнаружения огнестрельного оружия в общественных местах. Разрабатываемая система реализована в виде комплекса программного обеспечения, который устанавливается на локальный сервер охраняемого объекта, а также на центральный сервер, агрегирующий информацию с локальных серверов, входящих в охранный комплекс.

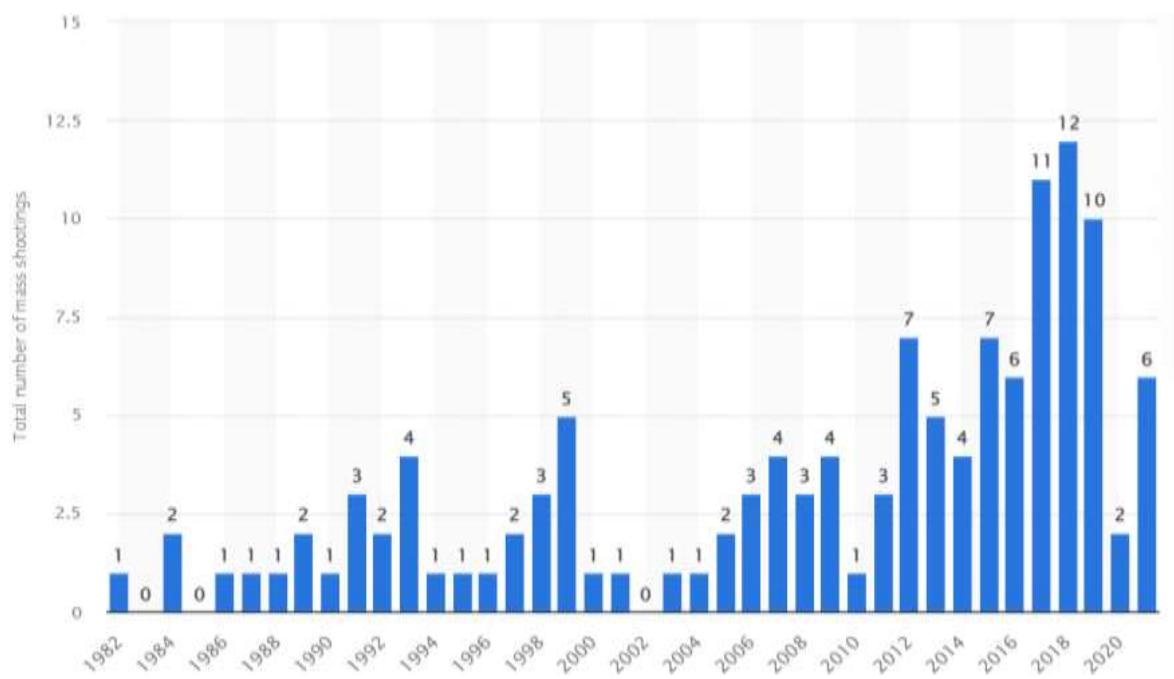


Рис. 1. Количество массовых убийств в США в промежутке с января 1982 г. по ноябрь 2021 г. [1]

Задачу обнаружения оружия на камерах видеонаблюдения можно сформулировать в терминах компьютерного зрения. Необходимо решить задачу детектирования объекта одного класса на кадре с видеопотока. Система должна определить наличие или отсутствие объекта на изображении, а также найти границы этого объекта в системе координат исходного изображения. Для данных целей была использована модель детектирования объектов в реальном режиме времени YOLOv4 [2]. Архитектура модели представлена на рисунке 2.

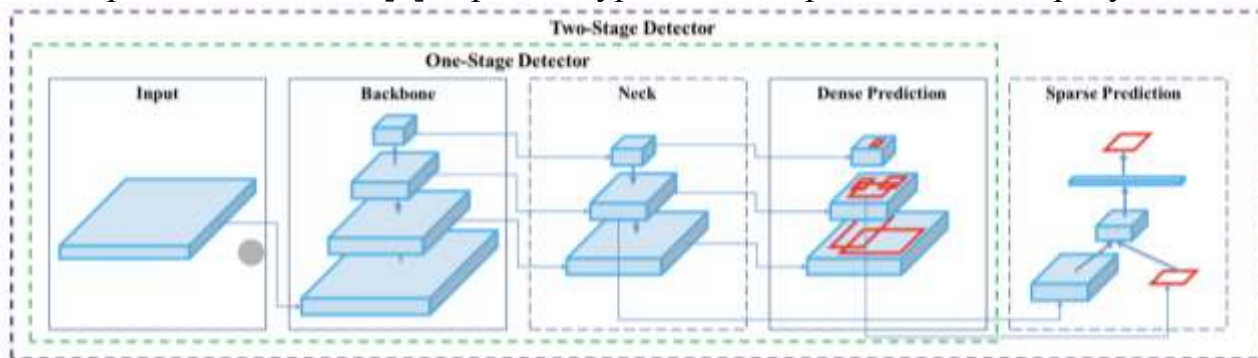


Рис. 2. Архитектура модели детектирования объектов YOLOv4 [2]



Помимо самой архитектуры модели, не менее важным критерием достижения высокой точности является набор исходных данных, на котором она обучена. Для обучения модели был использован набор данных с сайта link-sprite.com [3], содержащий в себе 51 тысячу размеченных изображений пистолетов, винтовок с камер видеонаблюдения, а также крупные изображения огнестрельного оружия под разными углами. 70% изображений из данного набора были использованы в качестве обучающей выборки, оставшиеся 30% – в качестве тестовой. В результате обучения, была получена модель с точностью (average precision) на тестовой выборке 98%.

Рассмотрим обобщённую схему системы, функционирующей в охранном комплексе, который обслуживает две школы (см. рисунок 3). В каждой школе установлены камеры видеонаблюдения, а также имеются локальные сервера, на которые приходит информация с камер. Кадры видеопотока обрабатываются интеллектуальным модулем, представляющим собой модель компьютерного зрения для детектирования оружия в реальном времени, обученную ранее. При обнаружении оружия в кадре, локальный сервер отправляет информацию о детектированном объекте на центральный сервер, а тот, в свою очередь, уведомляет об инциденте полицию, скорую помощь, службы спасения и любые другие заинтересованные контакты.

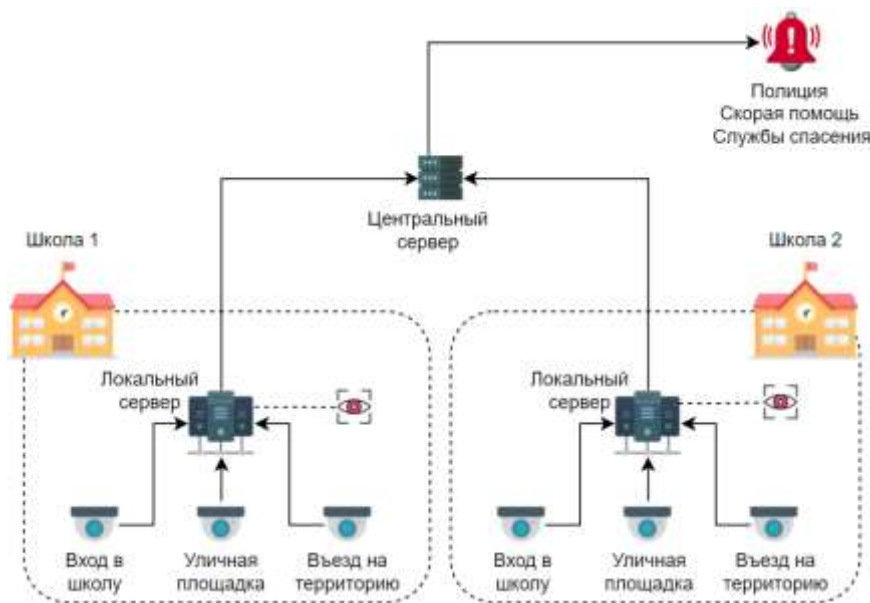


Рис. 3. Обобщенная схема системы

Более детальное функционирование системы можно рассмотреть на структурной схеме системы (см. рисунок 4). На локальном сервере установлено настольное приложение, через которое пользователь настраивает и подключает к системе камеры видеонаблюдения. Обмен данными между камерами и приложением производится с помощью протокола IP сетевого уровня. Информация на центральный сервер передаётся с помощью REST API по протоколу HTTP. Центральный сервер, в свою очередь, имеет веб интерфейс, с помощью которого можно анализировать информацию сразу с нескольких объектов охранного комплекса. Для хранения информации о пользователях системы используется



реляционная база данных. Хранение же кадров с камер видеонаблюдения и информации о них осуществляется в объектном хранилище, ввиду того что медиа файлы являются неструктурированным типом данных.

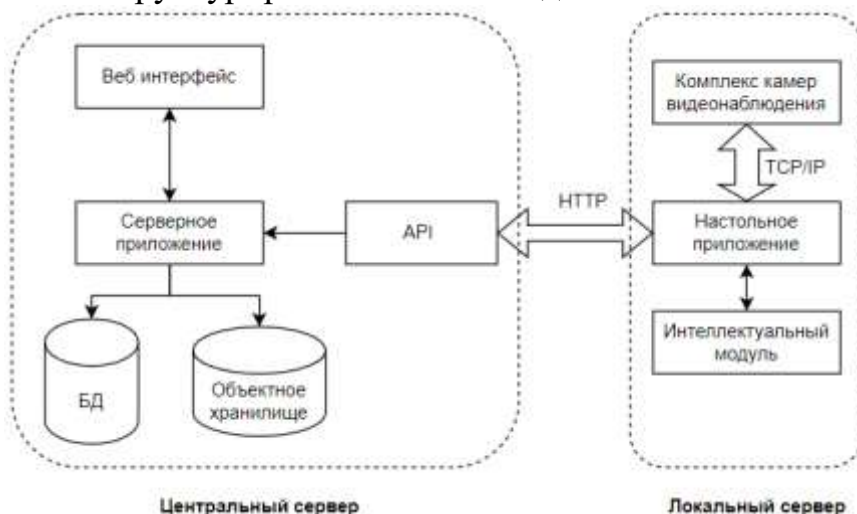


Рис. 4. Структурная схема системы

В соответствии с поставленной задачей был разработан интерфейс настольного приложения, устанавливаемого на локальный сервер системы (см. рисунок 5), а также веб-интерфейс центрального сервера (см. рисунок 6).

Таким образом, разработанная система решает поставленные задачи выявления потенциально опасных объектов. Установка системы в охранные комплексы позволит существенно уменьшить время реагирования на инциденты применения огнестрельного оружия в общественных местах. Обучение нейронной сети на других видах оружия, например, холодного и т.д., позволит расширить функциональные возможности системы.

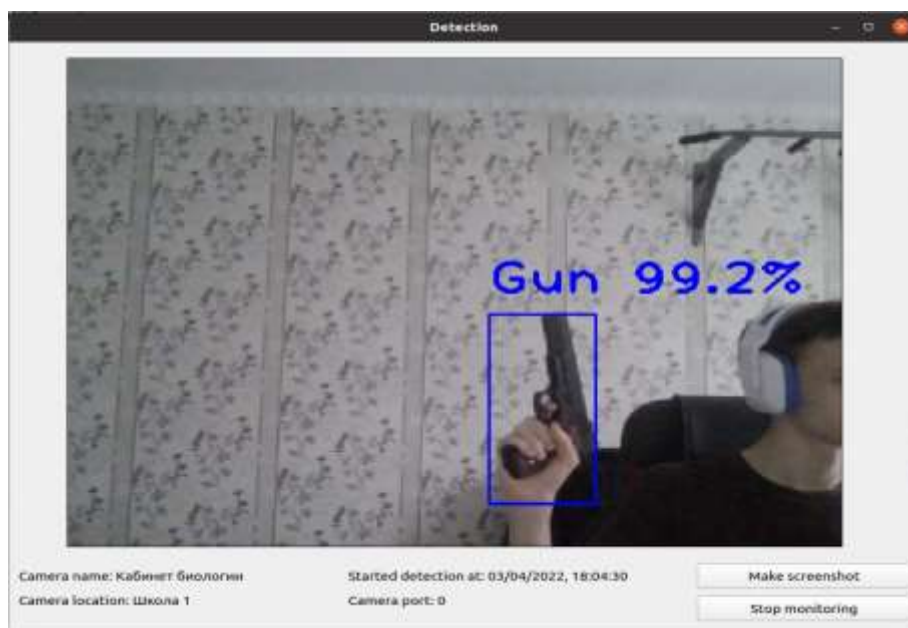


Рисунок 5 – Интерфейс настольного приложения

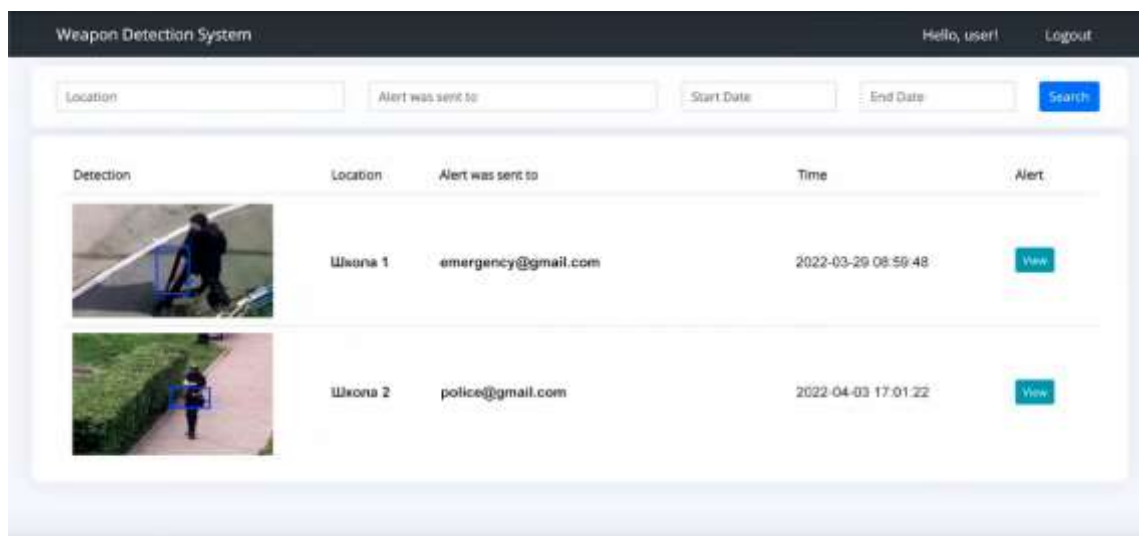


Рисунок 6 – Веб-интерфейс центрального сервера

Литература

1. Statista.com. Number of mass shootings in the United States between 1982 and November 2021 // Statista [сайт]. URL: <https://www.statista.com/statistics/811487/number-of-mass-shootings-in-the-us/>
2. Bochkovskiy, A., Wang, C., Liao, H.M. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection / A. Bochkovskiy, C. Wang, H.M. Liao // arXiv.org [сайт]. URL: <https://arxiv.org/abs/2004.10934v1>
3. Gun Detection Dataset // Linksprite [сайт]. URL: <https://www.linksprite.com/gun-detection-datasets/>

В.А. Баранов, А.В. Кузьмин, А.В. Пушкарева

ЕСТЕСТВЕННЫЙ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ПРОБЛЕМА ОБМЕНА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

(Пензенский государственный университет,
Пензенский государственный технологический университет)

Актуальной проблемой метрологии является разработка специализированных интеллектуальных информационно-измерительных систем (ИНИИС) в различных областях науки и техники. Эти системы рассматриваются как слабый искусственный интеллект (ИИ), область существования которого ограничивается получением от средств измерений количественной информации о степени выраженности предварительно определенных свойств объекта исследования и формирования нового знания об объекте путем совместной обработки результатов измерений и априорного знания и представления результатов деятельности в форме, удобной для дальнейшего использования специалистом в данной предметной области.

Очевидные преимущества ИНИИС относительно предыдущего поколения, автоматических ИИС: способность при жестких временных ограничениях



выявлять скрытые закономерности функционирования объекта, слабые корреляционные связи между свойствами объекта, проводить метрологический анализ процессов измерения с автоматическим формированием оценки погрешности или неопределенности результатов измерений. Эти количественные преимущества обуславливают качественные отличия ИНИИС: способность осуществлять обобщение результатов своей интеллектуальной деятельности в форме, например, оценок исправности технического объекта (соответствие всей совокупности требований), надежности, экономической эффективности, экологического ущерба и т.д., причем с оценкой достоверности этих результатов.

Для эффективного функционирования ИНИИС и минимизации рисков использования результатов ее интеллектуальной деятельности процесс «искусственного мышления» должен быть прозрачен для метролога и должен быть обеспечен диалог естественного и искусственного интеллекта строго в пределах стандартизированной терминологии метрологии [1] с привлечением специальной терминологии области применения слабого искусственного интеллекта.

Проблема общения для человека: информирование ИИ о интересующих исследователя качествах (свойствах) объекта измерения, тогда как «естественным языком» ИИ являются числа.

В направлении решения проблемы эффективного взаимодействия метролога и ИНИИС метрологией как наукой об измерениях уже сделаны, как минимум, три важных шага.

1. В стандартизированное определение термина «измерение» по сравнению с РМГ 29-99 сделано добавление «Измерение...включает счет объектов» [1]. Отсюда результатом измерения может быть любой член натурального ряда как результат счета принятых одинаковыми элементами некоторого множества. В качестве элемента множества может выступать единица измерения величины, единица младшего разряда средства измерений, дольная единица измерения. Счет является простейшей математической операцией, естественной для любого вычислительного устройства. Определение счета как способа формирования результата измерения избавляет метролога от необходимости «объяснять» ИИ качественные различия между физическими величинами. Качественная сторона измерения определяется видом подсчитываемых элементов - квантов (минимальное количество, обладающее определенным качеством и теряющее его при дальнейшем делении).

2. Проведено переопределение единиц измерения системы СИ. Переопределение единиц измерения определяет переход от антропоморфных архивных эталонов к воспроизведению единиц измерения на основе физических констант (скорость света, число Авогадро, постоянная Планка, заряд электрона и т.д.). Единицы измерения становятся «компьютероморфными», приспособленными для использования ИИ, а не человеком. В новых определениях фигурирует многоразрядное число, определяющее минимальную долю единицы измерения данной физической величины. Человек практически не может работать с такими большими числами не только вручную, но и с использованием средств вычислительной техники, в то время как для ИИ это не представляет проблемы.



3. Лауреатом Нобелевской премии И. Р. Пригожиным предложено определение понятия «система» [2]: «Система есть совокупность объектов, способная измерять саму себя». Это определение устанавливает обязательность наличия в составе любой информационной системы измерительной подсистемы и организации информационных обратных связей для обеспечения системы измерительной информацией о собственном состоянии. Это сближает содержание процессов естественного и искусственного мышления.

Философской основой решения проблем обмена измерительной информацией между естественным и искусственным интеллектом может явиться введенное Гегелем понятие двустороннего перехода «качества» и «количества» в генезисе «меры» [2], где «...переходя в другое, первое не исчезает; вместо этого оба остаются в пределах своего относительного единства» [3].

Анализ показывает, что правила операций над физическими размерностями подобны правилам операций над бесконечностями, где операнды и результат операции совпадают, $\infty \pm \infty = \infty$, например, при измерении суммы или разности длин двух отрезков размерность результата измерения определяется как $[m] \pm [m] = [m]$. При этом следует учитывать, что «эти символы (∞) лишены всякого числового смысла» [5]. В связи с этим в качестве математической модели единицы физической величины «длина» 1 м можно принять выражение $1_m \cdot \infty_m$.

Переход к чисто числовой математической модели значения физической величины возможен путем выполнения действия, которое можно назвать «обратным предельным переходом». Обратный предельный переход состоит в дедуктивном переходе от размерности, которая принимается за бесконечно большое значение физической величины, из которого невозможно вычленить отдельные элементы множества ее единиц измерения, к некоторому максимальному члену N_{MAX} натурального числового ряда $N_{n+1} = N_n + 1$, от которого был совершен прямой предельный переход к размерности. Обратный переход относительно единицы измерения величины X состоит в ее представлении в виде отвлеченного рационального числа, числитель и знаменатель которого равны

$1_X = \frac{N_X}{N_X}$, где N_X - некоторое натуральное число, символизирующее данную физическую величину. Это число должно иметь физический и метрологический смысл. Для придания числам этого смысла и конкретизации чисел для основных физических величин системы СИ естественно обратиться к определениям единиц измерения физических величин системы СИ.

Общей особенностью всех определений единиц измерения физических величин, основанных на естественных эталонах, является наличие в каждом из них числа, устанавливающего соотношение размеров единицы измерения и минимального размера (минимальной количественной определенности) данной физической величины. Это число, которое можно назвать эталонным числом, является количественной характеристикой данного качества (физической величины). Соглашением пользователей системы единиц об эталонном числе физи-



ческой величины устанавливается однозначность и уникальность кванта данной физической величины.

Единица измерения физической величины при автоматических измерениях может быть определена в виде отношения её эталонного числа к самому себе.

Возможные эталонные числа некоторых величин системы СИ приведены в таблице.

Таблица 1. Эталонные числа некоторых величин системы СИ.

Наименование физической величины	Размерность	Эталонное число
Время	с	9192631770
Длина	м	299792458
Масса	кг	$1/6,626070040 \times 10^{-34}$
Термодинамическая температура	К	$1/1,38064852 \times 10^{-23}$
Количество вещества	моль	602214076×10^{15}
Заряд	Кл	6 241 509 074 460 762 607

В соответствии с принципом конечности для каждой системной физической величины должно быть законодательно установлено максимальное измеряемое значение X_{MAX} . Минимальное значение - $X_{MIN} = 1/N_{EX}$. Отсюда можно вычислить число элементов множества возможных значений физической величины $(X_{MAX} - X_{MIN}) \cdot N_{EX}$

Описание значения физической величины на основе эталонного числа позволяет исключить необходимость приписывания к отвлеченному числу единиц измерения соответствующего стандартного символа физической размерности. Представление значения физической величины в виде отвлеченного рационального числа с эталонным числом в знаменателе целесообразно при обработке измерительной информации в интеллектуальных информационных системах, при синтезе и использовании цифровых двойников в различных отраслях науки и техники.

Предлагаемое числовое представление результата измерения физической величины позволяет производить автоматическую компьютерную обработку измерительной информации без потерь ее качественной составляющей с использованием минимального набора символов, что упрощает разработку программного обеспечения интеллектуальных средств измерений.

Таким образом, можно утверждать, что уже в самое ближайшее время ИИ будет эффективно вести практическую метрологическую деятельность. На человеком-метролога будут возлагаться функции контроля функционирования ИИ и участие в интерпретации результатов деятельности ИИ специалистом в конкретной предметной области (врач, экономист, технолог и т.д.).



Литература

1. Рекомендации по метрологии РМГ 29-2013. Метрология. Основные термины и определения.
2. Пригожин, И.Р. Порядок из хаоса / И. Пригожин, И. Стенгерс. - Москва : Едиториал УРСС, 2003. - 310 с.
3. «Наука логики» / Георг Вильгельм Фридрих Гегель: АСТ; Москва; 2018.
4. Ferrini, C. Hegel's revisions of the logic of being (2020) Rivista di Storia della Filosofia, (2), pp. 199-221, DOI: 10.3280/SF2020-002003.
5. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.1. – М: Наука, 1969. – 616 с.

О.Д. Бербасов, А.Ю. Привалов

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МОМЕНТА ПЕРЕПОЛНЕНИЯ БУФЕРА В УЗЛЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

Рассматривается возможность использования нейросети в задаче определения момента переполнения буфера в телекоммуникационном оборудовании (например, в магистральном коммутаторе), для того, чтобы заранее включать механизмы управления потоком с целью избежать входа телекоммуникационной сети в состояние перегрузки. Для этого рассматривается система массового обслуживания с одним прибором и бесконечной очередью, входным потоком для которой является реальный трафик (взятый из репозитория [1]). Это траассы нескольких минут интернет-трафика магистральной линии связи Нью-Йорк – Чикаго в 2016 году.

Реальный трафик такого вида обладает рядом специфических особенностей, сильно отличающий его от классических моделей теории телетрафика, и сильно затрудняющий создание модели, обладающей хорошей для практики точностью в предсказании поведения в реальном масштабе времени. К таким особенностям прежде всего относится большая пачечность и сильная коррелированность. Проблемы построения адекватной модели такого трафика в течении долгого времени привлекают большое внимание научного сообщества (см. например, [2,3]), но до сих пор не утратили актуальность. После начала бурного развития нейросетевых подходов в самых разных областях, и в области анализа и управления телекоммуникационным трафиком такие исследования и в области анализа и управления телекоммуникационным трафиком активно ведутся (см., например, [3-5]). Представляемая работа также посвящена этой теме.

Для проведения экспериментов траассы реального трафика, представляющие из себя данные о каждом проходящем пакете, такие, в частности, как время прихода и размер в байтах, преобразуются во временной ряд, члены которого равны суммарному количеству информации, прошедшему по линии связи за



очередной временной шаг (сумме размеров пакетов, пришедших в течение этого временного шага). Каждый временной шаг очередной член ряда добавляется к содержимому буфера, а перед началом следующего временного шага из буфера, если он не пуст, забирается количество информации, пропорциональное скорости выходящего канала связи. Эта скорость подбирается таким образом, чтобы коэффициент загрузки выходящей линии связи имел бы заданное значение. Интенсивность входного потока оценивается как среднее значение временного ряда, взятое по всей его реализации. Временной ряд, члены которого являются количеством информации, находящимся в буфере на очередном временном шаге, и является предметом изучения.

Для предсказания поведения этого временного ряда используется нейросеть типа многослойный персептрон, которая состоит из трёх слоёв. Первый слой является входным и содержит столько нейронов, сколько временных шагов вмещает окно прогноза. Второй слой содержит n нейронов с функцией активации softmax. Причем n подбирается оптимальным при анализе получаемых прогнозов. Выходом нейронной сети служит третий слой, состоящий из единственного нейрона, который выдает значения от 0 до 1. Это значение равно вероятности переполнения буфера в прогнозируемый момент времени.

Для обучения нейронной сети формируется множество обучающих наборов. Каждый такой набор состоит из содержимого окна прогнозирования и значения вероятности переполнения буфера в соответствующий момент времени. В обучающих наборах, в качестве значения вероятности переполнения используются точные значения, то есть значению 0 соответствует ситуация «буфер не переполнится», а 1 – «буфер переполнится». При обучении нейронной сети используется метод стохастического градиентного спуска Adam. В качестве функции потерь используется средняя квадратичная ошибка (MSE).

Литература

1. CAIDA Data - Overview of Datasets, Monitors, and Reports. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.caida.org> (дата обращения 20.01.2022), свободный.
2. Paxson, V. Wide-Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling [Text] / V. Paxson, S. Floyd // IEEE ACM Transactions on Networking, 3(3). – NJ, June 1995. – P. 226-244.
3. Leland, W.E. High time-resolution measurement and analysis of LAN traffic: Implications for LAN interconnection [Text] / W. Leland, D.V. Wilson // Proc. IEEE INFOCOM '91. – Bal Harbur, FL, April 1991. – P. 1360-1366.
4. Mondragón, R. J., Chaotic maps for traffic modelling and queueing performance analysis [Text] / R. J. Mondragón, D. K. Arrowsmith and J. M. Pitts // Performance Evaluation. – Netherlands, 2001. – P. 223-240.
5. Willinger, W. A bibliographical guide to self-similar traffic and performance modeling for modern high-speed networks [Text] / W. Willinger, M.S.Taqqu, A. Erramilli // Clarendon press. – Oxford, 1996. – P. 339-366.



А.Д. Божимов, О.П. Солдатова

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ ШУМА В ЗВУКОВОМ ПОТОКЕ

(Самарский университет)

Взаимодействие в современном обществе сложно представить без цифровых средств коммуникации. В условиях удаленной работы и обучения особенно актуальными становятся системы фильтрации звукового потока, обеспечивающие четкое звучание голоса и подавление отвлекающего шума. Наличие подобных систем способно значительно улучшить работу средств автоматического распознавания речи, снизить объем передаваемых данных и наконец – обеспечить беспроблемное общение между людьми. Помимо голосовой связи технологии фильтрации звука активно используются в музыкальной индустрии, кинопроизводстве и медицине [1].

Задача фильтрации шума состоит в том, чтобы убрать из исходного сигнала все звуки, не являющиеся человеческой речью: помехи, фоновые и посторонние шумы. С помехами и первым типом шумов довольно просто справиться линейными методами, однако, второй тип шумов содержит в себе неоднородные, проявляющиеся без известной закономерности наборы звуков [2].

Развитие технологий машинного обучения позволило решить эту проблему. Фильтрация звука на их основе использует так называемый «доверительный фильтр». Доверительный фильтр обеспечивает минимально возможный доверительный интервал для каждого исходного звукового кадра из входного звукового потока. Преимуществом данного подхода является самостоятельная «настройка» в каждом конкретном случае, что обеспечивает наилучший возможный результат для каждого участка потока.

Базой алгоритма является метод наименьших квадратов, основанный на аппроксимации последовательности исходных данных линейной комбинацией некоторых функций. Сумма квадратов отклонений исходных данных от аппроксимированных значений при этом минимизируется [3]. В качестве аппроксимирующих функций обычно используются полиномиальные функции.

Одним из вариантов применения нейронных сетей является аппроксимация сложных нелинейных функций. Нейронная сеть с любой нелинейностью остается универсальным аппроксиматором, что доказывается обобщенной аппроксимационной теоремой [4]. Из этого следует актуальность разработки алгоритмов фильтрации звукового потока на базе нейронной сети.

Для реализации была выбрана нейронная сеть Кохонена, способная обеспечить обучение без учителя, когда задаются только сами объекты x_i и выделяются кластеры, соревнующиеся за право присоединить объект x [5].

Обучение модели нейронной сети требует некоторой подготовки входных данных, а также определения конфигурации. Структура всей подсистемы обучения представлена на рисунке 1.

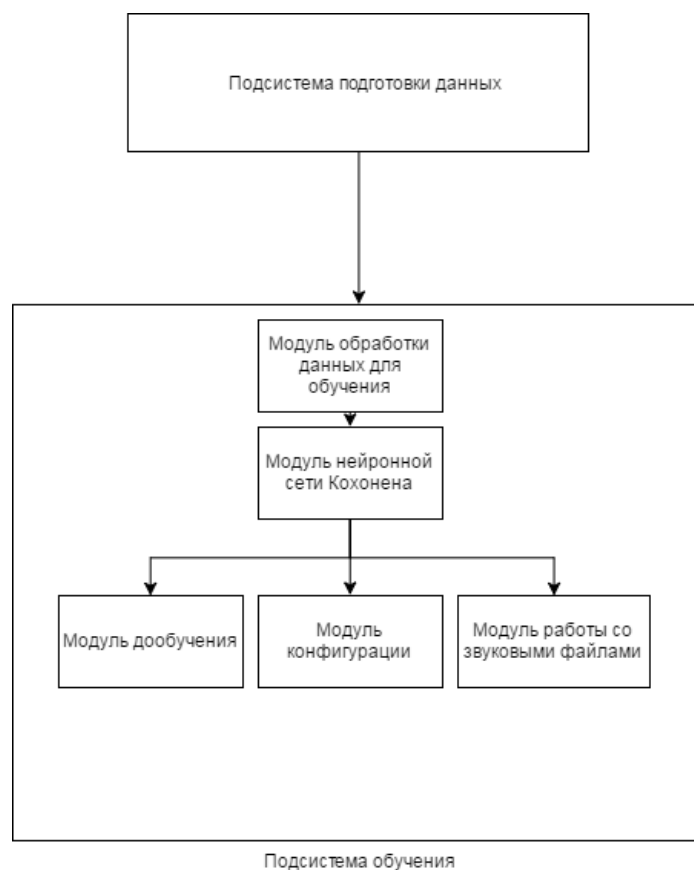


Рис. 1. Структура подсистемы обучения

Топология модели нейронной сети представлена рисунке 2.

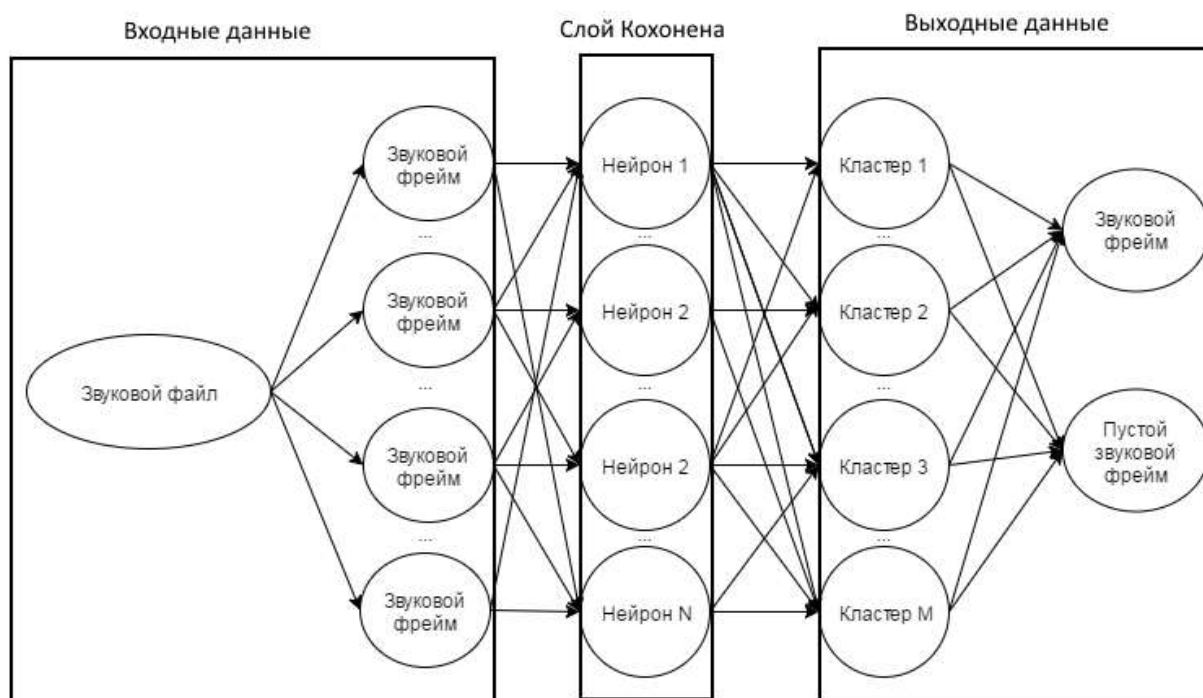


Рис. 2. Топология нейронной сети

На рисунке 2 используются следующие обозначения:

N – число нейронов в слое Кохонена,

M – число кластеров.



В тестовом примере сеть является однослойной и состоит из нейронного слоя Кохонена. Результатом её работы является кластеризованный набор звуковых кадров, а выходными данными – номера кластеров, к которым относятся конкретные кадры.

Для каждого нейрона входным сигналом является нормализованная часть звукового кадра, представленная вещественным числом от 0 до 1. Веса нейрона представлены вектором вещественных чисел w_i , соответствующим по размерности количеству признаков для звукового кадра. Корректировка весов в процессе обучения выполняется при помощи Евклидовой метрики, а функцией активации служит SoftMax [6].

В рамках данной работы была разработана программная система на языке C#, обеспечивающем высокий уровень интеграции с работой операционной системы Windows, что в перспективе позволит выполнять процесс очистки звукового потока «на лету» [7].

Обучающая выборка представлена подготовленным набором записей речи и шума в формате MP3 с частотой дискретизации 44100 Гц.

Результат одной из тестируемых записей в виде спектрограммы представлен на рисунке 3. Как видно, исходный файл (левая половина) в значительной степени зашумлен, однако, результирующий поток показывает четкие границы звуков.

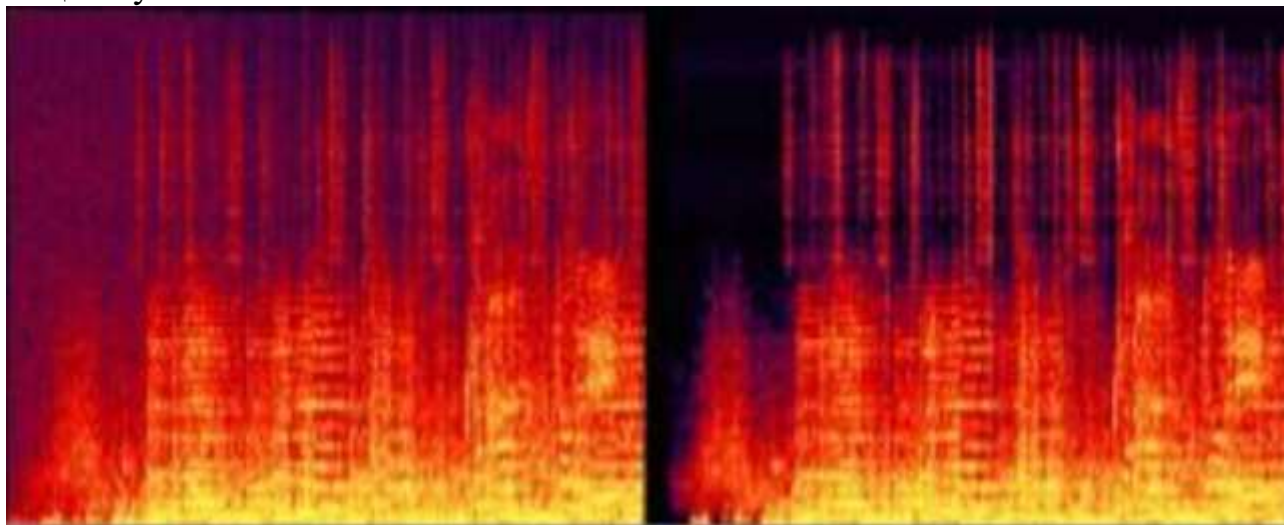


Рис. 3. Результат работы модели

Анализ полученных результатов позволил подтвердить предположение об актуальности использования модели нейронной сети для фильтрации звукового потока, а также доказал эффективность использования нейронной сети Кохонена для решения поставленной задачи.

Литература

1. Noise Suppression for Medical Devices [Электронный ресурс]. URL: <https://www.murata.com/en-global/products/emc/emifil/overview/medical> (дата обращения: 25.03.2022).



2. Обзор методов улучшения речи и шумоподавления [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/company/ru_mts/blog/584308/ (дата обращения: 28.03.2022)

3. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений [Текст]/ Линник Юрий – М.: Государственное издательство физико-математической литературы”. 1962. – 352 с.

4. Аппроксимационная теорема Вейерштрасса [Электронный ресурс]. URL: https://math.fandom.com/ru/wiki/Аппроксимационная_теорема_Вейерштрасса/ (дата обращения: 12.03.2022)

5. Нейронные сети Кохонена [Электронный ресурс]. URL: <https://neuronus.com/theory/nn/955-nejronnye-seti-kokhonena.html> (дата обращения: 02.04.2022)

6. Софтмакс (Softmax) - Машинное обучение доступно [Электронный ресурс]. URL: <https://www.helenkapatsa.ru/softmaks/> (дата обращения: 02.03.2022)

7. Everything you need to know about C# | Pluralsight [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pluralsight.com/blog/software-development/everything-you-need-to-know-about-c-/> (дата обращения: 15.03.2022)

В.Д. Гижевская, Д.С. Оплачко

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

Введение

Человек около 90% информации об окружающем мире получает благодаря зрению. В сфере компьютерных технологий в качестве источника информации может выступать текст, аудио-/видеофайл или изображение. Очень часто, а в основном в сети Интернет, возникает необходимость найти то или иное изображение. В последние годы фотография стала популярным увлечением среди людей благодаря доступу к аппаратному обеспечению, как минимум, практически в каждый телефон встроена камера. Фотографии имеют свойство накапливаться и с течением времени может усложниться поиск по каталогу снимков.

Классификация изображений – одна из наиболее важных задач компьютерного зрения [1]. Проще говоря, она состоит в том, чтобы дать вам изображение, содержащее определённый объект, что позволит вам определить, что этот объект содержит на этом изображении.

Например, по фотографии кошки мы можем легко идентифицировать её как кошку. Это потому, что наш мозг много узнал об этом. Если компьютеру разрешено распознавать это изображение, оно будет совершенно другим, потому что компьютер и то, что мы видим, совершенно разные [2].



Структура нейросетевого классификатора изображений

В качестве архитектуры нейронной сети была выбрана схема многослойного персептрона, а именно модель свёрточной нейронной сети VGG-16.

VGG-16 – модель свёрточной нейронной сети, предложенная К. Simonyan и А. Zisserman из Оксфордского университета в статье «Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition» [3].

Архитектура VGG-16 представлена на рисунке 1.

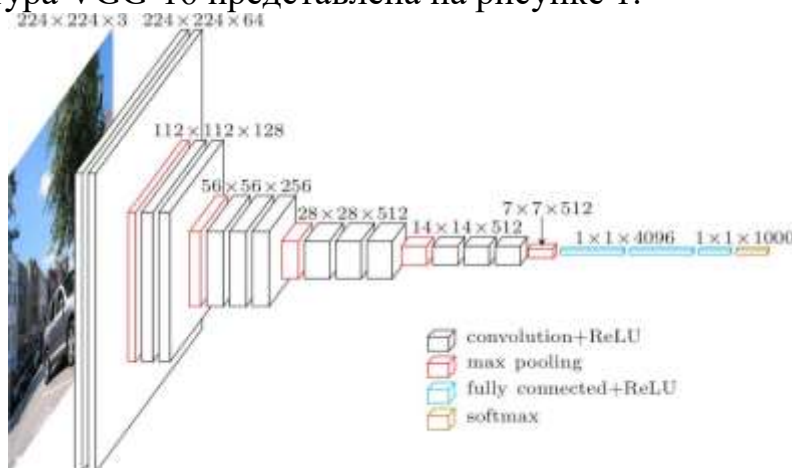


Рис. 1. Архитектура VGG-16

На вход слоя conv1 подаются RGB изображения размера 224x224. Далее изображения проходят через стек свёрточных слоев, в которых используются фильтры с очень маленьким рецептивным полем размера 3x3 (который является наименьшим размером для получения представления о том, где находится право/лево, верх/низ, центр).

В одной из конфигураций используется свёрточный фильтр размера 1x1, который может быть представлен как линейная трансформация входных каналов (с последующей нелинейностью). Свёрточный шаг фиксируется на значении 1 пиксель. Пространственное дополнение (padding) входа свёрточного слоя выбирается таким образом, чтобы пространственное разрешение сохранялось после свёртки, то есть дополнение равно 1 для 3x3 свёрточных слоёв. Пространственный пулинг осуществляется при помощи пяти max-pooling слоёв, которые следуют за одним из свёрточных слоёв (не все свёрточные слои имеют последующие max-pooling). Операция max-pooling выполняется на окне размера 2x2 пикселей с шагом 2 [3].

После стека свёрточных слоёв (который имеет разную глубину в разных архитектурах) идут три полносвязных слоя: первые два имеют по 4096 каналов, третий – 1000 каналов. Последним идёт soft-max слой (логистическая функция для многомерного случая) [4]. Конфигурация полносвязных слоёв одна и та же во всех нейросетях. Все скрытые слои снабжены ReLU (функция активации выпрямителя), которая представлена на рисунке 2 [5].

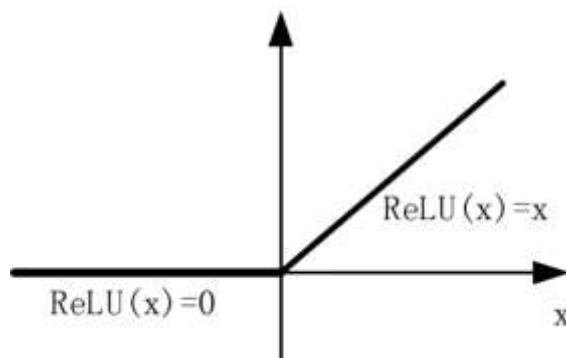


Рис. 2. Активационная функция ReLU

Проектирование автоматизированной системы для нейросетевой классификации текстов

Для автоматизации решения задачи нейросетевой классификации изображений была спроектирована система, структурная схема которой приведена на рисунке 3.

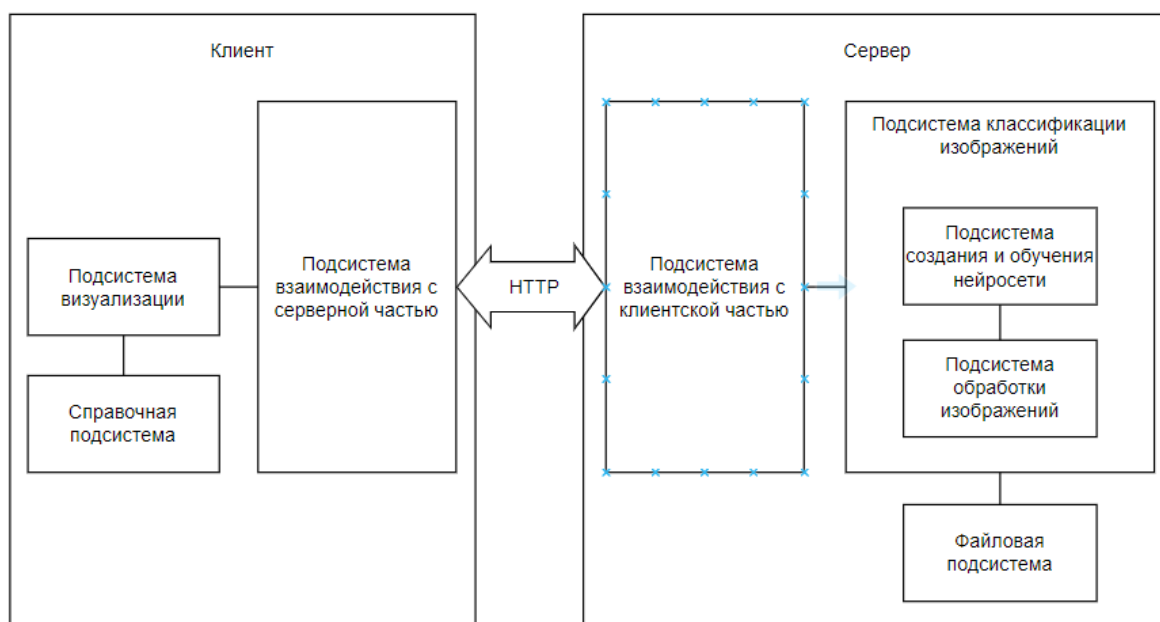


Рис. 3. Структурная схема системы

В состав клиентской части системы входит:

- 1 Подсистема взаимодействия с сервером, которая осуществляет установку соединения с сервером, формирование и отправку запросов.
- 2 Подсистема визуализации, которая отображает пользовательский интерфейс.
- 3 Справочная подсистема, которая содержит сведения о системе (руководство пользователю) и об её разработчиках.

В состав серверной части системы входят:

- 1 Подсистема взаимодействия с клиентом, которая осуществляет приём данных с клиента и передачу их на обработку.
- 2 Файловая подсистема, которая отвечает за загрузку изображений.



3 Подсистема классификации изображений, которая отвечает за процесс классификации изображений. Она включает в себя:

- Подсистему создания и обучения нейросети, которая отвечает за реализацию обучения нейронной сети и создания модели.
- Подсистему обработки изображений, которая отвечает за реализацию классификации загруженных пользователем изображений по сохранённой модели.

Заключение

Авторами была проведена апробация нейронной сети VGG-16 на обучающей выборке в 2500 картинок, относящимся к 10 классам. В результате обучения классификатора были получены следующие результаты: к первому классу классификатор отнёс 10 из 10, ко 2 – 9 из 10, к 3 – 6 из 10, к 4 – 4 из 10, к 5 – 9 из 10, к 6 – 9 из 10, к 7 – 9 из 10, к 8 – 49 из 10, к 9 – 6 из 10, к 10 – 5 из 10. Таким образом, классификатор определяет принадлежность изображений к классам с вероятностью от 0,69 до 0,83.

Литература

- 1 Компьютерное зрение [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_зрение (дата обращения: 25.03.2022).
- 2 Лекция 2 | Классификация изображений [Электронный ресурс]. URL: <https://russianblogs.com/article/19571391203/> (дата обращения: 25.03.2022).
- 3 VGG16 – сверточная сеть для выделения признаков изображений [Электронный ресурс]. URL: <https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/vgg16-model/> (дата обращения: 02.04.2022).
- 4 Softmax [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Softmax> (дата обращения: 05.04.2022).
- 5 Rectifier (neural networks) [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rectifier_\(neural_networks\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Rectifier_(neural_networks)) (дата обращения: 05.04.2022).

Д.А. Дасаева, В.В. Мокшин

ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ОНЛАЙН ПЛОЩАДКАХ

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

Введение

По данным исследования М.А. Research, в 2021 году онлайн торговля стала самым быстро растущим сегментом ретейла, а оборот рынка продаж в сети интернет вырос на 32% — до 4,2 трлн рублей[1]. С ростом спроса на



онлайн сегмент рынка возрастает и количество задач связанных с онлайн торговлей. К таким задачам относят: прогнозирование продаж на маркетплейсах, предсказание трендовости товаров и многое другое. Проблемой, которая часто возникает при обработке информации[2] и прогнозировании спроса, является большое количество не всегда связанных между собой параметров. Системы мониторинга и прогнозирования являются сложными много параметрическими системами[3], которые не всегда дают положительный прогноз. Причинами неэффективного планирования и прогнозирования является устаревание существующих технических систем, отчасти – использование не в полной мере объёма информации и недостаточный общий уровень квалификации персонала[4]. В данной статье предлагаются методы, сочетающие человеческую идентификацию знаний и машинного обучения для устранения этих проблем[5].

Формальная постановка задачи

Обозначим множество входных параметров через $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, тогда $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ множество допустимых ответов. Существует неизвестная целевая зависимость – отображение $y^*: X \rightarrow Y$, значения которой известны только на объектах конечной обучающей выборки $X^m = \{(x_1, y_1), (x_m, y_m)\}$. Требуется построить алгоритм $\alpha: X \rightarrow Y$, который приближал бы неизвестную целевую зависимость как на элементах выборки так и на всем множестве X [6]. В общем виде модель будет записываться следующим образом $y=f(X)$.

Методы решения поставленной задачи

Существует множество методов решения задачи прогнозирования, например, линейная регрессия. Линейная регрессия — модель зависимости переменной x от одной или нескольких других переменных с линейной функцией зависимости[7]. Другим методам прогнозирования продаж на онлайн площадках является алгоритм случайного леса.

Случайный лес — является одним из немногих универсальных алгоритмов. Универсальность заключается, в том, что 70% задач можно решить с его помощью, и в том, что есть случайные леса для решения задач классификации, регрессии, кластеризации, поиска аномалий, селекции признаков и так далее[8].

Для прогнозирования зачастую используются средства имитационного моделирования. Имитационное моделирование (симуляция) – это распространенная разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических средств, специальных компьютерных программ-симуляторов и особых ИТ, позволяющих создавать в памяти компьютера процессы-аналоги, с помощью которых можно провести целенаправленное исследование структуры и функций реальной системы в режиме ее «имитации», осуществить оптимизацию некоторых ее параметров[9].

Еще одним методом прогнозирования продаж является метод XGBoost. Т В его основе лежит алгоритм градиентного бустинга деревьев решений. Градиентный бустинг — это техника машинного обучения для задач



классификации и регрессии, которая строит модель предсказания в форме ансамбля слабых предсказывающих моделей, обычно деревьев решений. Обучение ансамбля проводится последовательно в отличие, например от бэггинга. На каждой итерации вычисляются отклонения предсказаний уже обученного ансамбля на обучающей выборке. Следующая модель, которая будет добавлена в ансамбль будет предсказывать эти отклонения. Таким образом, добавив предсказания нового дерева к предсказаниям обученного ансамбля мы можем уменьшить среднее отклонение модели, которое является целью оптимизационной задачи. Новые деревья добавляются в ансамбль до тех пор, пока ошибка уменьшается, либо пока не выполняется одно из правил "ранней остановки"[10].

Существует решение поставленной задачи с помощью градиентного бустинга. LightGBM — это фреймворк, который предоставляет реализацию деревьев принятия решений с градиентным бустингом. LightGBM известен своей более высокой скоростью обучения, хорошей точностью с параметрами по умолчанию, параллельным и GPU обучением, малым использованием памяти и возможностью обработки больших датасетов, которые не всегда помещаются в ней.

Математическая модель линейной регрессии

Математическая модель линейной регрессии записывается следующим образом:

$f(x) = m \cdot x + b$, где m — наклон линии, а b — его y -сдвиг.

Таким образом, решение линейной регрессии определяет значения для m и b , так что $f(x)$ приближается как можно ближе к y . Для определения качества ошибок линейной регрессии используется функция потерь.

Функция потерь — это мера количества ошибок, которые линейная регрессия делает на наборе данных. Существуют разные функции потерь, но все они вычисляют расстояние между предсказанным значением $y(x)$ и его фактическим значением.

Одна из самых распространенных функций потерь называется средней квадратичной ошибкой (MSE). Для ее вычисления мы берем все значения ошибок, считаем их квадраты длин и усредняем.

В общем случае, если есть n переменных, их математическая модель может быть записана как:

$$f(x) = b + w_1 \cdot x_1 + \dots + w_n \cdot x_n$$

Постановка задачи остается одинаковой, независимо от количества измерений.

Математическая модель Random Forest

Рассмотрим размеченную выборку объектов $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^N$, где $x_i \in R^2$ — признаковое описание объекта в двумерном пространстве, а $y_i \in \{0, 1\}$ — метка класса:

Несмотря на то, что в середине объекты разных классов сильно перемешаны, при помощи дерева решений с такой выборкой достаточно удобно работать: на каждом шаге необходимо выбирать признак и значения порога, по ко-



тому происходит оптимальное по заданному критерию разбиение. При решении прикладных задач часто используются следующие критерии:

$$iGain(S) = H(S) - \sum_{v \in \{L,R\}} \frac{S_v}{S} H(S_v),$$

$$H(S) = - \sum_{c \in C} p_c \log_2(p_c),$$

где C – множество классов рассматриваемой задачи, а p_c – вероятность класса c для множества объектов S ;

При каждом делении все объекты делятся на две более мелкие группы, т.е. рассматриваемая в каждом из узлов задача разбивается на две более мелкие подзадачи. Заданием максимального числа объектов в вершине-листе дерева устанавливается один из возможных критериев останова для алгоритма.

Таким образом, можно достаточно качественно классифицировать рассматриваемую выборку объектов при помощи всего одного дерева решений, если в качестве ответа для тестового объекта, попавшего в ячейку A_i , выдавать номер наиболее часто встречающегося в этой ячейке класса.

Однако в реальных задачах часто встречаются погрешности в измерениях и объекты-выбросы, которые серьезно портят качество классификации одним конкретным деревом решений. Поэтому перед построением каждого нового дерева происходит сэмплирование с повторениями новой выборки $\{(x_i^k, y_i^k)\}_{i=1}^N$ из $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^N$ на которой происходит обучение дерева с номером k . После построения всех деревьев каждый тестовый объект z_i получает в качестве промежуточного ответа вектор меток, присвоенных ему каждым деревом, который преобразуется в финальную метку по методу простого голосования[11].

XGBoost

Функция для оптимизации градиентного бустинга выглядит следующим образом:

$$L^{(t)} = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)) + \Omega(f_t)$$

где l – функция потерь

$y_i, \hat{y}_i^{(t-1)}$ – значения i -го элемента обучающей выборки и сумма предсказаний первых t деревьев соответственно.

x_i – набор признаков i -го элемента обучающей выборки

f_t – функция(в нашем случае дерево), которую мы хотим обучить на шаге t .

Градиентный бустинг (LightGBM)

Рассмотрим задачу распознавания объектов из многомерного пространства X с пространством меток Y . Пусть нам дана обучающая выборка $\{x_i\}_{i=1}^N$, $x_i \in X$. И пусть на ней известны истинные значения меток каждого объекта $\{y_i\}_{i=1}^N$, где $y_i \in Y$. Необходимо построить распознающий оператор, который как можно более точно сможет предсказывать метки для каждого нового объекта $x \in X$.



Пусть нам задано некоторое семейство базовых алгоритмов H , каждый элемент $h(x; a) \in H : X \rightarrow R$ которого определяется некоторым вектором параметров $a \in A$.

Построение композиции

Будем искать финальный алгоритм классификации в виде композиции

$$F_M(x) = \sum_{m=1}^M b_m h(x; a_m), b_m \in R, a_m \in A.$$

Однако подбор оптимального набора параметров $\{a_m, b_m\}_{m=1}^M$ – очень трудоемкая задача. Поэтому мы будем пытаться построить такую композицию путем жадного наращивания, каждый раз добавляя в сумму слагаемое, являющееся наиболее оптимальным алгоритмом из возможных. Будем считать, что нами уже построен классификатор F_{m-1} длины $m-1$. Таким образом задача сводится к поиску пары наиболее оптимальных параметров $\{a_m, b_m\}$ для классификатора длины m :

$$F_m(x) = F_{m-1}(x) + b_m h(x; a_m), b_m \in R, a_m \in A.$$

Оптимальность здесь понимается в соответствии с принципом явной максимизации отступов. Это означает, что вводится некоторая функция потерь $L(y_i, F_m(x_i)), i = \overline{1, N}$, показывающая, насколько “сильно” предсказанный ответ $F_m(x_i)$ отличается от правильного ответа y_i . И затем минимизируется функционал ошибки

$$Q = \sum_{i=1}^N L(y_i, F_m(x_i)) \rightarrow \min$$

Заметим, что функционал ошибки Q – вещественная функция, зависящая от точек $\{F_m(x_i)\}_{i=1}^N$ в N -мерном пространстве, и нам необходимо решить задачу минимизации этого функционала. Сделаем это, реализуя всего один шаг метода градиентного спуска. В качестве точки, для которой мы будем искать оптимальное приращение, рассмотрим F_{m-1} . Найдем градиент функционала ошибки:

$$\nabla Q = \left[\frac{\partial Q}{\partial F_{m-1}}(x_i) \right]_{i=1}^N = \left[\frac{\partial (\sum_{i=1}^N L(y_i, F_{m-1}))}{\partial F_{m-1}}(x_i) \right]_{i=1}^N = \left[\frac{\partial L(y_i, F_{m-1})}{\partial F_{m-1}}(x_i) \right]_{i=1}^N$$

Таким образом, в силу метода градиентного спуска, наиболее выгодно добавить новое слагаемое в классификатор следующим образом:

$$F_m = F_{m-1} - b_m \nabla Q, b_m \in R,$$

где b_m подбирается линейным поиском по вещественным числам R :

$$b_m = \operatorname{argmin}_{b \in R} \sum_{i=1}^N L(F_{m-1}(x_i) - b \nabla Q_i)$$

Однако ∇Q представляет из себя лишь вектор оптимальных значений для каждого объекта x_i , а не базовый алгоритм из семейства H , определенный $\forall x \in X$. Поэтому нам необходимо найти $h(x, a_m) \in H$ наиболее похожий на



$\nabla Q[12]$. Сделаем это, опять минимизируя функционал ошибки, основанный на принципе явной максимизации отступов:

$$a_m = \underset{a \in A}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^N L(\nabla Q_i, h(x_i, a)) \equiv \text{обучить } (\{x_i\}_{i=1}^N, \{\nabla Q_i\}_{i=1}^N),$$

что просто соответствует базовому алгоритму обучения. Далее найдем коэффициент b_m , используя линейный поиск:

$$b_m = \underset{b \in R}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^N L(F_{m-1}(x_i) - bh(x_i, a_m))$$

Применение методов на реальных данных

В ходе разработки были использованы следующие данные о продажах товаров на онлайн площадке: стоимость товара, количество товара проданного за каждый день в последние 6 месяцев, среднее количество товара продаваемого в неделю, месяц[13].

Примеры исходных данных, используемых для обучения алгоритмов отображены в таблице 1.

Таблица 1

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
9374	носки	499	59	93994	199	54	100102	2
9933	носки	719	30	93994	199	54	100102	3

где x_1 — артикул товара, x_2 — категория, x_3 — стоимость, x_4 — среднее количество продаж за месяц, x_5 — количество товаров в категории, x_6 — средняя цена в категории в рублях, x_7 — установленная скидка на товар в процентах, x_8 — среднее количество запросов в поисковике, x_9 — время доставки заказа в днях.

Оценка качества модели прогнозирования

Для оценки качества модели необходимо оценить способность прогнозирования полученной модели[14] с помощью метрики MAE (Mean Absolute Error) — средней абсолютной ошибки. Метрика измеряет среднюю сумму абсолютной разницы между фактическим значением и прогнозируемым значением[15].

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|,$$

где $e_i = y_i - a_i$, где y — фактическое значение признака, a — прогнозируемое значение.

В ходе проведения исследования были реализованы алгоритмы прогнозирования и выполнена оценка качества моделей прогнозирования с помощью вычисления средней абсолютной ошибки. Полученные результаты описаны в таблице 2.

Таблица 2

Модель прогноза	Время обучения	Средняя абсолютная ошибка
Линейная регрессия	10 секунд	1.15
Случайный лес	700 секунд	1.10
XGBoost	1200 секунд	1.03



LightGBM	600 секунд	1.01

Ниже представлен график количества продаж и прогноза продаж каждого из методов за период с 1 по 31 октября 2018 года.

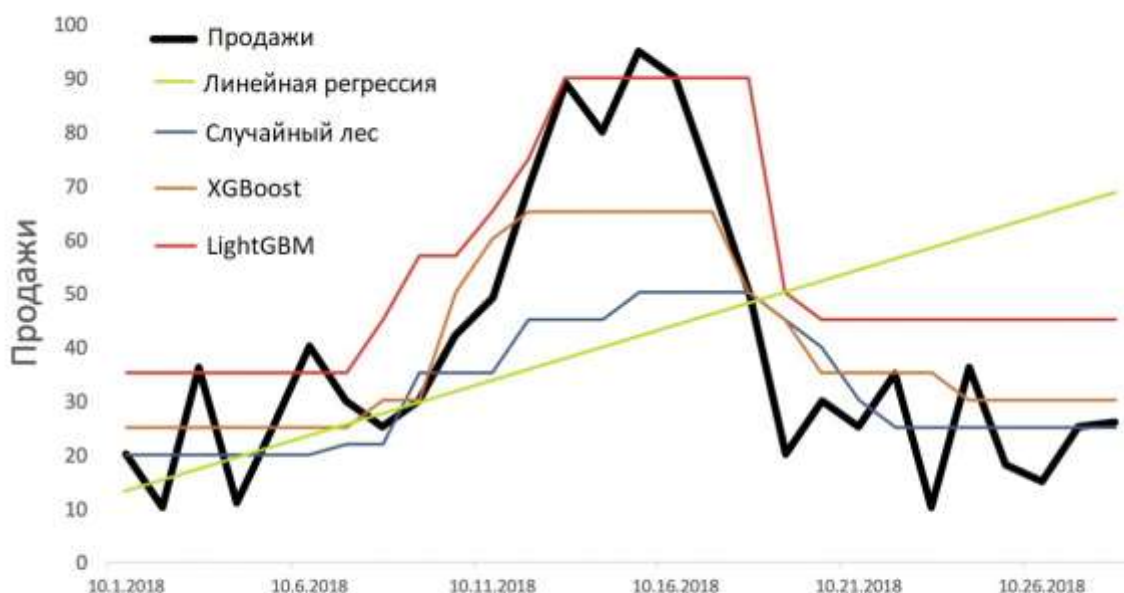


Рис. 1. Сравнение прогнозов продаж с количеством продаж

Заключение

В данной статье были рассмотрены методы прогнозирования спроса на онлайн площадках. После вычисления средней абсолютной ошибки для каждого метода было выявлено, что градиентный бустинг (LightGBM) показывает наилучшие результаты и хорошее время обучения алгоритма.

Литература

1. Малаховский, Алексей. Маркетплейсы: как регулируется их работа в России [Электронная версия]: <https://pravo.ru/story/239011/> (Дата обращения 3.04.2022)
2. Группирование контуров объектов структурных изображений на основе сети заметности элементов
Сайфудинов И.Р., Мокшин В.В., Кирпичников А.П.
Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 9. С. 120-123.
3. Разработка системы мониторинга состояния грузоподъемных механизмов
Мокшин В.В., Якимов И.М., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М.
Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 19. С. 75-81.
4. Применение математических моделей и алгоритмов при планировании и прогнозировании потребления водных ресурсов
Мокшин В.В., Спиридонова А.В., Спиридонов Г.В.,
Вестник Воронежского государственного технического университета. 2021. Т. 17. № 4. С. 57-64.



5. Распознавание образов транспортных средств на основе эвристических данных и машинного обучения Мокшин В.В., Сайфудинов И.Р., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 5. С. 130-137.

6. Задача классификации [Электронный портал]: Википедия. – Режим доступа:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8> (Дата обращения 7.02.2022)

7. Линейная регрессия в машинном обучении [Электронный ресурс]: Обучающий портал Neurohive. – Режим доступа: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/linejnaja-regressija/> (Дата обращения: 21.10.2021)

8. Дьяконов, Александр. Случайный лес (Random forest) [Электронный ресурс]: Научный блог Александра Дьяконова. – Режим доступа: <https://dyakonov.org/2016/11/14/случайный-лес-random-forest/> (Дата обращения: 22.10.2021)

9. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: Корпоративный портал Томский политехнический университет / лекция. – Режим доступа: [https://portal.tpu.ru/SHARED/i/INNA/umkd/Tab/lek_3.pdf#:~:text=Имитационное%20моделирование%20\(симуляция\)%20-%20это,осуществить%20оптимизацию%20некоторых%20ее%20параметров](https://portal.tpu.ru/SHARED/i/INNA/umkd/Tab/lek_3.pdf#:~:text=Имитационное%20моделирование%20(симуляция)%20-%20это,осуществить%20оптимизацию%20некоторых%20ее%20параметров) (Дата обращения: 13.01.2022)

10. XGBoost [Электронный ресурс]: Университет ИТМО/ Электронные текстовые данные. – Режим доступа: <https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=XGBoost> (Дата обращения: 24.10.2021)

11. Рыжков, Александр. Композиция алгоритмов, основанные на случайном лесе [Электронная версия]: Дипломная работа, Рыжков А.М. / Москва 2015. – Режим доступа: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/d/d8/2015_517_RyzhkovAM.pdf (Дата обращения 8.02.2022)

12. Фонарев, Александр. Обзор алгоритмов бустинга [Электронный ресурс]: Курсовая работы Фонарев А. Ю. / Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики Кафедра Математических Методов Прогнозирования, Москва, 2012. – Режим доступа: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/9/9a/fonarev.overview_of_boosting_methods.pdf (Дата обращения: 24.10.2021)

13. Прогнозирование продаж интернет-магазина с помощью градиентного бустинга [Электронный ресурс]: Научная онлайн конференция Highload / Москва 2018. – Режим доступа: <https://www.highload.ru/moscow/2018/abstracts/4344> (Дата обращения: 29.10.2021)



14. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы
Мокшин В.В.
Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

15. Выбор метрики в машинном обучении (Random forest) [Электронный ресурс]: Блог кампании Деталитика. – Режим доступа: <http://blog.dataalytica.ru/2018/05/blog-post.html> (Дата обращения: 07.11.2021)

А.Ю. Жигалов, И.П. Болодурина, Д.И. Парфенов, Л.С. Гришина

РАЗРАБОТКА ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ СТРУКТУРНЫХ И СЕМАНТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ СУЩНОСТЯМИ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

(Оренбургский государственный университет)

Сегодня наблюдается взрывной рост количества информации, создаваемой людьми и машинами на естественном языке. Аналитическое агентство IDC прогнозирует рост совокупного объема данных, накопленных человечеством, до 163 зеттабайт к 2025 году. Основной частью таких данных являются неструктурированные данные, такие как фотографии, видеозаписи, аудиозаписи, а также тексты на естественном языке. Постоянное увеличение интенсивности потока входящей текстовой информации делает все более важной задачу обработки естественного языка, в частности — русского языка.

Важнейшей проблемой является лексическая многозначность, требующая от машины понимания контекста и предметной области, в которой употребляется каждое многозначное слово [1]. Такие сведения представляются в семантических сетях — специальных высококачественных базах знаний, представляющих машиночитаемые сведения об окружающем мире в виде понятий и связей между ними. Связи между понятиями задают семантическую иерархию, которая позволяет решать различные задачи машинного понимания естественного языка.

В настоящее время обработка естественного языка (Natural language processing, NLP) является наиболее инновационным направлением искусственного интеллекта. При решении многих задач NLP, таких, как распознавание и синтез речи, машинный перевод, классификация текстов, разработка диалоговых систем, в последнее время достигнут значительный прогресс на основе нейросетевых методов машинного обучения [2]. В первую очередь, исследователи занимаются решением универсальных задач, которые могут найти применение в различных областях таких как финансы, медицина, медиа и реклама. К таким задачам можно отнести генерацию продолжения текста (сети GPT-2,



GPT-3, T5 YaLM), поиск ответа на вопрос по тексту, выделение именованных сущностей (на основе разных версий BERT).

Применение в современных работах классических статистических моделей и методов для задач семантического анализа текстов и информационного поиска (например, TF-IDF, LSA) не позволяет решить проблему существенного различия лексического состава текстов, ограниченной лексики, используемой в документах, и лексического состава текстов. Данную проблему можно решить, реализовав семантическое сопоставление текстов, используя принципы дистрибутивной семантики на основе современных нейросетевых моделей языка word2vec, fastText, обучаемых без учителя на больших текстовых корпусах. Данные методы показывают свою эффективность в задачах определения семантической близости и разрешения лексической многозначности, в том числе и для русского языка, что подтверждается результатами соревнований в рамках семинара RUSSE [3, 4].

Целью данной работы является разработка графовой модели структурных и семантических отношений между сущностями различных слабоструктурированных документов информационных систем, необходимых для интеллектуальной обработки больших данных, на примере электронных медицинских карт пациентов.

Автоматизированные медицинские информационные системы позволяют быстро и эффективно наладить электронный документооборот, выстраивать работу с пациентом, вести оперативный учет работы административного персонала, контролировать все организационные и финансовые вопросы. Пример Оренбургской МИС представлен на рисунках 1-2.

Рис. 1. Шаблон дневника пациента на приеме

В протоколе дневника пациента 3 части: данные, анамнез жизни и данные объективного исследования. На первой странице заполняются жалобы больного, анамнез заболевания, диагноз и план обследования.



Рис. 2. Пример заполнения данных из дневника пациента

Анамнез жизни содержит уже информацию о наследственности, вредных привычках и тд. В рамках данной работы предполагается разработка модуля автоматического преобразования xml-документа и вытягивания основной информации посредством рекурсивного обхода и анализа всех веток разметки в единую графовую модель, характеризующую взаимоотношения между медицинской организацией, пациентом, случаем лечения и посещениями МО.

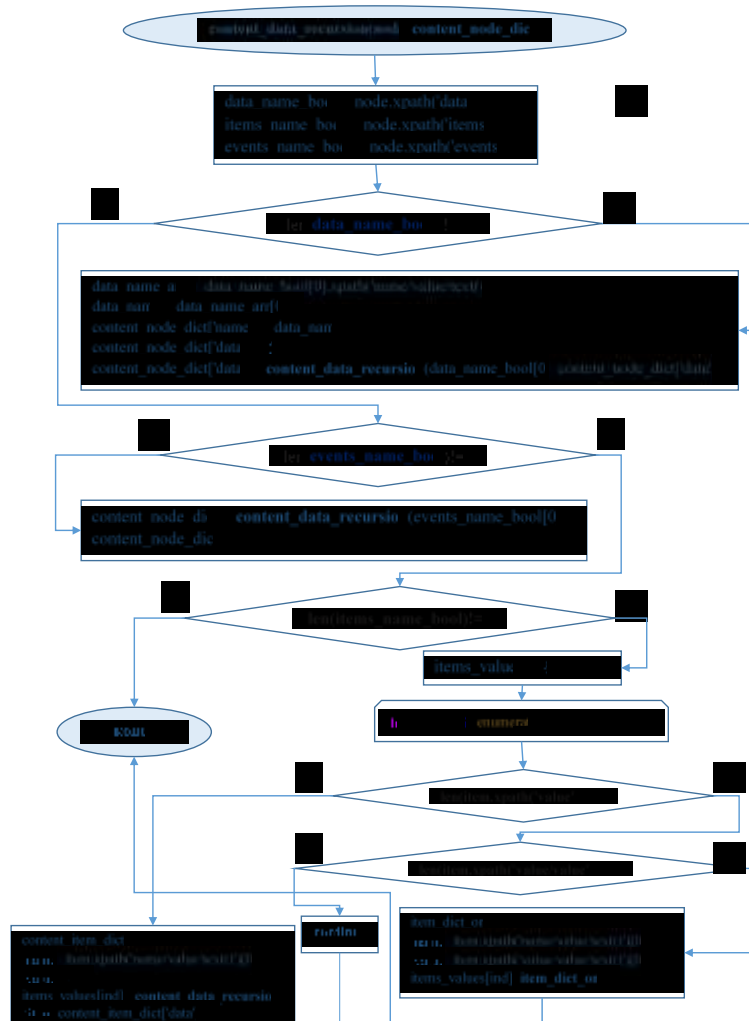


Рис. 3. Модуль DictParseModule автоматического преобразования xml-документа в единую графовую модель



В основе модуля DictParseModule выделения информации разношаблонных xml-протоколов лежит подход к рекурсивному перебору узлов xml, с последовательным анализом наличия содержимого (рис. 3). Отличительной особенностью предлагаемого подхода - является создание дерева записи оказанной услуги в МО, позволяющей проанализировать взаимосвязь некоторых факторов внутри документа.

Таким образом, в рамках данной работы построена графовая модели структурных и семантических отношений между сущностями различных слабоструктурированных документов информационных систем, необходимых для интеллектуальной обработки больших данных, на примере электронных медицинских карт пациентов (рис. 4).

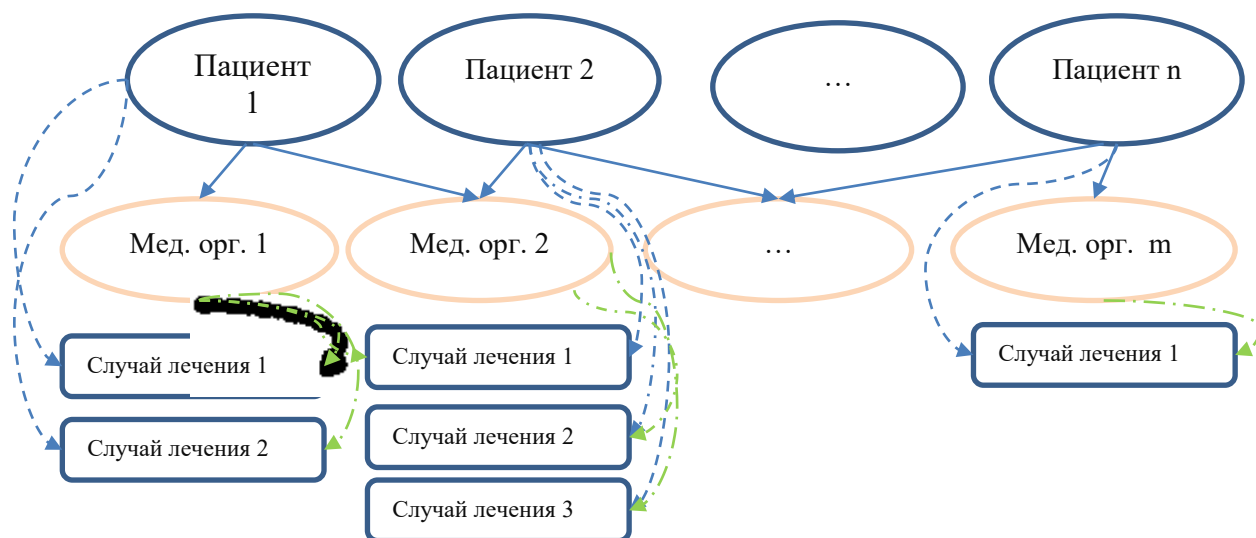


Рис. 4. Графовая модель структурных и семантических отношений МИС

Дальнейшее направление исследования включает разработку интеллектуального алгоритма автоматического выделения основных терминов в русскоязычном тексте на основе нейросетевых методов суммаризации, основанных на трансферном обучении предобученных моделей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-07-01065) и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (№ МК-258.2022.1.6), а также стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (№ СП-919.2022.5).

Литература

1. Пикалёв Я. С. Обзор архитектур систем интеллектуальной обработки естественно-языковых текстов // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – №. 4(17) – С. 45–68.
2. Батура Т. Методы автоматической классификации текстов. Международный журнал Программные продукты и системы. – 2017. – Т. 23. – С. 85–99.



3. Arefyev, N.V. Evaluating Three Corpus based Semantic Similarity Systems for Russian / N.V. Arefyev, A.I. Panchenko, A.V. Lukanin // Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference Dialogue 2015 (Moscow, RGGU) . – 2015. – Vol. 2. – P. 106–118.

4. A. Panchenko A. The First Workshop on Russian Semantic Similarity // Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference Dialogue 2015 (Moscow, RGGU). – 2015. – Vol. 2. – P. 89–105.

А.И. Иванов

СИНТЕЗ НОВЫХ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ И ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ИМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОНОВ ДЛЯ МАЛЫХ ВЫБОРОК

(АО «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт»)

К сожалению, созданные в 20 веке статистические критерии для проверки гипотез нормальности или равномерности данных, ориентированы на большие выборки. В биометрии, медицине, экономике, во многих случаях, приходится работать с малыми выборками, например, в 16 опытов. В связи с этим возникла задача параллельного использования множества разных статистических критериев [1, 2] при анализе одной малой выборки. Каждому классическому критерию создается эквивалентный нейрон. Чем больше статистических критериев (эквивалентных искусственных нейронов) используется, тем выше достоверность, принимаемых решений, обобщающей сетью искусственных нейронов. При этом желательно синтезировать новые статистические критерии. Для синтеза может быть использован классический критерий Джинни, тогда новые критерии создаются дифференцированием входных случайных данных.

Таблица 1. Классический критерий Джинни и три его новых дифференциальных аналога

1	$D = \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{P}(x) - P(x) dx$	$P_{EE} = 0.423$	$\text{corr}(D, dD) = -0.029$ $\text{corr}(D, d^2D) = -0.0047$ $\text{corr}(D, d^3D) = 0.0367$ $\text{corr}(dD, d^2D) = 0.894$ $\text{corr}(dD, d^3D) = 0.805$ $\text{corr}(d^2D, d^3D) = 0.888$
2	$dD = \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{p}(x) - p(x) dx$	$P_{EE} = 0.039$	
3	$d^2D = \int_{-\infty}^{\infty} \left \frac{d(\tilde{p}(x))}{dx} - \frac{d(p(x))}{dx} \right dx$	$P_{EE} = 0.047$	
4	$d^3D = \int_{-\infty}^{\infty} \left \frac{d^2(\tilde{p}(x))}{(dx)^2} - \frac{d^2(p(x))}{(dx)^2} \right dx$	$P_{EE} = 0.082$	
.....			



Из таблицы 1 видно, что новые дифференциальные аналоги уменьшают вероятности ошибок первого и второго рода $P_1=P_2=P_{EE}$ (наблюдаем снижение от 10 до 5 раз по сравнению с их критерием-родоначальником).

Программная реализации на языке MathCAD первого дифференциального аналога - dD и результаты численного моделирования приведены на рисунке 1.

Технический прием по переходу от сравнения теоретической функций вероятности с экспериментальной функцией к сравнению их плотностей распределения и их производных более высоких порядков применим и для других статистических критериев. В таблице 2 размещены данные, отражающие характеристики дифференциальных вариантов критерия Ватсона.

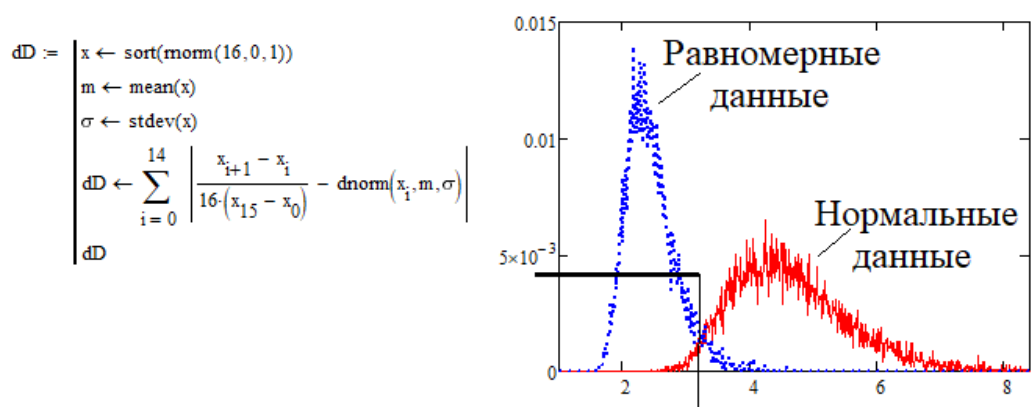


Рис. 1. Дифференциальный аналог - dD классического интегрального критерия Джинни

Таблица 2. Классический критерий Ватсона и три его новых дифференциальных аналога

1	$W = \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \tilde{P}(x) - P(x) - \int_{-\infty}^x \{ \tilde{P}(x_1) - P(x_1) \} dx_1 \right\}^2 dx$	$P_{EE}=0.167$
2	$dW = \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \tilde{p}(x) - p(x) - \int_{-\infty}^x \{ \tilde{p}(x_1) - p(x_1) \} dx_1 \right\}^2 dx$	$P_{EE}=0.037$
3	$d^2W = \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \frac{d(\tilde{p}(x))}{dx} - \frac{d(p(x))}{dx} - \int_{-\infty}^x \left\{ \frac{d(\tilde{p}(x_1))}{dx_1} - \frac{d(p(x_1))}{dx_1} \right\} dx_1 \right\}^2 dx$	$P_{EE}=0.043$
4	$d^3W = \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \frac{d^2(\tilde{p}(x))}{d^2x} - \frac{d^2(p(x))}{d^2x} - \int_{-\infty}^x \left\{ \frac{d^2(\tilde{p}(x_1))}{d^2x_1} - \frac{d^2(p(x_1))}{d^2x_1} \right\} dx_1 \right\}^2 dx$	$P_{EE}=0.064$
		

Таким образом, число сегодня применяемых статистических критериев может быть существенно увеличено за счет перехода от обычных критериев к использованию их интегро-дифференциальных аналогов.

Литература

1. Иванов А.И., Банных А.Г., Безяев А.В Искусственные молекулы, собранные из искусственных нейронов, воспроизводящих работу классических



статистических критериев. // Вестник пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2020 № 1 (48), с.26-32

2. Иванов А.И. Искусственные математические молекулы: повышение точности статистических оценок на малых выборках (программы на языке MathCAD): препринт // Пенза, из-во «Пензенского государственного университета», 2020 г., 36 с. ISBN 978-5-907262-42-3.

Сардор Каримов Илхом угли

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ SENTINEL-2

(Санкт-Петербургский государственный университет)

Аннотация. Прогнозирование изменчивости урожая в пределах поля может помочь фермерам принимать правильные решения в различных ситуациях. Текущие достижения в области дистанционного зондирования и доступность изображений высокого разрешения, высокой частоты и бесплатных изображений Sentinel-2 улучшают внедрение точного земледелия для более широкого круга фермеров.

Ключевые слова. Deep learning, XGBoost, LightGBM, зондирования, Sentinel

Введение

Цель этой статьи — создать модель, способную оценить урожайность полей в Восточной Азии. Дан временной ряд изображений Sentinel 2 и климатических переменных. Модель сможет оценить пространственную изменчивость урожайности зерна кукурузы в тоннах на акр.

Данные Sentinel-2 открывают новые возможности для регионального, а также глобального сельскохозяйственного мониторинга, позволяя просматривать Землю в 12 спектральных диапазонах с пространственным разрешением 10–20 м, с глобальным охватом и 5-дневной периодичностью повторных посещений и совместимыми с текущие и исторические миссии Landsat. Мониторинг свойств почвы и состояния посевов, наряду с картированием обработки почвы, помогает исследователям и фермерам оценивать землепользование, прогнозировать урожай, отслеживать сезонные изменения и помогать в реализации политики устойчивого развития. С ростом числа доступных источников спутниковых данных, многие из которых можно использовать бесплатно, потенциал огромен (Sentinel-hub, 2021) [1].

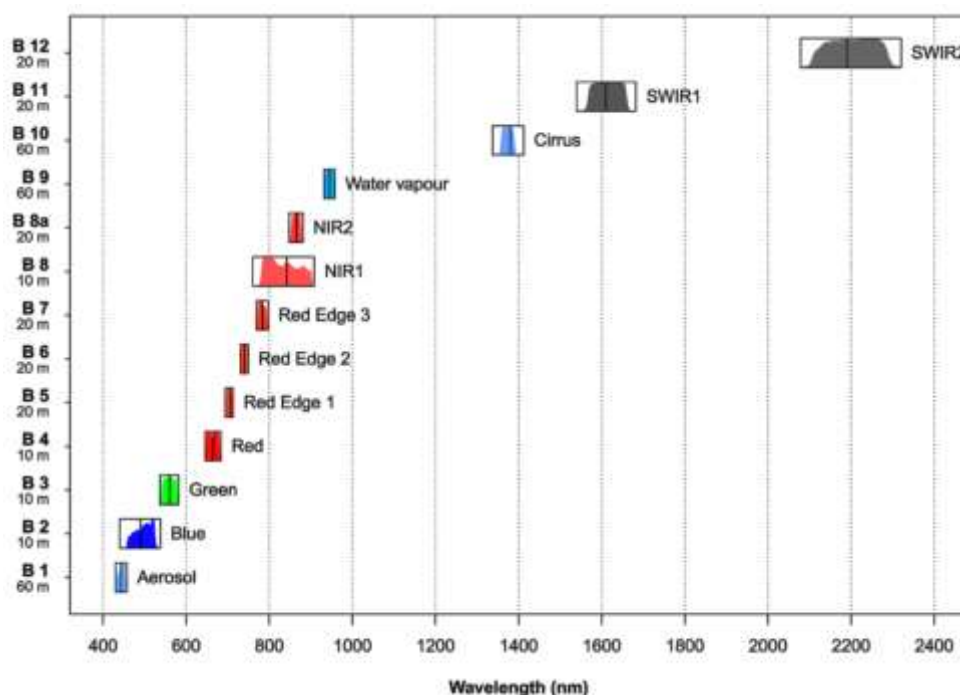


Рис. 1. Важные полосы Sentinel-2 для прогнозирования урожайности кукурузы

После того, как каждая модель была обучена и использована для прогнозирования, была рассчитана важность всех функций, используемых для прогнозирования. Было обнаружено, что значимые полосы Sentinel-2, которые в большей степени способствовали точности модели, были в основном полосами с красным краем, особенно с красным краем 3 (полоса 7). Кроме того, коротковолновый инфракрасный диапазон (диапазон 10), также известный как Cirrus, и узкий ближний инфракрасный диапазон (диапазон 8A) были полезны для модели прогнозирования[3].

Значимые индексы вегетации для прогнозирования урожайности кукурузы

Я использовал различные спектральные индексы растительности (VI), которые обнаружил в репозитории пользовательских скриптов Sentinel. Однако из 40 различных VI я обнаружил, что 25 были значимы только в отношении прогнозирования урожайности кукурузы. В таблице 1 ниже представлен кандидат VI, используемый при оценке урожайности. Значение этих вегетационных индексов было выявлено в недавних исследованиях, посвященных спутниковой оценке урожайности и урожайности сельскохозяйственных культур. Однако мой обзор показал, что вегетационные индексы, тесно связанные с урожайностью, часто включали длины волн с красным краем или были разработаны так, чтобы быть чувствительными к содержанию хлорофилла в растительном покрове. Заметив это, я решил использовать функцию в скрипте, написанном победителями конкурса Crop Yield Prediction Challenge. Функция получает важные характеристики из трех красных полос изображений Sentinel-2[4].



Таблица 1 - Значимые индексы растительности для прогнозирования урожайности кукурузы

INDICES	FORMULA
NDVI	$(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$
SAVI	$((\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED} + \text{L})) * (1 + \text{L})$
ARVI	$(\text{NIR} - (2 * \text{Red}) + \text{Blue}) / (\text{NIR} + (2 * \text{Red}) + \text{Blue})$
GCI	$(\text{NIR}) / (\text{Green}) - 1$
NDWI	$(\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$
RVI	$(\text{NIR} / \text{RED})$
OSAVI	$((1.0 + 0.16) * (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red} + 0.16))$
SLAVI	$\text{NIR} / (\text{Red} + \text{SWIR2}))$
NPCRI	$(\text{Red} - \text{Blue}) / (\text{Red} + \text{Blue})$
SCI	$(\text{SWIR1} - \text{NIR}) / (\text{SWIR1} + \text{NIR})$
SARVI	$(1.0 + \text{L}) * (\text{NIR} - (\text{Rr} - \gamma * (\text{RB} - \text{Rr}))) / (\text{NIR} + -(\text{Rr} - \gamma * (\text{RB} - \text{Rr})) + \text{L})$
NDMI	$(\text{NIR} - \text{SWIR1}) / (\text{NIR} + \text{SWIR1})$
EVI_2	$2.5 (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{C2} * \text{Blue} + \text{I})$
GNDVI	$(\text{NIR} - \text{Green}) / (\text{NIR} + \text{Green})$
NDRE1	$(\text{Red\_Edge2} - \text{Red\_Edge1}) / (\text{Red\_Edge2} + \text{Red\_Edge1})$
SeLI	$(\text{Near\_infrared\_narrow} - \text{Red\_Edge1}) / (\text{Near\_infrared\_narrow} + \text{Red\_Edge1})$
SAVI2	$\text{NIR} / (\text{Red} + \text{b} / \text{a})$
AFRI2100	$\text{NIR} - 0.5 * \text{SWIR2} / (\text{NIR} + 0.56 * \text{SWIR2})$
BSI	$((\text{SWIR1} + \text{Red}) - (\text{NIR} + \text{Blue})) / ((\text{SWIR1} + \text{Red}) + (\text{NIR} + \text{Blue}))$
EVI	$2.5 (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{C1} * \text{RED} - \text{C2} * \text{Blue} + \text{I})$
Red Edge NDVI 705	$(\text{NIR} - \text{Red\_Edge1}) / (\text{NIR} + \text{Red\_Edge1})$
MTCI	$(\text{Red\_Edge2} - \text{Red\_Edge1}) / (\text{Red\_Edge1} - \text{Red})$
MSI	$(\text{SWIR}) / (\text{NIR})$
BWDRVI	$(0.1 * \text{NIR} - \text{Blue}) / (0.1 * \text{NIR} + \text{Blue})$
CCCI	$((\text{NIR} - \text{NIR} - \text{Red\_Edge1}) / (\text{NIR} + \text{Edge1})) / ((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}))$

В предоставленном наборе данных климатические переменные были получены из TerraClimate. TerraClimate — это набор данных о ежемесячном климате и климатическом водном балансе земной поверхности мира за период с 1958 по 2019 год. Данные TerraClimate имеют месячное временное разрешение и пространственное разрешение ~4 км (1/24 градуса).

Данные о почве для статьи были получены из ISRIC World Soil Information. Каждый актив данных сетки почвы представляет собой изображение с 6 каналами, по каналу для каждой глубины (0–5 см, 5–15 см, 15–30 см, 30–60 см, 60–100 см, 100–200 см). Однако данные о почве для соревнований содержали только полосы глубиной от 5 до 15 см.



Экспериментальная часть

Моделирование

```
# import libraries
import pandas as pd
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
import lightgbm as lgb
import sklearn
from lightgbm import LGBMRegressor
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
import random
RANDOM_STATE = 42
import pprint
import seaborn as sns
pd.set_option('display.max_columns', None)
```

Рис. 2. Импорт библиотек

Функция сокращает использование памяти, преобразовывая тип данных каждого столбца к минимуму — например, с плавающей запятой 64 в число с плавающей запятой 16. Это связано с тем, что более высокий тип данных потребляет больше памяти по сравнению с более низкими типами данных, такими как float16.

```
link = 'C:/Crop Yield Prediction/'
train_df = pd.read_csv(link + 'Train.csv') # training dataframe
test_field_ids_years_df = pd.read_csv(link + 'test_field_ids_with_year.csv') # years for the test fields
add_info_df = pd.read_csv(link + 'fields_w_additional_info.csv') # additional soil and climate information
sample_sub_df = pd.read_csv(link + 'SampleSubmission.csv')
```

Рис. 3. Загрузка наборов данных

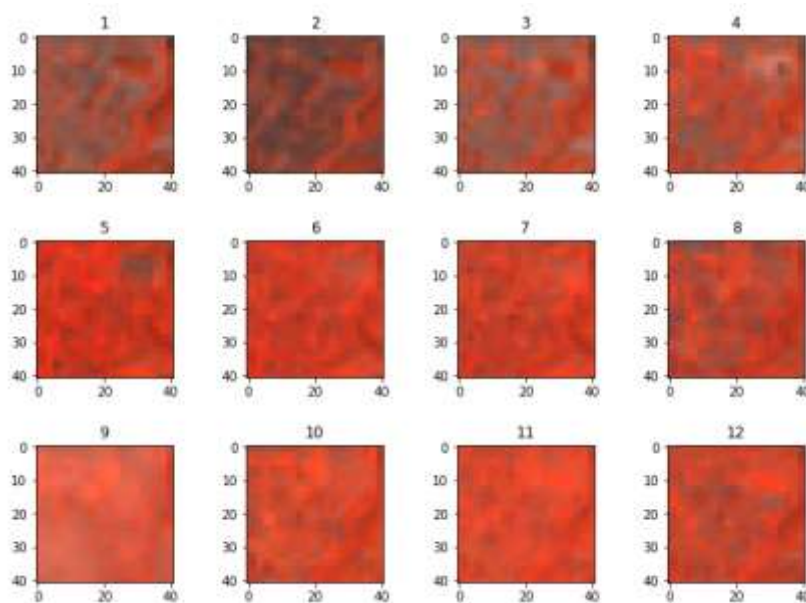


Рис. 4. Просмотр изображений в искусственных цветах в течение 12 месяцев



Предложение по разработке функций:

1. Указать полосы интереса и средние центральные точки
2. Средние климатические значения за 4 года по месяцам сезона кукурузы для некоторых климатических переменных
3. Создать статистику для индексов растительности, охватывающую весь снимок Sentinel-2.
4. Использование важных индексов растительности
5. Создать статистики из индексов растительности (макс., мин., медиана)
6. Создайте медианные функции из красных полос

```
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
for i in range(12):
    train_sampled["NDVI_mean_{}".format(i)] = (train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] - train_sampled[str(i) + "_S2_B02"]) / (train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] + train_sampled[str(i) + "_S2_B02"])

Enhanced Vegetation Index (EVI)
for i in range(12):
    train_sampled["EVI_mean_{}".format(i)] = 2.5 * ((train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] - train_sampled[str(i) + "_S2_B02"]) / (train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] + train_sampled[str(i) + "_S2_B02"])) * (1 + train_sampled[str(i) + "_S2_B01"]))

Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)
for i in range(12):
    train_sampled["SAVI_mean_{}".format(i)] = ((train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] - train_sampled[str(i) + "_S2_B02"]) / (train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] + train_sampled[str(i) + "_S2_B02"])) * (1 + train_sampled[str(i) + "_S2_B01"]))

Atmospherically Resistant Vegetation Index (ARVI)
for i in range(12):
    train_sampled["ARVI_mean_{}".format(i)] = ((train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] - 2 * train_sampled[str(i) + "_S2_B02"]) / (train_sampled[str(i) + "_S2_B04"] + train_sampled[str(i) + "_S2_B02"])) * (1 + train_sampled[str(i) + "_S2_B01"]))
```

Рис. 5. Разработка признаков с использованием индексов

Обработка и подготовка — данные и характеристики:

1. Применение функции «Указать полосы интереса» и «Средние центральные точки».
2. Применение функцию уменьшения использования памяти
3. Применение функцию «Средние климатические значения за 4 года».
4. Применение статистику для индексов, охватывающих всю функцию изображения Sentinel-2.
5. Применение функцию индексов растительности
6. Применение функцию «Статистика из индексов растительности».
7. Применение функцию Срединные характеристики красных полос.

Из-за математических операций, выполняемых с данными, могут возникать пропущенные значения. Чтобы обнаружить, присутствуют ли пропущенные значения в данных — пропущенные значения были проверены на наличие [5].

Обучение и тестирование

Был реализован алгоритм XGBoost. XGBoost — это алгоритм, который в последнее время доминирует в прикладном машинном обучении для структу-



рированных или табличных данных. XGBoost — это реализация деревьев решений с градиентным усилением, разработанных для обеспечения скорости и производительности. Говоря о скорости выполнения, XGBoost быстр. Действительно быстро по сравнению с другими реализациями повышения градиента. XGBoost доминирует над структурированными или табличными наборами данных в задачах моделирования классификации и регрессионного прогнозирования.

```
from sklearn.model_selection import KFold
import xgboost as xgb
from sklearn.metrics import mean_squared_error

X, y = train_sampled.drop(['Field_ID'],axis=1), train_df['Yield']

kf = KFold(n_splits=5,shuffle=True,random_state=160)
feats = pd.DataFrame({'features': X.columns})
gbm_predictions = []
cv_score_ = 0
oof_preds = np.zeros((train_df.shape[0],))

for i, (tr_index, test_index) in enumerate(kf.split(X,y)):
    print()
    print(f'##### FOLD {i+1} / {kf.n_splits} ')

    X_train,y_train = X.iloc[tr_index,:],y[tr_index]
    X_test,y_test = X.iloc[test_index:],y[test_index]

    gbm = xgb.XGBRegressor(eval_metric = 'rmse',n_estimators =
2000,learning_rate = 0.001,seed=162,random_state =
162,colsample_bytree=0.65)

    gbm.fit(X_train,y_train,eval_set = [(X_test,
y_test)],early_stopping_rounds = 200,verbose=100)
```

Рис. 6. Алгоритм XGBoost

Могут быть реализованы другие деревья решений с градиентным усилением, такие как LightGBM. Однако для дальнейшего повышения точности модели прогнозирования урожайности необходимо использовать дополнительные приемы для создания более важных функций, а настройка гиперпараметров модели также добавит возможности прогнозирования модели.

```
model = lgb.LGBMRegressor(n_estimators=1000)
model.fit(X_train, y_train,
          eval_set=[(X_test, y_test)],
          early_stopping_rounds=10)
# Score with RMSE
print(" ")
print('Score:', mean_squared_error(y_test, model.predict(X_test), squared=False))
```

Рис. 7. Алгоритм LightGBM



Заключение

Мы предлагаем прозрачную и переводимую систему прогнозирования урожайности на основе спутниковых изображений Sentinel-2, чтобы удовлетворить насущную потребность адаптироваться к растущей нестабильности в глобальном поставках продовольствия. Мы создаем собственную систему маркировки для интерпретируемых результатов классификации и проводим первоначальную пробную фазу классификации системы. Наша методология основана на предыдущей работе по классификации изображений и прогнозированию урожайности путем классификации нескольких глобальных основных сельскохозяйственных культур, а также включения слоя актуальных атмосферных данных, необходимых для точного прогнозирования урожайности. Первоначальные результаты классификации, которые мы получаем, сопоставимы с различными методами ансамбля, проверенными на спутниковых снимках Sentinel-2, а наши результаты перекрестной проверки показывают еще большую точность в четырех из пяти проверенных мест, а также указывают на потенциальные улучшения сбора данных. Что наиболее важно, процедура классификации и уровень дополнительных данных могут быть применены к практическим вариантам использования.

Литература

1. ESA Earth Observation Portal. Available at: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/copernicus-sentinel-2/> (accessed 30. 06. 2021)
2. Copernicus Open Access Hub. Available at: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/> (accessed 02. 07. 2021)
3. В.М.Гришкин, С.И.Каримов. / Сравнение данных мультиресурсного дистанционного зондирования для вегетационных индексов / Advanced Information Technologies and Scientific Computing. (PIT 2021). 14-с.
4. В.М.Гришкин, С.И.Каримов. / Models and methods of data processing remote sensing / The American journal of Engineering and technology. ISSN 2689-0984. Volume 3. 2021.
5. В.М.Гришкин, С.И.Каримов. / Общее описание приема и изучения данных, поступающих через спутник / Труды III Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Брянского государственного инженерно-технологического университета «ЦИФРОВОЙ РЕГИОН: ОПЫТ, КОМПЕТЕНЦИИ, ПРОЕКТЫ» Брянск. 2020. 1044-с.
6. Grishkin V.M., Karimov S.I. / Use of satellite imagery and index control to monitor and analyze the agricultural lands of Bukhara region, which is a world historical heritage / 1st International Conference on Problems and Perspectives of Modern Science(ICPPMS-2021).



Н.А. Костин, А.А. Белоусов

РЕАЛИЗАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ КУРСА КРИПТОВАЛЮТ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ АВТОРЕГРЕССИИ.

(Самарский университет)

Задача прогнозирования временных рядов долгое время актуальна для самых различных приложений. Многочисленные исследования данной темы показали, что поиск индивидуального алгоритма, который лучше всего работает для всех возможных сценариев, безнадежен. Поэтому вместо того, чтобы стремиться к разработке единого улучшенного алгоритма, текущие исследовательские усилия сместились в сторону более глубокого понимания причин, по которым метод прогнозирования может работать хорошо в одних условиях, а в других терпеть неудачу.

Цель данной работы заключается в реализации и исследовании решения задачи прогнозирования динамики курса криптовалют с помощью моделей авторегрессии.

Методология, реализованная в данной работе, заключается в прогнозировании динамики курса с использованием авторегрессионного интегрированного скользящего среднего (модель ARIMA) и сравнение результатов ее работы с прогнозами алгоритма долгосрочной кратковременной памяти (LSTM) [1].

Посредством исследовательского анализа наши усилия были направлены на выявление связей между рядом переменных в данном наборе данных криптовалюты и на оценку наличия корреляций, которые могли бы помочь понять природу цены Биткойн [2]. Впоследствии, посредством применения различных методов, в работе ставилась задача рассмотреть следующий вопрос исследования: «эффективны ли модели авторегрессии в прогнозировании цены криптовалюты».

Поскольку предсказать точную цену очень сложно, мы упростили проблему. Мы пытаемся предсказать, будет ли цена расти, уменьшаться или оставаться неизменной в определенных пределах. То есть формально задачу можно описать следующим уравнением:

$$m[t] = \begin{cases} \text{Down, if } \frac{p[t]}{p[t-1]} < T^- \\ \text{Stay, if } \frac{p[t]}{p[t-1]} \geq T^- \text{ and } \frac{p[t]}{p[t-1]} \leq T^+ \\ \text{Up, if } \frac{p[t]}{p[t-1]} > T^+ \end{cases}$$

В данной формуле t является хронологическим индексом сделки, $m[t]$ — это движение цены Биткойна в момент времени t , а $p[t]$ — это цена Бит-



койна в долларах США в момент времени t . T - и $T+$ — это нижний и верхний порог соответственно.

Описание разработанного алгоритма для модели ARIMA.

Во-первых, нам необходимо проверить стационарность исходного временного ряда в уровнях (с трендом и без тренда) и то же самое для первых различий. Для этого был использован расширенный тест Дики – Фуллера (ADF) [3].

Анализируя результаты, мы заключили, что цена биткойна не является стационарной по уровню (так как мы не отвергаем нуль, то есть существование единичного корня), но является стационарной в первом отклонении (поскольку мы отвергаем нулевое существование единичного корня), благодаря сравнению статистики ADF со всеми критическими значениями.

Далее мы построили графики автокорреляционной функции (ACF) и частичной автокорреляционной функции (PACF) и проанализировали их и первые отклонения этого временного ряда соответственно. Из анализа коррелограммы мы выяснили, что $p = 1$ или $p = 2$ будет порядком авторегрессионной части модели ARIMA.

Для выбора наиболее подходящей модели ARIMA, нами была использована оценка информационным критерием Акаике (AIC) для каждой комбинации p , d , q . В нашем случае минимальный критерий AIC является оптимальным и гласит, что наиболее подходящей моделью для нашего набора данных является ARIMA (1,1,1) [4].

Авторегрессия первого порядка (AR (1)), как и процесс скользящего среднего (MA (1)) являются статистически значимыми, поскольку их коэффициенты отличаются от нуля. Данный вывод мы можем сделать благодаря анализу связанных p -значений (приблизительно равных нулю, то есть ниже, чем любой уровень значимости).

Описание алгоритма и функционирования элементов модели LSTM.

Во-первых, элемент забывания соглашается с тем, какая информация должна храниться в обновлении до следующего шага. Информация из предыдущего скрытого состояния и текущий ввод объединяются с помощью сигмоидальной функции. Значения находятся в диапазоне от 0 до 1. Если значения ближе к 0, то они забываются, а если к 1, то сохраняются.

Во-вторых, необходимо передать предыдущее скрытое состояние и текущий входной элемент в сигмовидную функцию для преобразования значений между 0 и 1, которые означают либо не важность, либо важность, соответственно.

Затем также необходимо передать скрытое состояние и текущее входное состояние в функцию $\tanh$, чтобы сжать значения между -1 и 1. После умножения обоих выходов сигмовидный выход будет решать, какая информация важна. В этот момент существуют условия для умножения состояния ячейки на вектор забывания. Это может привести к падению некоторых значений, если мы умножим их на значения, близкие к нулю. Затем он принима-



ет выходной сигнал от входа и делает точечное дополнение, чтобы обновить состояние ячейки с важной информацией, которая дает нам новое состояние ячейки. Наконец, выходной элемент решает, каким должно быть следующее скрытое состояние. Скрытое состояние содержит информацию из предыдущих входных состояний. Необходимо передать предыдущее скрытое состояние и текущий ввод в сигмовидную функцию, а измененное состояние ячейки – в функцию $\tanh$. После необходимо умножить их, чтобы решить, какую информацию будет хранить скрытое состояние. Выходной элемент является скрытым состоянием.

Сравнение полученных результатов.

Результаты показывают, как модели LSTM и ARIMA работают при прогнозировании цен на биткойн. Каждая модель прогнозирует цену биткойна с точки зрения значения ошибки прогнозирования как для RMSE, так и для MAE [5, 6].

Используя F_t в качестве значения прогноза, A_t в качестве фактического значения и n в качестве количества временных шагов, MAE и RMSE [6] могут быть определены следующим образом в уравнениях (1) и (2):

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n}; \quad 1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}}. \quad 2)$$

RMSE с использованием моделей ARIMA и LSTM составляет 4725 и 361 соответственно, что дает улучшение в среднем на 4364 ошибки, достигнутых с использованием LSTM. В то же время, MAE показывает среднее снижение ошибок на 3867 от ARIMA до модели LSTM. Эти результаты ясно показывают, что модель LSTM улучшила прогнозы ARIMA в среднем на 92% и 94%, согласно RMSE и MAE. Детали результатов можно наблюдать в таблице 1.

Таблица 1 – RMSE и MSE ошибки прогнозирования для моделей ARIMA и LSTM

Предсказание	RMSE		% Ре- дукции	MAE		% Ре- дукции
	ARIMA	LSTM		ARIMA	LSTM	
Цена биткойна	4725	361	92%	4106	239	94%

Для обеих моделей временные ряды были разделены на данные обучения и тестирования - 83,5% и 16,5% соответственно, чтобы сравнить их. В



случае модели ARIMA наилучшей подходящей моделью была ARIMA (1,1,1) с использованием минимальных критериев AIC. Эта модель дает правильный прогноз направления, однако прогнозные значения постоянно ниже реальных наблюдений.

Несмотря на то, что эта работа дает ожидаемые результаты, следует отметить некоторые ограничения. Во-первых, размер данных является относительно коротким, и алгоритм LSTM работает лучше в случаях более длинных временных рядов. Во-вторых, цены на биткойны не корректируются сезонно. Временной ряд цен на биткойны представляет сезонность в несколько месяцев, и даже в выходные дни пользователи, как правило, совершают больше транзакций, чем в будние дни. После устранения сезонности временные ряды будут чище, и будут получены более высокие показатели прогнозирования. В-третьих, ежедневные данные создают большую волатильность для ряда, чем можно было бы пожелать. Следовательно, еженедельные данные также могут помочь повысить точность прогнозов.

Чрезвычайная волатильность, связанная с биткойном, представляет определенные проблемы для этой криптовалюты. В данной работе было обращено внимание на потенциальные преимущества использования методов глубокого обучения для прогнозирования цен на криптовалюту. Результаты исследования показывают, что прогнозы LSTM имеют лучшую точность с точки зрения ошибок прогнозирования: RMSE и MAE, они показывают улучшение в среднем на 92% и 94%, соответственно, относительно модели ARIMA.

Литература

1. Namin S. S. Forecasting Economics and Financial Time Series: ARIMA vs. LSTM [Текст] / S. S. Namin, A. S. Namin // Unpublished thesis of KTH. – 2018. – Vol. 1(1). – P. 1-22.
2. Aalborg H.A. What Can Explain the Price, Volatility and Trading Volume of Bitcoin? [Текст] / H.A. Aalborg, P. Molnár, J.E. de Vries // Finance Research Letters. – 2019. – Vol. 29(1). – P. 255-265.
3. Dickey D.A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root [Текст] / D.A. Dickey, W.A. Fuller // Journal of the American Statistical Association. – 1979. – Vol. 74(336a). – P. 427-431.
4. A Statistical Analysis of Cryptocurrencies [Текст] / S. Chan, J. Chu, S. Nadarajah, J. Osterrieder // Journal of Risk and Financial Management. – 2017. – Vol. 10(2). – P. 1-23.
5. Anticipating Cryptocurrency Prices Using Machine Learning [Текст] / L. Alessandretti, A. ElBahrawy, L.M. Aiello, A. Baronchelli // Complexity: Hoboken. – 2018. – Vol. 2018(1). – P. 1-16.
6. Chai T. Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute Error (MAE)? – Arguments Against Avoiding RMSE in the Literature [Текст] / T. Chai, R.R. Draxler // Geoscientific Model Development. – 2014. – Vol. 7(1). – P. 1247-1250.



Е.С. Легостаева, Л.А. Великанова, В.Ю. Легостаева

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРЬЕРА ОФИСА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

(Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил,
Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А.Гагарина)

Применение технологии виртуальной реальности (англ. virtualreality – VR) для разработки интерьера позволяет не просто увидеть план помещения в виде «плоского» чертежа, но и рассмотреть каждую деталь будущего интерьера с любых сторон, оценить удобство расположения мебели, офисного оборудования, существенно сокращая трудоемкость проектирования и количество возможных субъективных ошибок. В связи с этим предлагается разработать автоматизированную систему проектирования интерьера офисных помещений с использованием технологии виртуальной реальности.

Программа Planner5d, часто используемая для разработки интерьера офиса, является веб-ориентированным приложением, в котором из предложенных моделей мебели можно составить схему проектирования. Она базируется на библиотеке Three.js, которая является легковесной кроссбраузерной библиотекой JavaScript, используемой для разработки и отображения анимированной компьютерной 3D графики при проектировании веб-приложений.

Указанная программа обладает существенными недостатками. Во-первых, при работе с приложением имеется ограниченное количество моделей интерьера для проектирования. Во-вторых, готовый проект нельзя экспортировать для дальнейшей работы с ним в других программах. Из этого вытекает третий недостаток – среднее качество графика проекта. Поскольку продукт «Planner5d» является веб-ориентированным и цель продукта – охватить большую часть пользователей, то для быстрой прорисовки 3d объектов используются низко-полигональные объекты с низким разрешением текстур. Из-за этого конечный проект получается не фотореалистичным и качество картинки предполагает схематичное представление интерьера [1].

Виртуальная реальность (VR) – термин, которым пользуются при описании технологий, существенно повышающих качество погружения пользователя в виртуальное пространство [2]. Речь идет о виртуальных интерьерах, поэтому рассматриваем устройства, которые визуальнo погружают человека в VR.

На данный момент можно выделить 3 основные категории современных технологий отображения виртуальной реальности:

Desktop VR – самый простой и на данный момент самый не актуальный тип программ VR, который для визуализации использует просто монитор;

FishTank VR – система, поддерживающая движения головой, что улучшает погружение в виртуальную реальность, но также используется монитор и не поддерживается связь с пользователем;



Immersivesystems – системы виртуальной реальности, позволяющие окунуться в ВР, генерация происходит с использованием HeadMountedDisplay (HMD), шлема виртуальной реальности, поддерживающего стереоскопические представления сцен в зависимости от положения пользователя.

Рассмотрим несколько популярных ВР шлемов для данной разработки. OculusRift – очки виртуальной реальности, предоставляющие более широкое поле зрения, чем более ранние разработки [3]. Цена данного продукта начинается от 43 тысячи рублей. Данный ВР шлем имеет хорошие характеристики, хотя его цена немного завышена из-за присутствия большого количества датчиков. Одним из главных плюсов является универсальность девайса.

HTC Vive – гарнитура виртуальной реальности совместной разработки ValveCorporation и HTC. Цена данного продукта от 54 тысяч рублей. Это достойный конкурент ВР очкам OculusRift, но ценовая политика у данного продукта еще выше.

Samsung HMD Odyssey – гарнитура смешанной реальности на платформе WindowsMixedReality. Благодаря простой и быстрой настройке, отличному качеству изображения и дисплеям высокого разрешения Samsung HMD Odyssey показывает новый уровень качества устройств виртуальной реальности. Цена данного продукта в среднем 32 тысячи рублей. Разработчикам удалось устранить эффект сетчатой картинки и сделать изображение максимально четким и сократить расстояние между пикселями почти на 50%. Samsung Odyssey предлагает конкурентоспособные визуальные возможности, что делает эти очки достойным выбором из всех доступных на рынке за цену значительно ниже.

Вышеперечисленные модели ВР очков – главные конкуренты на этом рынке. Очки от производителя Samsung имеют превосходство, как в ценовой политике, так и в разрешении линз. Так же стоит помнить, что у Odyssey присутствует технология Anti-SDE, что увеличивает качество изображение, выводимое в линзы. Поэтому проектирование будет произведено под очки виртуальной реальности Samsung HMD Odyssey.

3d моделирование - популярное и развивающееся направление в индустрии информационных технологий. Главный критерий при выборе программного обеспечения это быстрая, удобная программа, которая даст максимально качественный результат.

Рассмотрим самые популярные и крупные приложения по 3d моделированию на рынке. Большой популярностью пользуется Autodesk 3ds Max – мощное ПО для создания трехмерной графики с большим функционалом. Для 3D Max уже создано много плагинов, разработаны готовые 3D-модели. Программа многофункциональна и готова для работы в различных областях, начиная от дизайна и заканчивая мультипликацией. В программе реализована возможность настройки освещения трехмерной сцены, а также благодаря наличию фотореалистичного визуализатора можно достигнуть фотореализма в самом проекте.

ПО AutodeskMaya занимает ведущее место в создании компьютерной графики и является одним из главных конкурентов 3DsMax. В программе можно моделировать мягкие и твердые тела, их физическое состояние, создание 3d-



эффектов, подробное отображение элементов персонажа и их анимацию. Интересной особенностью программы является PaintEffects, благодаря которому можно рисовать разные 3D-объекты (траву, цветы).

Blender является одним из лучших бесплатных 3d редакторов. За всю историю своего существования Blender был изменен разными людьми, которые создали множество функций и добавили их в код программы после того, как проект перестал быть коммерческим.

Все эти продукты конкурентоспособны. Однако выбор пал на 3dsMax, потому что был уже опыт работы с данным программным обеспечением. У 3dsMax отличная совместимость с такими программными средствами, как Unity и UnrealEngine 4.

Для выбора игрового движка проведем анализ существующих на рынке движков и их характеристик.

Unity (Unity3d) – один из самых известных современных игровых движков. Главные отличительные черты данного движка: продуманная архитектура проекта; совместимость со всеми целевыми платформами; большое сообщество экспертов; доступность бесплатной версии, не имеющей ограничений; возможность реализации двухмерных и трехмерных игр.

UnrealEngine 4 (UE4) имеет очень длинную историю. Разработка и поддержка реализуется компанией EpicGames. Главными чертами движка являются: эффективный редактор, состоящий из нескольких профильных редакторов; актуальный технологический процесс рендеринга; бесплатная лицензированная версия.

Поскольку на рынке игровых движков UnrealEngine и Unity занимают главные места, то будем сравнивать их. Первая область сравнения – пользовательский интерфейс редактора для создания уровней, которые достаточно похожи. В сравниваемых движках похожи инструменты поворота, масштабирования и перемещения в редакторе сцены.

Для разработки проекта с использованием языка программирования в UE4 используется C++, в Unity пишут на C#. У UE4 проработанная и достаточно мощная система визуального скриптования с названием Blueprints. Работа с графикой, отрисовка объектов и пост-обработка у UE4 выполняется в разы лучше. Данный движок изначально ставит себе цель показать наилучшую картинку пользователю, вследствие чего даже в пустом проекте, где не были тронуты настройки, общая графика и картинка будут на порядок выше, чем у Unity с аналогичными настройками.

В заключении важно подчеркнуть, что оба движка сильные, однако UE4 более гибкий. Из-за высокой пост-обработки, гибкой работы с графикой и поддержкой VR проекта из движка выбираем UE4.

Функциональная модель процесса проектирования интерьера офисных помещений с использованием технологии виртуальной реальности представлена на рисунке 1. Входные данные, которые получает система, это положение и действия пользователя в 3d пространстве. Выходная информация – это 3d визуализация с использованием виртуальной реальности.



Рис. 1. Диаграмма декомпозиции

Механизмами в системе являются игровой движок UnrealEngine 4 и оборудование для реализации проекта. Регулирующей функцией является оборудование для отрисовки 3d сцены. Это связано с тем, что в зависимости от оборудования будет меняться качество картинки для оптимизации сцены.

Для проектирования интерьера офисных помещений оптимальным вариантом является использование технологии виртуальной реальности [4]. Проведенный анализ технологий, программного и аппаратного обеспечения позволяет сделать выбор в пользу технологии virtualreality с использованием шлема виртуальной реальности Samsung HMD Odyssey на движке UnrealEngine.

Литература

1. Звуковой дизайн в видеоиграх. Технологии «игрового» аудио для не-программистов: [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.bookvoed.ru/files/3515/18/56/58.pdf>
2. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация. – М.: Вильямс, 2003. – 640 с.
3. Oculus Rift: [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift
4. Даценко, Н.В. Применение технологий виртуальной реальности для проектирования интерьера производственных помещений / Н.В. Даценко, В.Ю. Легостаева // Сборник статей VIII национальной научно-практической конференции с международным участием «Моделирование энергоинформационных процессов». – 2019. – С. 181-184.



А.А. Лякишев, А.Ю. Привалов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

(Самарский университет)

Рассматривается возможность использования нейросетей в задаче моделирования человеческой мобильности для имитации тех характеристик модели, которые не слишком хорошо описываются аналитически. Данный подход применяется к модели типа SLAW (Self-Similar Least Action Walk) [1], известной тем, что она позволяет учесть и имитировать несколько ключевых черт реальной мобильности. Такими чертами являются т.н. кластеризация трассы мобильности объекта (человека) – когда в некоторых частях маршрута движения объект проводит много времени в сильно ограниченной области, а также распределение времени нахождения в таких областях, и распределение времени перехода между такими областями. Эти области принято называть локациями, так как они, как правило, соответствуют каким-либо объектам, например, зданиям, где человек проводит много времени в течение дня (учебные корпуса для студента), аттракционам в парке, если объект – посетитель парка и т.д.

Считается (см. [1]), что времена пребывания в локации и времена перехода между локациями имеют распределения Леви с разными параметрами, и эти параметры необходимо определить из имеющихся данных о реальных перемещениях людей по интересующей местности. Однако, практика показывает, что такая модель не слишком хорошо согласуется с практикой. В данном докладе мы предлагаем не использовать аналитические модели для описания этих параметров модели мобильности, а попробовать обучить нейронную сеть генерировать нужные величины после обучения на имеющихся данных о реальных перемещениях.

Трасса мобильности моделируется последовательностью прямолинейных перемещений между так называемыми путевыми точками и остановками в них. Будем называть путевой точкой круг радиусом $R=5$ м, в котором человек проводит более $T=30$ сек. времени. Положение некоторой путевой точки – это положение центра круга. Путевые точки определяются из реальных трасс перемещений людей. Определяются они следующим образом: просматриваются точки трасс в порядке их следования, и определяется, лежат ли последовательные точки в круге радиусом R с центром, координаты которого есть среднее от координат этих точек. Как только очередная точка не попадает в такой круг, определяется, в течение какого времени предыдущие точки туда попадали. Если это время больше, чем T , то констатируем наличие путевой точки, все точки, кроме последней, приписываем ей, записываем её параметры (координаты, время, в ней проведённое, и количество точек исходной трассы, в неё объединяемых), и начинаем работу алгоритма снова, с той последней точки исходной трассы, которая туда не вошла.



Если промежуток времени внутри круга ещё не достиг T , тогда удаляется из набора самая старая (самая первая из туда попавших) точка, и проверяется оставшийся набор на принадлежность новой потенциальной путевой точке, вместе с последней точкой (которая в старый круг не вошла). Если теперь всё в круге, то продолжается добавление новых точек в набор. Если нет – опять удаляется самая старая точка, и так до тех пор, пока все оставшиеся точки не попадут в новый круг (возможно, там останется только одна точка).

В результате такой обработки получается последовательный набор путевых точек, с целью более чёткого определения факта смены местоположения одного человека, то есть все положения в указанном радиусе в течение указанного порога времени принимаются за одну точку, в которой он провёл некоторое время. Радиус и порог времени определяются, исходя из типичного поведения пользователей.

При построении путевых точек для достаточно большого количества объектов получают скопления путевых точек, которые называются локацией. Близкие друг к другу путевые точки объединяются в локацию в случае, если из одной точки можно попасть в другую за некоторое количество шагов. В работе расстояние слияния путевых точек принимается равным 30 метрам. Данное значение было подобрано, чтобы, с одной стороны, получить достаточно большое количество локаций и, с другой стороны, чтобы полученные локации объединяли в себе значительное количество путевых точек. Границы локаций представляются в виде совокупностей треугольников, получаемых с помощью алгоритма триангуляции Делоне [2]. В результате обработки исходных данных каждая трасса представляется в виде последовательных прыжков между путевыми точками различных локаций, в каждой из которых объект проводит некоторое время.

В работе используется комбинация из нескольких нейронных сетей для генерации трасс с использованием реальных данных. Первая нейронная сеть генерирует номер очередной локации, анализируя текущее и предыдущие местоположения.

Вторая нейронная сеть на основе параметров нескольких предыдущих прыжков (времени прыжка, времени паузы и номера локации) определяет параметры следующего прыжка. Время прыжка и время паузы представляются в виде значений функции распределения Леви [3]. В качестве 0 принимается минимальное время из исходных данных, при этом максимальное время из исходных данных приравнивается к значению 0.5, чтобы иметь возможность получать значения, превосходящие максимальное, с использованием коэффициента масштабирования.

Третья нейронная сеть предназначена для определения момента остановки генерации трассы. Комбинируя на входе сети параметры двух предыдущих сетей, а также суммарное время прохождения текущей трассы, определяется вероятность остановки алгоритма генерации. Данная нейронная сеть сравнивает вышеописанные характеристики исходных трасс с генерируемой трассой, например, длины трасс в каждой из локаций и суммарная длина трассы, пред-



ставленные на рисунках 1-2, и определяет степень их схожести и останавливает генерацию при ее увеличении.

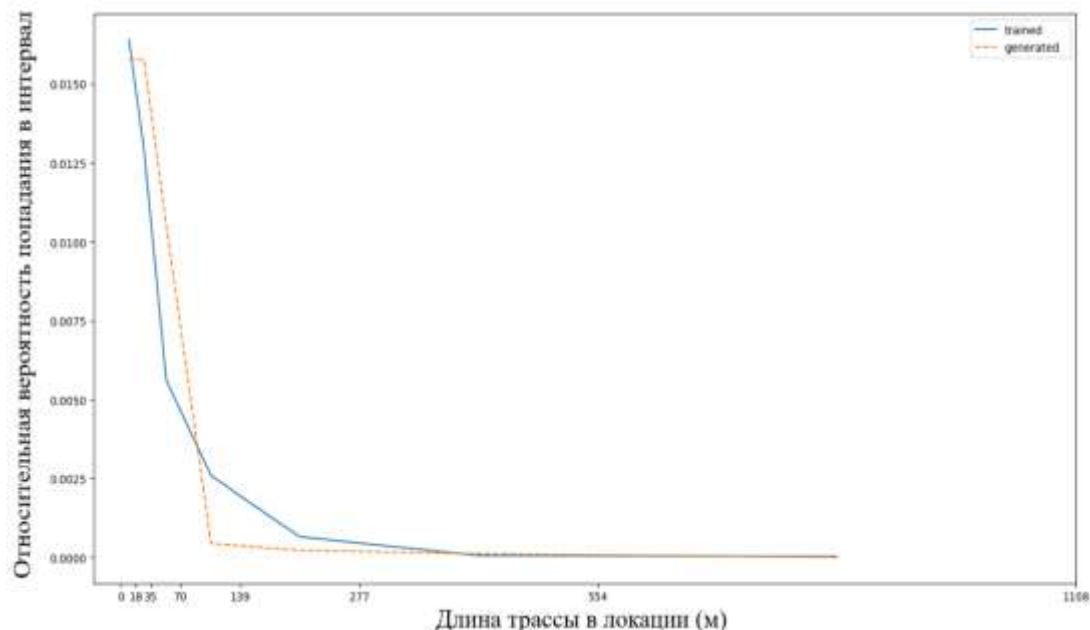


Рис. 1. График распределения длин трасс в локациях

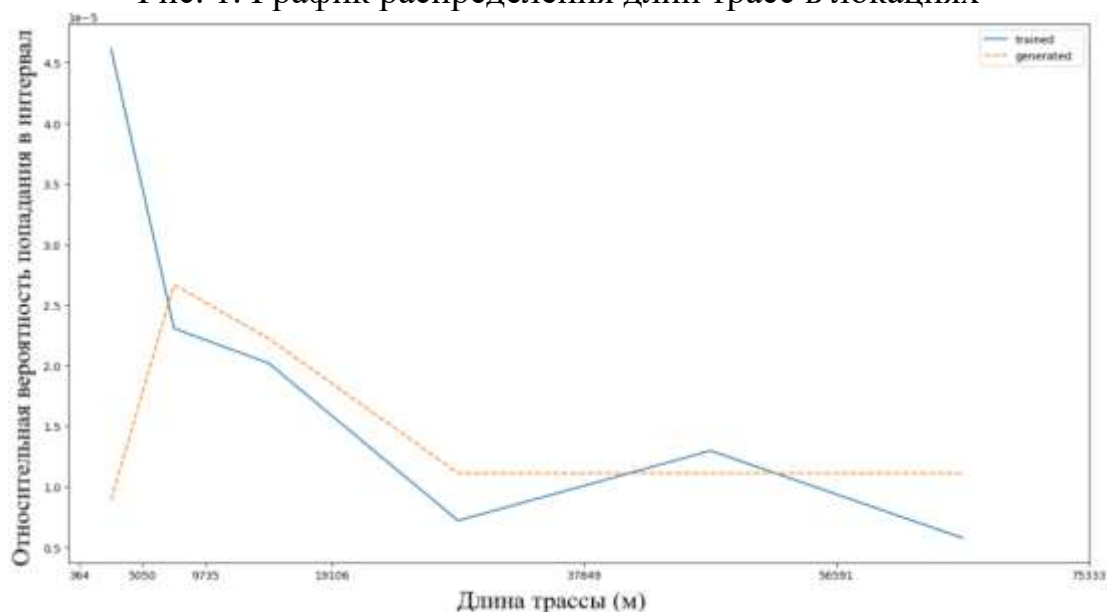


Рис. 2. График распределения длины трасс

В результате работы генерирующих нейронных сетей на текущем шаге итерации мы получаем номер следующей локации, время прыжка и время паузы после прыжка. Для полученного номера локации возможны два случая:

1. Номер следующей локации отличается от номера текущей локации;
2. текущая и предыдущая локации совпадают.

В первом случае в качестве следующей путевой точки принимается ближайшая к текущей путевая точка из новой локации. Второй случай предполагает, что объект не выходит за пределы текущей локации и меняет местоположение из одной путевой точки в другую, принадлежащую этой же локации. Однако в качестве новой путевой точки использовать ближайшую нецелесообразно,



так как в таком случае возможно образование петли, когда объект будет перемещаться по замкнутому контуру путевых точек. Предполагается использовать один из алгоритмов случайного блуждания [4, 5] или реализовать алгоритм выбора нового местоположения без использования второй нейронной сети на основе статистики перемещений внутри локаций из обучающего набора данных.

Литература

1. 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.
2. Скворцов, А. В. Триангуляция Делоне и её применение / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
3. Распределение Леви [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/189322/matematika_himiya_fizik/raspredelenie_levi, свободный.
4. Самуйлов, К.Е. Применение моделей случайного блуждания при моделировании перемещения устройств в беспроводной сети / К. Е. Самуйлов, Ю. В. Гайдамака, С. Я. Шоргин // Информатика и её применение. – 2018. – Т. 12, № 4. – С. 2-8.
5. Bettstetter, C. The node distribution of the random waypoint mobility model for wireless ad hoc networks / C. Bettstetter, G. Resta, P. Santi // IEEE Trans. Mobile Comput. – 2003. – Vol. 2, No. 3. – P. 257–269.

А.И. Максимов, В.А. Родин

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПЕРЕНОСА СТИЛЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ СОПОСТАВЛЕНИЯ НАТУРАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И НАБРОСКОВ

(Самарский университет)

Введение

Работа посвящена задаче распознавания человека по наброску его лица. Распознавание человека по наброску можно рассматривать как некоторое усложнение задачи распознавания человека по фотографии. Для задачи распознавания по фото разработано большое количество методов. В их числе ставшие «классическими» методы, основанные на использовании линейных подпространств [1,2] и разреженных представлений [3,4], а также широкий класс методов, основанный на глубоком обучении – с применением универсальных [5, 6], легких [7, 8], адаптивных [9, 10] и т.д. архитектур. Задаче же распознавания человека по наброску посвящено заметно меньшее количество работ [11, 12].

В данной работе исследуется часть задачи распознавания человека по наброску его лица, а именно - эффективность применения переноса стиля для сопоставления фотографии и наброска. Цель данной работы – выяснить, позво-

ляет ли перенос стиля улучшить значение метрики близости (в данной работе ей выступает евклидово расстояние) между энкодингами лиц на изображениях.

Перенос стиля изображения при помощи нейронной сети

Алгоритм переноса стиля [13] преобразует полученное на вход изображение в соответствии с выбранным стилем (цветовым наполнением, текстурой), полученным из второго изображения.

В данной работе для переноса стиля используется архитектура нейронной сети, предложенная в работе [14]. Данная сеть состоит из трех подсетей – подсети, непосредственно осуществляющей перенос стиля, подсети, предсказывающей эмбединги для подсети переноса стиля и подсети потерь. Первая подсеть осуществляет преобразование входного изображения на основе полученных от второй подсети данных. Архитектура данной сети представлена на рисунке 1.

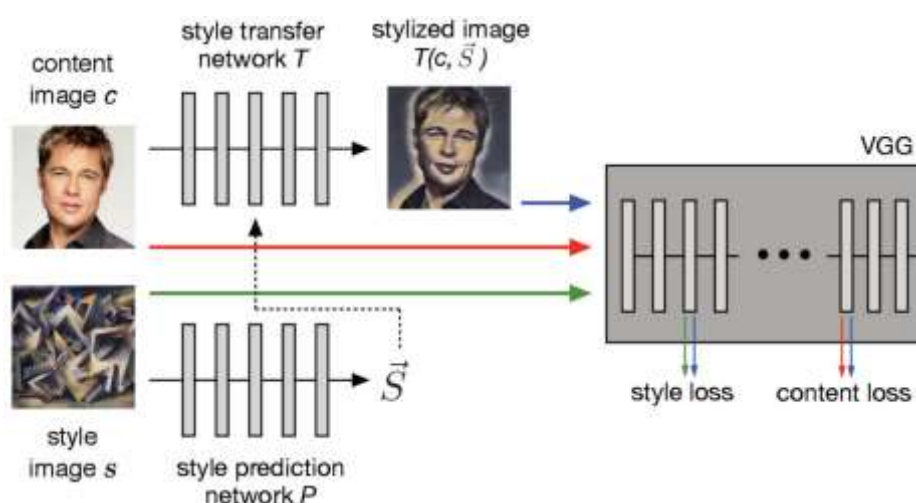


Рис.1. Архитектура сети [14], использованной для переноса стиля в данном исследовании

Экспериментальное исследование

Для исследования был самостоятельно создан набор тестовых данных, представляющий из себя набор фронтальных портретных фото на белом фоне и набросков тех же людей. Для натуралистических изображений был произведен перенос стиля набросков при помощи [14]. На рисунке 2 продемонстрированы примеры таких изображений.

Исследование производилось следующим образом – из пары изображений одного и того же человека вычислялись энкодинги лиц при помощи метода, описанного в работе [15], после чего вычислялась мера близости (евклидово расстояние) между получившимися энкодингами. Расстояние усреднялось по всему тестовому набору. Таким образом были получены средние значения расстояния между энкодингами для пар вида (портретное фото, набросок) и (портретное фото с перенесенным стилем наброска, набросок). Результаты исследования приведены в таблице 1.



Рис.2. Примеры изображений тестового набора данных – а) портретное натуралистическое изображение, б) набросок того же человека, в) портретное изображение после переноса стиля наброска. Мера близости между изображениями а) и б) – 0,5821, между в) и б) – 0,5795.

Таблица 1 – Исследуемые в работе методы согласования

№	Пары изображений	Среднее расстояние
1	Портретные изображения и наброски без переноса стиля	0,612
2	Портретные изображения с переносом стиля набросков и наброски	0,5709

Как видно из приведенных в таблице 1 значений, использование переноса стиля позволило сократить меру близости энкодингов изображений в среднем в 1,07 раз. Из чего можно сделать вывод, что использование методов переноса стиля лишь незначительно помогает при решении задачи распознавании лиц по наброску с использованием [15].

Заключение

В работе исследована часть задачи распознавания лиц по наброску, а именно - эффективность применения переноса стиля для задач сопоставления лиц на натуралистическом портретном изображении и наброске. По результатам экспериментального исследования выяснилось, что перенос стиля лишь незначительно сокращает меру близости энкодингов лиц – чуть менее, чем в 1,1 раз. В дальнейшем планируется развивать данное исследование и рассмотреть как другие методы распознавания лиц, так и другие методы предобработки изображений.

Литература

1. Belhumeur P.N. Eigenfaces vs.fisherfaces: Recognition using class specific linear projection / P.N. Belhumeur, J.P. Hespanha,D. J. Kriegman // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. – 1997. – Vol. 19(7). – P. 711–720.
2. Moghaddam B. Beyond eigenfaces: probabilistic matching for face recognition / B. Moghaddam, W. Wahid, A. Pentland, // Automatic Face and Gesture Recognition, 1998. Proc. Third IEEE Int. Conf. –1998.– P. 30–35.



3. Wright J. Robust Face Recognition via Sparse Representation / J. Wright, A. Yang, A. Ganesh, S. Sastry, Y. Ma, // IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. – 2009. – Vol. 31(2). – P. 210–227.
4. Zhang L. Sparse representation or collaborative representation: Which helps face recognition? / L. Zhang, M. Yang, X. Feng, // 2011 International conference on computer vision. IEEE. – 2011. – P. 471–478.
5. Sankaranarayanan S. “Triplet probabilistic embedding for face verification and clustering / S. Sankaranarayanan, A. Alavi, C. D. Castillo, R. Chellappa, // 2016 IEEE 8th international conference on biometrics theory, applications and systems (BTAS). IEEE. – 2016. – P. 1–8.
6. Liu W. Sphreface: Deep hypersphere embedding for face recognition / W. Liu, Y. Wen, Z. Yu, M. Li, B. Raj, L. Song, // in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2017. – P. 212–220.
7. Wu X. A light cnn for deep face representation with noisy labels / X. Wu, R. He, Z. Sun, T. Tan // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2018. – vol. 13(11). – P. 2884–2896.
8. Wu X. A lightened cnn for deep face representation / X. Wu, R. He, Z. Sun // CVPR. – 2015. – Vol. 4.
9. Zhu N. A new deep neural architecture search pipeline for face recognition/ N. Zhu, Z. Yu, C. Kou// IEEE Access. – 2020. – Vol. 8(91). – P. –303–310.
10. Han C. Face recognition with contrastive convolution/ C. Han, S. Shan, M. Kan, S. Wu, X. Chen, // The European Conference on Computer Vision (ECCV). – 2018.
11. Dalal S. Feature-based Sketch-Photo Matching for Face Recognition/ S. Dalal, V. P. Vishwakarma, S. Kumar // Procedia Computer Science. – 2020. – Vol.167. – P.562-570.
12. Klare B. Sketch to Photo Matching: A Feature-based Approach / B. Klare, A. K. Jain // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. – 2010. – Vol.7667. – №766702.
13. Gatys L.A. A Neural Algorithm of Artistic Style / L.A. Gatys, A.S. Ecker, M. Bethge // Journal of Vision. – 2016. – Vol.16. – №326.
14. Ghiasi G. Exploring the structure of a real-time, arbitrary neural artistic stylization network/ G. Ghiasi, H. Lee, M. Kudlur, V. Dumoulin, J. Shlens // Proceedings of the British Machine Vision Conference (BMVC). – 2017.
15. Amos B. Openface: A general-purpose face recognition library with mobile applications/ B. Amos, B. Ludwiczuk, M. Satyanarayanan // CMU-CS-16-118, CMU School of Computer Science, Tech. Rep. – 2016.



А.И. Максимов, Д.П. Тимошкин

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДОБРАБОТКИ АУДИОЗАПИСЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОВЕРКИ ИХ ПОДЛИННОСТИ

(Самарский университет)

Введение

Использование результатов звукозаписи в качестве доказательство в суде на сегодняшний день является обыденной практикой. Соответственно, актуальной является задача установления их подлинности в рамках криминалистической экспертизы.

В данной работе исследуется один из способов определения подлинности фонограмм [1] – основанный на анализе фоновых звуков. Такой метод установления подлинности актуален для случая, при котором злоумышленник подменяет часть фонограммы фрагментом с голосом того же человека, но из другой записи. Подобная задача может быть решена при помощи нейронных сетей [2]. В работе исследуется эффективность применения различных методов предобработки фрагментов исследуемой аудиозаписи перед передачей на вход нейросетевой модели.

Используемые в исследовании методы

Упростим для исследования постановку задачи с определения вставок в фонограмму до сравнения условий записи фрагментов аудиозаписи. Таким образом, в качестве исходных данных имеются пары фрагментов фонограммы без вокальной составляющей.

В ходе исследования определялось евклидово расстояние между векторами признаков, сформированных при помощи предобученной сети DenseNet [3]. Изначально данная модель разрабатывалась для классификации RGB изображений, однако, как показано в работе [4], ее можно использовать и для классификации аудиозаписей. Для получения векторов признаков из сети исключались последние слои, отвечающие за классификацию. Архитектура данной сети представлена на рисунке 1.

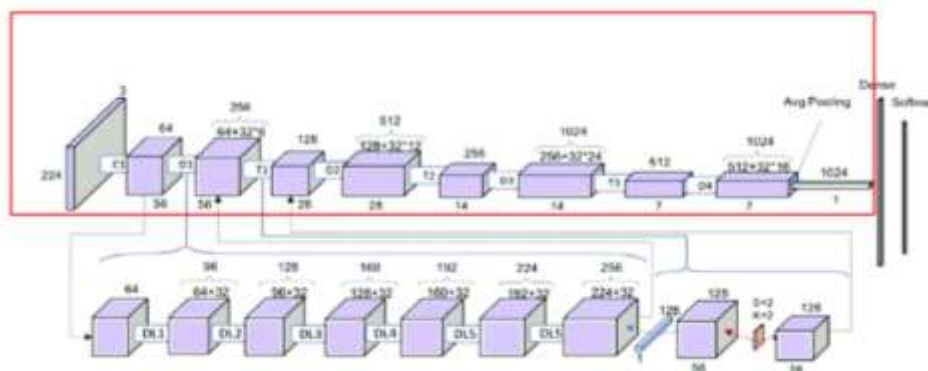


Рис. 1. Архитектура сети DenseNet.

Рамкой выделены слои, использованные в исследовании



Для применения данной модели к обработке аудиозаписей, необходимо произвести предварительную обработку, в ее качестве хорошо зарекомендовало себя построение мел-спектрограммы. В данной работе исследованы два метода предобработки аудиозаписей с построением мел-спектрограмм:

1. Предлагаемый в работе [5] метод с репликацией мел-спектрограммы, полученной при постоянных параметрах оконного преобразования Фурье [6], на все три канала результирующего псевдо-RGB-изображения;
2. Предлагаемый в работе [4] метод с построением мел-спектрограмм с различными параметрами оконного преобразования Фурье для каждого канала результирующего псевдо-изображения.

Примеры предобработанных фрагментов фоновых звуков исследуемыми методами представлены на рисунке 2.

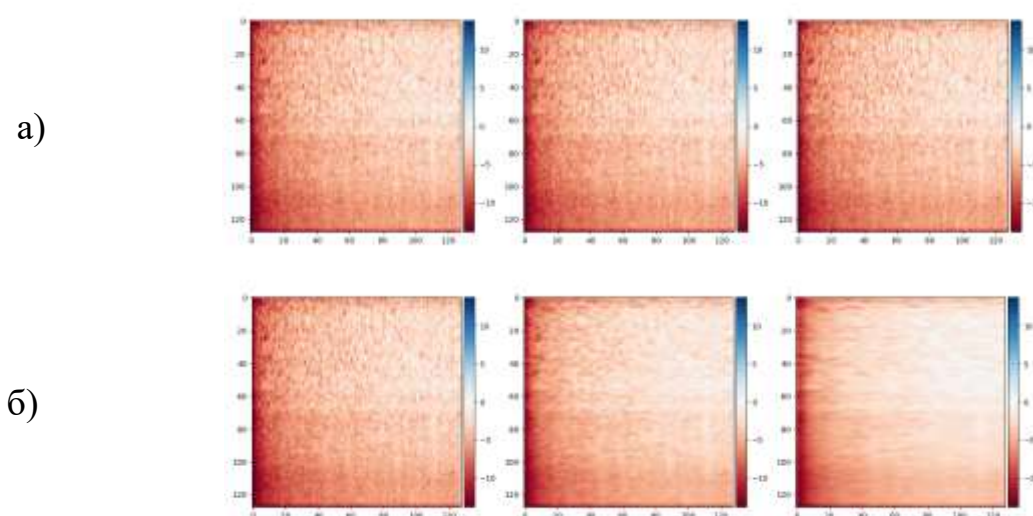


Рис. 2. Примеры предобработанного фрагмента фонограммы а) методом [5], б) методом [4]

В указанных работах разработаны методы для классификации широкого спектра аудиозаписей. Цель данной работы – проверить применимость данных подходов к более узкой и специфической задаче – криминалистической экспертизе фоновых звуков фонограмм.

Исследование методов предобработки аудиофрагментов

В ходе экспериментального исследования фрагменты фонограмм проходили предобработку одним из описанных выше методов, после чего поступали на вход нейронной сети. Полученные в результате векторы признаков объединялись в пары, после чего считалась мера близости векторов в паре. В качестве меры близости использовалось евклидово расстояние. Визуализация полученных результатов показана на рисунке 3.

Как видно на рисунке 3, для обоих методов предобработки фонограмм множество два множества пар являются линейно разделимыми. Это означает, что оба данных метода применимы для задачи выявления вставок в фонограммы. В таблице 1 представлена усредненная мера близости векторов для исследованных методов предобработки и типа пар.



Рис. 3. Результаты расчета мер близости пар векторов признаков при предобработке а) методом [5], б) методом [4]. Зеленым отмечены меры пар, составленных из фрагментов одной аудиозаписи, красным – из фрагментов различных

Таблица 1 – Исследуемые в работе методы обработки аудиозаписей

№	Пары изображений	Среднее расстояние	Модуль разности
1	Метод [5], пары из одинаковых фонограмм	9.3038	16.7444
2	Метод [5], пары из разных фонограмм	26.0482	
3	Метод [4], пары из одинаковых фонограмм	9.1117	17.4782
4	Метод [4], пары из разных фонограмм	26.5901	

Как видно из приведенных в таблице значений, модуль разности между средним значением для одинаковых и среднего значения для разных пар при использовании метода [4] больше.

Заключение

В работе исследована часть задачи определения подлинности фонограмм по фоновым звукам - исследование методов предобработки аудиозаписей для определения их меры близости. В результате экспериментальных исследований выяснилось, что оба метода предобработки подходят для решаемой задачи, однако метод, использующий построение мел-спектрограмм с различными параметрами оконного преобразования Фурье показал наилучший результат.

Литература

1. Каганов А.Ш. Криминалистическая экспертиза звукозаписей / А.Ш. Каганов. — М.: Юрлитинформ, 2005. — 272 с.
2. Лебедева Д.С. Исследование методов диагностики фальсификации фонограмм путем сравнения фрагментов фоновых шумов / Д.С. Лебедева, А.И. Максимов // Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов имени Е.В. Арменского. — 2021. — С. 244-246.



3. Huang, G. Densely Connected Convolutional Networks / G. Huang, Z. Liu, L. van der Maaten, K.Q. Weinberger // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) — 2017. — P. 4700-4708.
4. Palanisamy K. Rethinking CNN Models for Audio Classification / K. Palanisamy, D. Singhania, A. Yao // ArXiv — 2020. — Vol. abs/2007.11154.
5. Guzhov A. ESResNet: Environmental Sound Classification Based on Visual Domain Models / A. Guzhov, F. Raue, J. Hees, A. Dengel // 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR) — 2020. — P. 4933-4940.
6. L. Wyse. Audio Spectrogram Representations for Processing with Convolutional Neural Networks // Proceedings of the First International Workshop on Deep Learning and Music joint with IJCNN. — 2017. — Vol.1. — No.1. — P. 37-41.

А.А. Медведева, В.А. Соболев

ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АБОНЕНТОВ «МЕГАФОН»

(Самарский государственный технический университет)

Цель проекта: разработать модель, которая сможет формировать персональные предложения абонентам «МегаФона».

Задача проекта: Разработка модели, которая принимает файл test.csv из корневой папки и записывает в эту же папку файл answers_test.csv. В этом файле должны находиться четыре столбца: id, vas_id, buy_time и target.

Актуальность проекта

Искусственный интеллект проникает во все сферы бизнеса и индустрий. Теоретические знания в области машинного обучения и нейронных сетей удастся эффективно применять на практике для решения прикладных бизнес-задач. Огромное количество данных о своих клиентах дает телеком-компания «МегаФон» возможность использовать методы искусственного интеллекта для создания дополнительных ценностей и получения конкурентного преимущества

Основные этапы работы

Чтобы решить данную задачу надо сделать правильную оценку и выбор модели. На данный момент есть множество доступных моделей машинного обучения, мы решили попробовать в работе несколько и посмотреть, какой на практике будет лучше.

Для сравнения мы взяли 4 метода:

- Логистическая регрессия
- Случайный лес
- Градиентный бустинг
- Экстремальное усиление градиента

После исследования выяснилось что метод экстремального усиление градиента работает эффективнее, так как точность его больше.

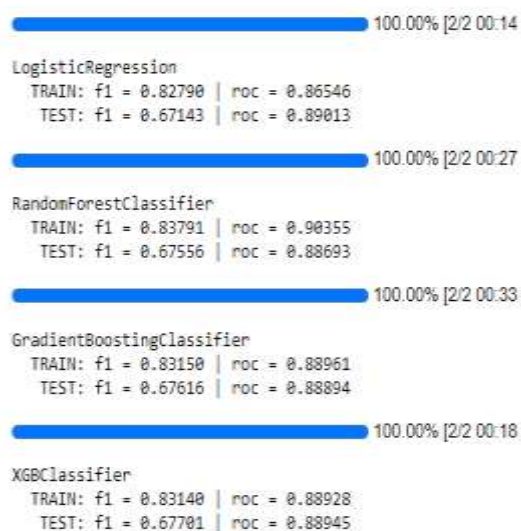


Рис. 1

Конструирование и выбор признаков

- **Проектирование признаков.** Процесс создания новых функций из необработанных данных для повышения эффективности возможностей прогнозирования алгоритма обучения. Для конструирования признаков требуется дополнительная информация, которая не так очевидна в исходном наборе признаков.
- **Выбор признаков.** В этом процессе выбирается ключевое подмножество признаков с целью сокращения размерности задачи обучения.

Выбираем базовый уровень

- Мы очистили данные, провели разведочный анализ и сконструировали признаки. И прежде чем перейти к созданию модели, нужно выбрать исходный базовый уровень (naïve baseline) — некое предположение, с которым мы будем сравнивать результаты работы моделей. Если они окажутся ниже базового уровня, мы будем считать, что машинное обучение неприменимо для решения этой задачи, или что нужно попробовать иной подход.

Для регрессионных задач в качестве базового уровня разумно угадывать медианное значение цели на обучающем наборе для всех примеров в тестовом наборе. Эти наборы задают барьер, относительно низкий для любой модели.

Локальные интерпретируемые моделезависимые объяснения.

- Инструмент, с помощью которого можно постараться разобраться в том, как «думает» наша модель. LIME позволяет объяснить, как сформирован одиночный прогноз любой модели машинного обучения. Для этого локально, рядом с каким-нибудь измерением на основе простой модели наподобие линейной регрессии создаётся упрощённая модель.



Результаты

Итоговая модель

```
Ввод [19]: report(MODEL(**PARAMS), TRAIN, FIELDS)
```

F1 (test) = 0.69650 roc (test) = 0.92272 roc (train) = 0.89830

	precision	recall	f1-score	support
0.0	1.00	0.85	0.91	77305
1.0	0.32	0.96	0.48	5795
accuracy			0.85	83100
macro avg	0.66	0.90	0.70	83100
weighted avg	0.95	0.85	0.88	83100

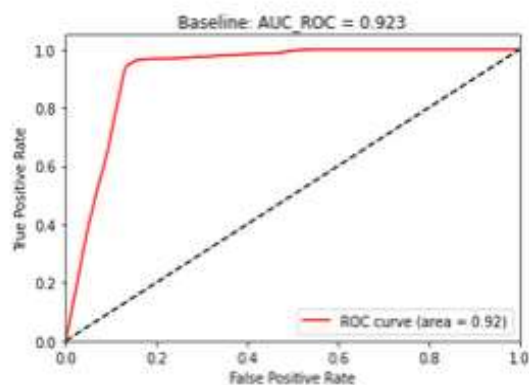
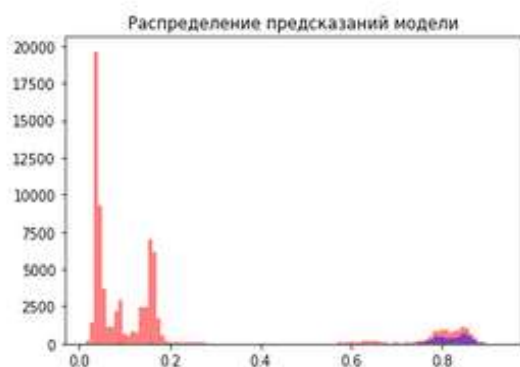
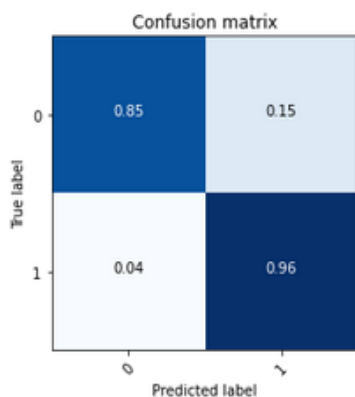


Рис. 2



Сохраняем результат

```
Ввод [0]: md = trainModel(MODEL(**PARAMS), TRAIN, FIELDS)
TEST['target'] = md.predict_proba(TEST[FIELDS])[:,1]
result = TEST[['index', 'target']].set_index('index')

Ввод [0]: dms = pd.read_csv(PATH+'data_test.csv', sep=',', index_col=0)
dms['target'] = np.NaN
dms.update(result)
dms.to_csv(PATH+'answers_test.csv', sep=',')
dms['target'] = np.round(dms['target'])
dms.to_csv(PATH+'answers_test_class.csv', sep=',')
```

Рис. 3

Заключение

В подведении итогов нашей работы можно выделить то, что проект нашей команды будет крайне полезным для телеком-компании «Мегафон». Метод машинного обучения способен выявить существующие взаимосвязи или продемонстрировать их отсутствие. При этом ситуация получения ошибочного результата (выявления «фантомных» связей и тенденций) практически невозможна. Такая гарантия от технических ошибок особенно важна в случае поиска неявных закономерностей в массивах исторических данных, поскольку исследователи-гуманитарии, как правило, испытывающие доверие к результатам «точных математических расчетов», способны выстроить убедительную интерпретацию фактически любых «фантомных зависимостей». Таким образом, залогом успешного анализа больших исторических данных является внимание к уровню точности выявляемых связей и зависимостей

Литература

1. Изучаем Python. Программирование игр, визуализации данных, веб-приложения. — СПб.: Питер, 2017. — 496с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»)
2. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е.Н. Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).



Н.Н. Миколайчук, Ю.Е. Чуманкин

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СХЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ СО СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(ННГУ им. Н.И. Лобачевского)

В условиях активного строительства дорожных сетей, их развития и модернизации важно своевременно актуализировать схемы автомобильных дорог. Для этого можно извлекать информацию о расположении дорожных сетей из изображений со спутника – то есть решать задачу семантической сегментации изображений.

Разделяют несколько фундаментальных подходов, которые занимаются решением подобного рода задач. Одни основаны на использовании методов компьютерного зрения – совокупности алгоритмов, предназначенных для обнаружения, отслеживания и классификации объектов на изображениях; другие – на использовании методов машинного обучения – т.е. поиске закономерностей с целью выбора наилучшего решения без участия человека. В данной работе рассматриваются подходы к решению задачи семантической сегментации спутниковых снимков, основанные на методах машинного обучения с использованием свёрточных нейронных сетей.

Использование полносвязных нейронных сетей для работы с изображениями является малоэффективным подходом, поскольку наличие очень большого количества нейронных связей, каждая из которых является параметром модели, на практике приводит к отсутствию возможности осуществить подбор оптимальных параметров. Свёрточные нейронные сети (СНС) позволяют избежать вышеуказанных проблем, т.к. в них каждый нейрон соединен с ограниченным количеством нейронов предыдущего слоя.

Одной из стандартных архитектур свёрточных нейронных сетей для задач семантической сегментации изображений является U-Net [1]. Архитектура сети состоит из сжимающей части (энкодера) и разжимающей части (декодера). Энкодер выделяет некоторую полезную информацию из изображения и передаёт её в декодер, который проводит оценку полученных данных и составляет маску сегментации. Другой возможной архитектурой, хорошо проявившей себя в задачах сегментации изображений, является DenseNet – архитектура, использующая компактно-соединенные (dense) блоки, в которых каждый слой соединяется с каждым последующим слоем [2], что обеспечивает прирост пространственной информации о входном изображении.

За последние годы количество существующих решений задачи сегментации автомобильных дорог существенно выросло. Стандартным подходом является использование свёрточных нейронных сетей, которым на вход подаются спутниковые снимки, а на выходе формируются карты сегментации [3], вида (рис. 1.б):

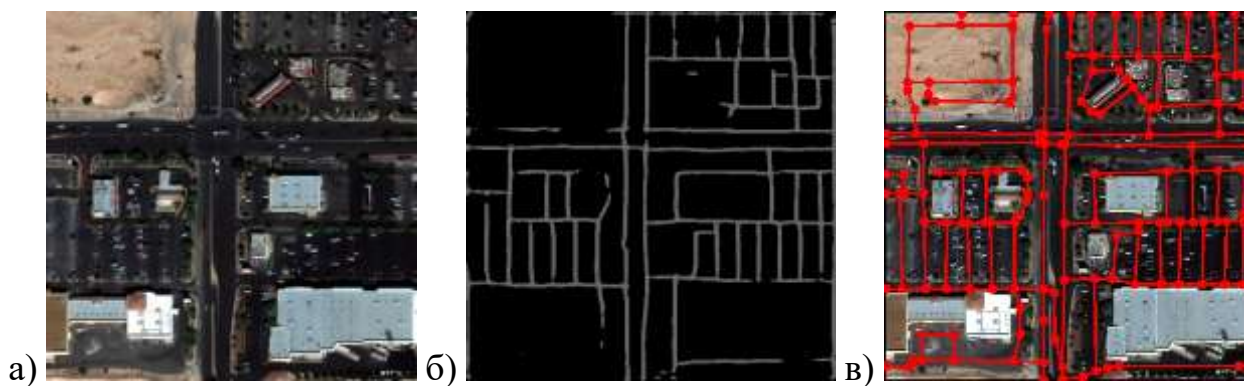


Рис. 1. Результат работы алгоритма распознавания автомобильных дорог:

- а) исходный спутниковый снимок;
- б) предсказанная маска сегментации;
- в) предсказанный дорожный граф

Существуют и более прогрессивные решения данной задачи, когда на выходе алгоритма получается не просто маска сегментации, а полноценный дорожный граф [4] (рис. 1.в). Это актуально в более сложных задачах маршрутизации и навигации.

Независимо от выбранного подхода к решению задачи сегментации автомобильных дорог, часто возникают спорные и сложные ситуации (тени, многоуровневые развязки, углы съёмки, погодные условия, время суток, контрастность и т.д.). В случае использования стандартного подхода на основе сегментации подобные помехи оказывают значительное влияние и с меньшей вероятностью могут быть обработаны корректно. Использование прогрессивных алгоритмов на основе графов, например, Sat2Graph [4], позволяет устранить часть этих проблем и в большей мере сохранить правильную топологию предсказанной дорожной сети.

В настоящей работе для автоматического извлечения схемы автомобильных дорог на спутниковых снимках воспроизведён подход на основе использования свёрточных нейронных сетей для получения масок сегментации. В качестве энкодера выбранной СНС выступает DenseNet201, в качестве декодера – U-Net.

Для проверки реализованной модели использован открытый набор данных SpaceNet3 [5], который содержит снимки автомобильных дорог в масштабе 0.3 метра на пиксель. На этом же наборе данных проведена оценка лидирующей системы Sat2Graph. Классические метрики (попиксельная разница представлены в таб. 1.

Таб. 1. Классические метрики сегментации дорожной сети со спутниковых снимков.

Подход	Precision	Recall	IoU	F1
Sat2Graph	0.5407	0.6732	0.4278	0.5928
Реализованный	0.7495	0.6020	0.5056	0.6551

В ходе выполнения численных экспериментов выявлено, что попиксельные оценки качества не являются подходящим критерием качества работы, по-



скольку в задаче определения автомобильных дорог, прежде всего, важна их связность и топологическая корректность. По этим причинам для подобного рода задач используют теоретико-графовые метрики, основанные на: поиске кратчайшего пути в графе (APLS), сравнении подграфов истинного и предсказанного графов (ТОРО: Precision, Recall, F1). Расчёт этих метрик для реализованной модели возможен после преобразования предсказанных масок сегментации в графы дорожных сетей. Метрики представлены в таб. 2.

Таб. 2. Теоретико-графовые метрики сегментации дорожной сети со спутниковых снимков.

Подход	Precision	Recall	F1	APLS
Sat2Graph	0.8825	0.7784	0.8176	0.6309
Реализованный	0.9439	0.7063	0.7899	0.6646

Сравнительные результаты работы алгоритмов приведены на рис. 3.

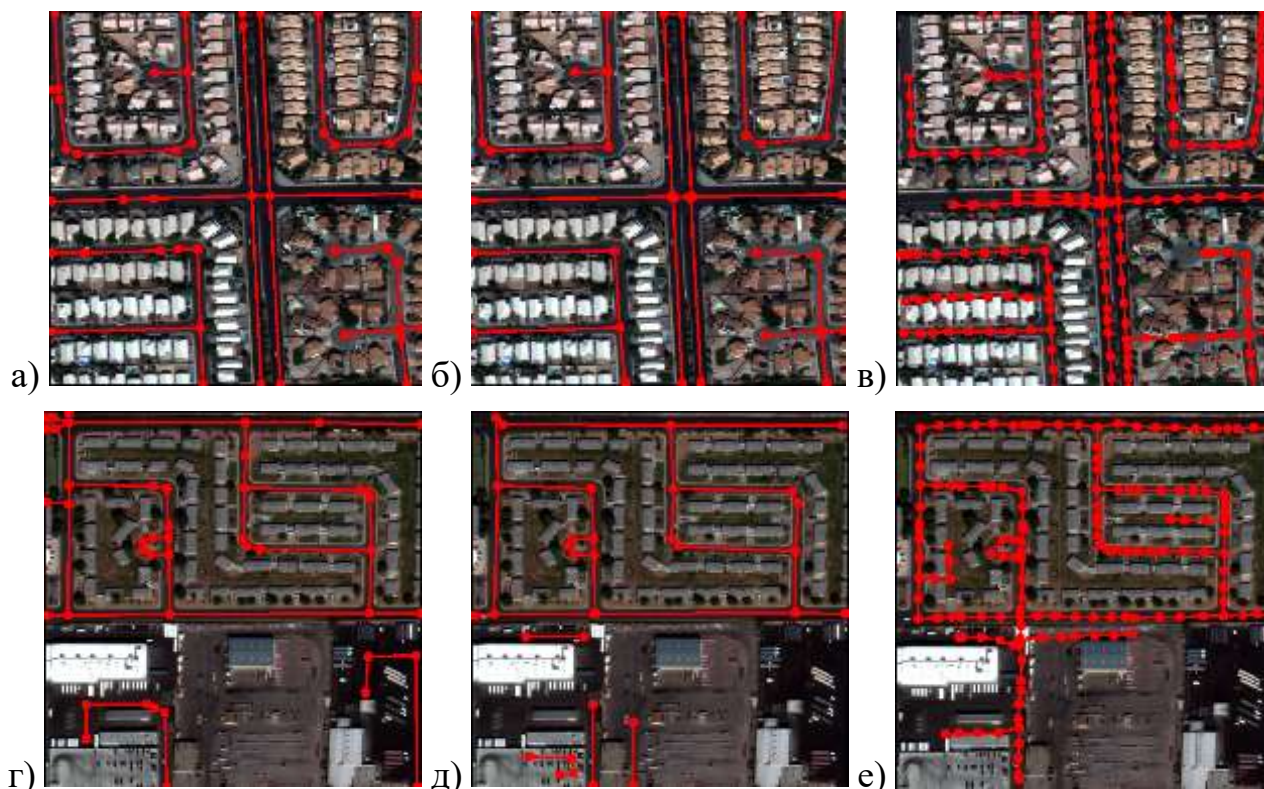


Рис. 3. Пример работы алгоритмов:

(а, г) истинные графы дорожной сети; (б, д) графы дорожной сети, предсказанные с помощью реализованного алгоритма;

(в, е) графы дорожной сети, предсказанные с помощью Sat2Graph

Из полученных результатов видно, что при использовании ограниченного набора данных SpaceNet3, оба подхода решают задачу сегментации автомобильных дорог примерно на одном уровне. Поскольку модель, используемая в лидирующем подходе Sat2Graph, обучалась на большем количестве данных, она даёт более устойчивые результаты при обработке входных изображений, снятых при различных условиях. Тем не менее, оба подхода сильно зависят от



масштаба входных изображений и ожидают спутниковые снимки с определенным пространственным разрешением.

В ходе исследования выявлено, что при обработке ограниченного набора данных реализованный подход справляется с поставленной задачей не хуже лидирующего решения. При этом, оба подхода имеют типичные ошибки сегментации автомобильных дорог (некорректное распознавание изображений с тенями, деревьями и многоуровневыми развязками).

Литература

1. Глек. П. U-Net: нейронная сеть для сегментации изображений [Электронный ресурс]: статья / Neurohive; ред. Глек П. – Электрон. дан. – С-П.: 2018. – Режим доступа: <https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/u-net-image-segmentation/>, свободный.
2. Huang G., Liu Z., Van Der Maaten L., Q. Weinberger K. Densely Connected Convolutional Networks [Электронный ресурс]: Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2017) / Cornell University. – Электрон. дан. – Honolulu: 2018. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1608.06993v5>, свободный.
3. Wang S., Yang H., Wu Q., Zheng Z., Wu Y., Li J. An Improved Method for Road Extraction from High-Resolution Remote-Sensing Images that Enhances Boundary Information [Электронный ресурс]: Journal MDPI Sensors / National Center for Biotechnology Information. – Электрон. дан. – Basel: 2020. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7180710/>, свободный.
4. He S., Bastani F., Jagwani S., Alizadeh M., Balakrishnan H., Chawla S., M. Elsharif M., Madden S., Sadeghi A. Sat2Graph: Road Graph Extraction through Graph-Tensor Encoding [Электронный ресурс]: Computer Vision and Pattern Recognition (ECCV2020) / Cornell University. – Электрон. дан. – Glasgow: 2020. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2007.09547>, свободный.
5. Etten V., Lindenbaum A., Bacastow, T.M. SpaceNet: A Remote Sensing Dataset and Challenge Series [Электронный ресурс]: Computer Vision and Pattern Recognition / Cornell University. – Электрон. дан. – Arlington: 2019. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1807.01232>, свободный.
6. Lunga D., Arndt J., Gerrand J., Stewart R. ResFlow: A Remote Sensing Imagery Data-Flow for Improved Model Generalization [Электронный ресурс]: IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing / Senior Member; ed. Sandro Carrara. – Электрон. дан. – N-Y.: 2021. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9565349&tag=1>, свободный.



РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ АДРЕСНЫХ ПЛАНОВ НА ОСНОВЕ НЕПОЛНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

(Самарский университет)

Введение

Адресный план – специальный цифровой план территории. Адресный план содержит информацию двух видов: геометрия объектов (информация о пространственном расположении объектов) и их семантика (атрибутивное описание).

Ввиду быстрого развития городской инфраструктуры, картографические данные имеют свойство очень быстро устаревать. При этом картографирование является очень трудоемкой задачей, которая требует много времени при выполнении вручную. Поэтому актуальной является задача автоматического построения цифровых адресных планов на основе неполных пространственных данных.

Семантическая сегментация снимков полученных в результате дистанционного зондирования земли

Семантическая сегментация изображений заключается в выделении на изображении локальных областей (сегментов), соответствующих различным классам объектов [1]. С помощью фреймворка машинного обучения PyTorch [2] было обучено несколько моделей для семантической сегментации изображений архитектур U-Net [3] и DeepLabV3+ [4] с предобученными энкодерами (кодировщиками) ResNet [5] и EfficientNet [6]. Для обучения моделей использовался датасет с разметкой строений в городе Самара. Изображения были разделены на тренировочную (5000 шт.), валидационную (998 шт.) и тестовую (20 шт.) выборки. Пример изображения из датасета приведен на рисунке 1. Результаты обучения моделей нейронных сетей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты обучения полносверточных нейронных сетей

Модель	Предобученный энкодер (ImageNet)	Количество эпох обучения	На тренировочной выборке	
			Dice loss	Accuracy (IoU)
U-Net	—	30	0,264	0,623
	efficientnet-b3	30	0,013	0,975
	resnet34	30	0,079	0,858
DeepLabV3+	resnet101	30	0,027	0,949

Из таблицы 1 видно, что наилучшую точность на тестовой выборке показала модель U-Net (efficientnet-b3). Поэтому данная модель используется для распознавания зданий на изображениях.

Контура на полученных бинарных изображениях с сегментированными зданиями аппроксимируются с помощью алгоритма Рамера-Дугласа-Пекера [7] и преобразуются в векторный слой. Данный векторный слой является одним из источников неполных пространственных данных.



Рис. 1. Результат применения нейросетевого алгоритма (а – исходное изображение, б – маска изображения, в – результат семантической сегментации)

Описание алгоритма построения цифровых адресных планов

На вход алгоритма построения объединенного адресного плана (ОАП) подаются данные открытых картографических источников, которые хранятся в структурированном виде в базе данных. В качестве одного из источников используются данные, полученные в результате семантической сегментации изображений. Алгоритм включает 3 этапа:

1. Построение попарных связей между источниками.

На данном этапе происходит автоматическое попарное связывание объектов между выбранными парами источников. Связь – это утверждение, что записи из двух таблиц описывают один и тот же объект реального мира (здание) с некоторой степенью достоверности.

Процедура установления связей требует сформулировать признаки и метрику близости объектов. Основные признаки, по которым устанавливаются пары между объектами – это **строковое описание адреса** (мера разности строк по дистанции Левенштейна [8]) и **геометрическая близость** (дистанция между объектами), определяется по формуле:

$$distance = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

где (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , – координаты после преобразования в Web Mercator.

Общая дистанция находится путем суммирования полученных значений. Нормирование дистанции и подсчет веса осуществляется по следующей формуле:

$$weight = 1 - \frac{distance}{threshold'}$$

где $distance$ – полученная дистанция;

$threshold$ – порог допустимой дистанции для установления связи.

Весовые значения признаков и пороговые значения выбираются экспериментально, по некоторой случайной выборке данных.



2. Нахождения образов одного и того же здания в нескольких источниках по геометрии и семантике.

На данном этапе алгоритма происходит получение кластеров. Кластером будем называть компоненту, которая состоит из образов одного и того же здания из нескольких источников.

Для этого строится взвешенный ориентированный граф G . Вся совокупность образов зданий во всех источниках, для которых на предыдущем этапе попарных связей была установлена хотя бы одна связь, составит множество вершин графа. Все связи между двумя образами составляют множество ребер графа, вес связи – это вес ребра. Граф по структуре получается достаточно разреженным, количество инцидентных ребер не превышает количество обрабатываемых источников, при этом общее число вершин на несколько порядков больше. Поэтому в реализации для хранения графа используется структура данных на основе списков смежности. Таким образом, необходимо найти в графе все связные компоненты, удовлетворяющие ряду условий [9].

Компонента связности - часть графа (подграф), являющаяся связной. Нахождение кластера в компоненте связности начинается со стартовой вершины, которая выбирается произвольно из числа оставшихся в графе, с учетом приоритета источников.

К построенной части кластера (первоначально – только одной вершине) итеративно добавляются наиболее связанные с ней вершины. Рассматриваются вершины, имеющие двустороннюю связь со всей построенной частью кластера, и не принадлежащие источникам, уже задействованным в кластере. Выбирается вершина, суммарный вес связи на которую наибольший, она добавляется в кластер. Процесс продолжается, пока в компоненте не будет по одному экземпляру из каждого источника, которые есть в компоненте связности, либо пока все достижимые от кластера вершины окажутся непригодными для добавления по названному выше условиям.

3. Формирование обобщенного образа здания по нескольким неточным образам.

На предыдущем этапе были построены кластеры, которые содержат образы здания из разных источников, участвующих в связывании. Теперь требуется построить по ним обобщенный образ, наиболее полный и не противоречивый, чем входящие в его состав отдельные.

Параметрами алгоритма является набор характеристик (семантических полей), которые требуется получить в обобщенном кластере. Каждое поле имеет свои характеристики: тип (строковый, числовой или геометрическая форма), способ агрегации (медианное среднее или сумма). В зависимости от характеристики и ее значения происходит получение результирующего значения поля нового образа. Пример формулы для нахождения медианного среднего для геометрии объектов:

$$\text{dist} = \frac{\sum_{i=0}^n \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}}{sW_{in}},$$



где $dist$ – дистанция для каждого объекта;

x, y – координаты поля, для которого считается дистанция;

x_i, y_i – координаты поля, с которым считается дистанция;

n – количество значений для сравнения;

SW_{in} – вес источника.

Результат применения алгоритма связывания

Для оценки качественных и количественных показателей работы программного обеспечения построим объединенный адресный план (ОАП) для территории «Многоэтажная застройка». Это территория внутри города Самары, которая имеет застройку многоэтажными зданиями.

Для построения ОАП использовались 8 источников данных. Схема связывания источников приведена на рисунке 2. Цвет стрелок на схеме показывает вид алгоритма установления попарных связей (зеленый – по иерархическому представлению адреса, синий – по геометрической составляющей).

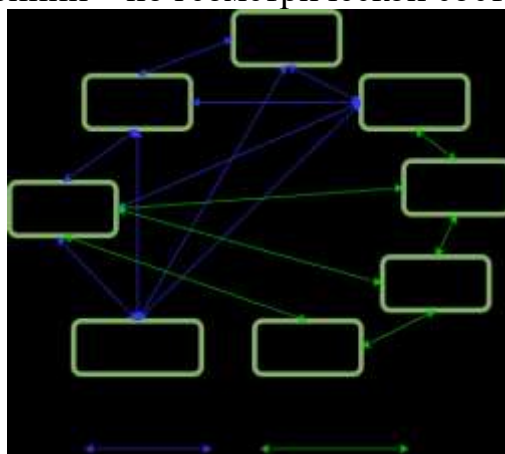


Рис. 2. Схема связывания источников

В таблице 2 приведено сравнение эталонного адресного плана на рассматриваемой территории с ОАП и адресными планами из OpenStreetMap. Метрика сравнения используется та же, что и в построении попарных связей (дистанции Левенштейна и дистанция между геометрией объектов).

Таблица 2 – Результаты построения ОАП и сравнение с эталонным адресным планом

Адресный план	Количество объектов	Количество объектов в эталонном адресном плане	Количество симметричных связей с эталоном (в обе стороны)	Средний вес симметричных связей
ОАП	235	192	185	0,999
OpenStreetMap	178		121	0,975



Из таблицы 2 можно сделать вывод, что построенный адресный план для рассматриваемой территории наиболее полный и точный относительно адресного плана открытого источника данных OpenStreetMap.

На рисунке 3 приведен итоговый векторный слой построенного ОАП на подложке Google Maps.



Рис. 3. Итоговый векторный слой ОАП

Заключение

В результате выполнения работы были обучены модели полносверточных нейронных сетей на датасете с разметкой строений в городе Самара. Лучший результат (IoU score) на тестовой выборке показала архитектура U-Net с предобученным кодировщиком efficientnet-b3 (0,975). Был построен ОАП для территории «Многоэтажная застройка» города Самары.

Литература

1. Друки, А.А. Семантическая сегментация данных дистанционного зондирования Земли при помощи нейросетевых алгоритмов [Текст] / В.Г. Спицын, Ю.А. Болотова, А.А. Башлыков // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, №1. – С. 59-68.
2. PyTorch documentation [Электронный ресурс] // PyTorch – официальный сайт. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2019. – URL: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html> (дата обращения: 05.04.2022).
3. Ronneberger, O. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation [Текст] / O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox // Medical Image Computing and Computer-Assisted. – 2015. – Vol. 3(1). – P. 234-241.
4. Chen, L.-C. Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation [Текст] / L.-C Chen, Y. Zhu, G. Papandreou, F. Schroff, H. Adam // Computer Vision – ECCV. – 2018. – Vol. 7. – P. 805-822.
5. He, K. Deep residual learning for image recognition [Текст] / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2016. – Vol. 5(2). – P. 235-247.
6. Tan, M. EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks [Текст] / M. Tan, Q. V Le // In Proceedings of International Conference on Machine Learning (ICML). – 2019. – P.235-247.



7. Алгоритм Рамера — Дугласа — Пекера [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энцикл. — Электрон. дан. — [Б. м.], 2019. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Рамера_—_Дугласа_—_Пекера (дата обращения: 05.04.2022).

8. Расстояние Левенштейна [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энцикл. — Электрон. дан. — [Б. м.], 2022. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_Левенштейна (дата обращения: 04.05.2022).

9. Лафоре, Р. Структуры данных и алгоритмы в Java [Текст] / Р. Лафоре. — СПб.: Питер, 2011. — 704 с.

А.В. Озеров, А.С. Маршова

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ В СОСТАВЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

(АО «НИИАС»)

Современное развитие техники создает предпосылки для масштабного внедрения систем автоведения поездов (так называемые уровни автоматизации GoA 3/4, согласно МЭК 62267:2009, предполагающие автоматическое движение поезда без участия машиниста). В первую очередь, это связано с появлением специализированных датчиков машинного (технического) зрения, мощных вычислительных средств, обладающих высокой производительностью, и новых алгоритмов обработки данных.

Бортовой комплекс технического зрения, устанавливаемый в голове поезда, состоит из набора датчиков различного назначения и быстродействующих вычислительных средств с большим объемом памяти, обрабатывающих сигналы этих датчиков в режиме реального времени с использованием алгоритмов машинного обучения [1].

Основное назначение бортовой системы технического зрения — своевременное обнаружение и классификация посторонних объектов и принятие решения о соответствующей реакции бортового устройства безопасности (подача звукового сигнала, снижение скорости, экстренное торможение и т.д.) [2].

Такие системы в последние годы активно тестируются на различных полигонах в России и в мире. При этом существует ряд открытых вопросов, касающихся выбора и тестирования средств технического зрения, подготовки и верификации набора данных (датасетов), сертификации автоматической системы управления и обеспечения движения поезда, в состав которой входит техническое зрение, и т.д.

Как правило, бортовые датчики технического зрения включают видеокамеры различного типа, ультразвуковые датчики, радары, лидары. Датчики функционируют в различных диапазонах электромагнитного спектра (рис. 1) и имеют свои преимущества и недостатки, которые могут проявляться при за-



трудных условиях окружающей среды или неблагоприятных погодных условиях.

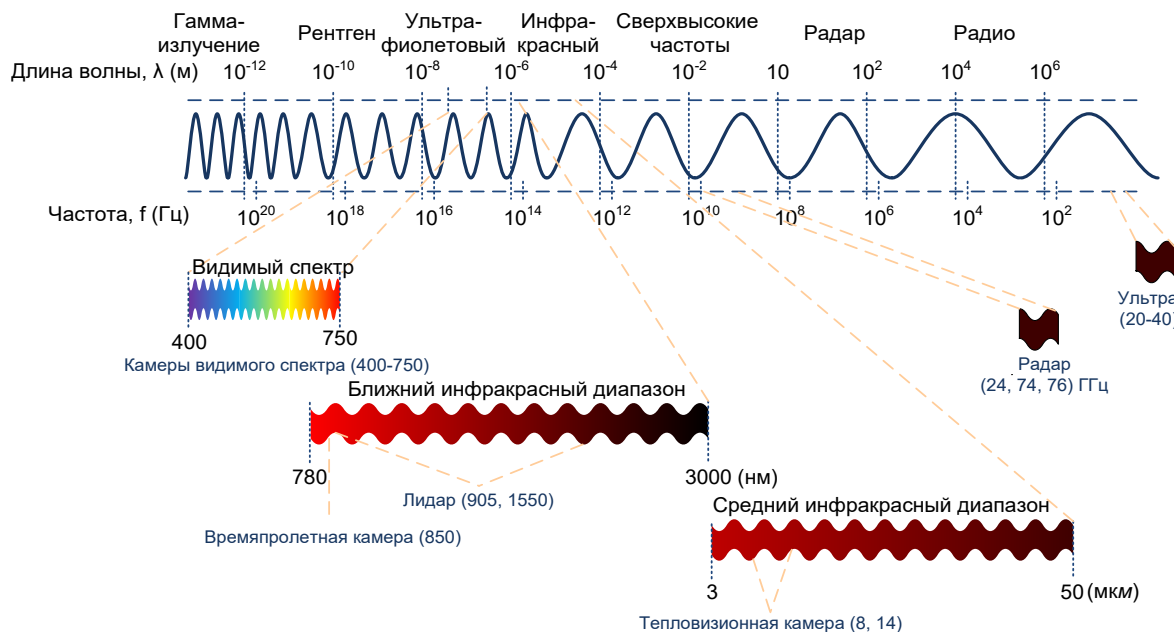


Рис. 1. Спектры различных датчиков, используемых для системы технического зрения автономных транспортных средств (согласно ISO 20473)

В Таблице 1 приведены некоторые результаты сравнения эффективности функционирования датчиков, применяемых в беспилотных транспортных средствах.

Таблица 1 - Сравнение различных датчиков

Датчик	День	Ночь	Дождь	Туман	Снегопад	Жара	Дальность
Лидар	+++	+++	+	—	— +	+++	<200 м
Радар	— +	— +	— +	+	+	— +	<200 м
Камера	++	—	+	— —	—	++	до 1000 м
Инфракрасная камера	+ <20°	++	+	++	++	— —	до 500 м
Ультразвуковой датчик	+	+	+	+	+	+	<5 м

Как видно, датчики имеют ограниченную эффективность из-за своих недостатков. Автоматизированные системы управления движением поезда требуют высокой устойчивости и надежности, чего нельзя достичь с помощью единственного источника данных. Поэтому прибегают к объединению данных от нескольких датчиков, основанных на разных принципах измерения, что позволяет компенсировать ошибки или недостатки определенного датчика и повышает общую устойчивость и надежность системы.

Комплексирование данных – это междисциплинарная область, где используется множество методов и алгоритмов, которые сложно классифицировать. В



зависимости от взаимосвязи источников, алгоритмы комплексирования данных могут быть:

1. Комплементарными: информация от разных источников ввода представляет различные части сцены и может использоваться для получения более полной общей информации;
2. Дублирующими: два или более входных источника предоставляют информацию об одной и той же цели и могут быть объединены для увеличения достоверности;
3. Кооперативными: предоставленная информация объединяется в новую информацию, которая обычно более сложна, чем исходная информация.

Другая хорошо известная система классификации комплексирования данных основана на виде входных / выходных данных:

- Данные на входе, данные на выходе;
- Данные на входе, признак на выходе;
- Признак на входе, признак на выходе;
- Признак на входе, решение на выходе;
- Решение на выходе, решение на выходе (слияние решений).

Одна из довольно популярных классификаций основана на разных уровнях комплексирования данных [3]. Она включает три основных подхода:

1. Слияние высокого уровня: каждый датчик выполняет алгоритм обнаружения или отслеживания отдельно, и впоследствии результаты объединяются в одно глобальное решение;
2. Слияние низкого уровня: данные от каждого датчика объединяются на самом низком уровне абстракции для повышения их качества и информативности;
3. Слияние среднего уровня: извлекает контекстные описания или признаки из данных каждого датчика, а затем объединяет их для получения объединенного сигнала для дальнейшей обработки.

Для реализации автоматического управления движением поезда система обнаружения препятствий должна также выполнять задачи высокого уровня, такие как распознавание, сегментация и идентификация. Алгоритмы, использующие искусственный интеллект (ИИ) для решения данных задач, основаны на машинном обучении, в частности, глубоком обучении, которое требует огромных размеченных наборов данных (датасетов) [4].

Обычный процесс обработки данных ИИ включает в себя генерацию данных, их фильтрацию и разметку. Размеченные данные затем можно загрузить в базы данных для дальнейшего анализа или использовать для различных приложений, таких как тестирование, обучение ИИ или моделирование [5].

Типичный набор данных машинного зрения предназначен для машинного обучения с учителем. В дополнение к входным данным, полученным от датчиков, такой датасет содержит целевые выходные данные. Создание правильного набора заданных выходных данных, так называемая аннотация или разметка, обычно выполняется людьми.



Типичные объекты, которые размечаются в данных для железнодорожных приложений: «пешеходы»; «путевые рабочие»; «животные»; «транспортные средства / техника»; «опоры (столбы) контактной сети»; «знаки и светофоры (и их сигнальные показания)»; «стрелки».

Разметка данных для компьютерного зрения бывает нескольких типов. Самый простой вариант – присвоить изображению категорию. Другой метод включает в себя ручное размещение графических примитивов, таких как ограничивающие двухмерные рамки, многоугольники или 3D-области (кубоиды). С семантическими аннотациями (или пиксельными аннотациями) каждый пиксель изображения помещается в категорию, обычно обозначаемую уникальным цветовым кодом [6].

Процесс аннотации данных обычно довольно трудоемкий, поскольку выполняется вручную. Несмотря на растущий интерес к приложениям на основе ИИ в последние несколько лет и увеличение количества общедоступных наборов данных для приложений дорожного движения, железнодорожная отрасль отстает в этой области. Данные, используемые для оценки обнаружения препятствий, могут быть трех категорий: общедоступные данные в Интернете, специально созданные индивидуальные наборы данных или данные реальных полевых испытаний. Актуальные общедоступные наборы данных для железных дорог немногочисленны, а большинство методов на основе ИИ основаны на индивидуальных и закрытых наборах данных.

Еще одна важная проблема заключается в том, что исходные данные обычно не охватывают все возможные случаи и условия. По этой причине требуется аугментация или расширение, то есть создание искусственного набора данных на основе существующих. Для изображений, относящихся к железным дорогам, используются различные техники аугментации, которые варьируются от простых линейных фильтров до сложных моделей.

Литература

1. Озеров, А.В. Развитие систем автоматизации управления движением поездов [Текст] / А.В. Озеров, В.М. Малинов, А.С. Маршова // Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 3. – С.10-16.
2. Попов, П.А. Применение передовых технологий для работы в автоматическом режиме на МЦК [Текст] // Железнодорожный транспорт. – 2020. – № 11. – С. 17-21.
3. Yeong D.J., Velasco-Hernandez G., Barry J.; Walsh J. Sensor and Sensor Fusion Technology in Autonomous Vehicles: A Review. // Sensors. 2021. Vol. 21. № 6.
4. Ristić-Durrant D., Franke M., Michels K. A Review of Vision-Based On-Board Obstacle Detection and Distance Estimation in Railways. // Sensors. 2021. Vol. 21. № 10.
5. Nieto M., Senderos O., Otaegui O. Boosting AI applications: Labeling format for complex datasets // SoftwareX. 2021. Vol. 13



6. Tagiew R., Buder T., Tilly R., Hofmann K., Klotz C. Datensätze für das autonome Fahren als Grundlage für GoA3+ // Eisenbahntechnische Rundschau. 2021.№ 9.

Е.В. Орлова

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИННЫХ СВЯЗЕЙ В РАНДОМИЗИРОВАННЫХ ИСПЫТАНИЯХ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация. Описан метод статистического эксперимента - рандомизированное испытание, который используется для тестирования эффективности решений и выбора наилучшего решения из множества возможных в условиях неоднородных статистических данных. В этом случае решение выступает в качестве фактора-причины, а эффективность функционирования объекта является фактором-следствием. Обработку результатов таких испытаний можно проводить с помощью методов машинного обучения. Применение методов машинного обучения позволит исключить возможные ложные корреляции факторов, идентифицировать истинные причинные зависимости и установить наиболее эффективное решение.

Ключевые слова: статистический эксперимент, рандомизированное испытание, методы машинного обучения; кластеризация; классификация

Неоднородность статистической выборки характеризуется наличием в ней выбросов (то есть резко выделяющихся значений) влияют на результаты исследования. В соответствии с центральной предельной теоремой (ЦПТ) средние значения, вынутые из многочисленных выборок, будут иметь форму нормального распределения, даже если исходная совокупность элементов не является нормально распределенной. Условием применения ЦПТ являются: большой объем выборок и отклонения данных от нормального распределения не большое. В соответствии с ЦПТ используются формулы аппроксимации нормальным распределением (t -распределение), с помощью чего реализуются вычисления доверительных интервалов и осуществляется проверка статистических гипотез.

Параметрические статистические методы не обладают свойством устойчивости (робастности), т.е. результаты моделирования не всегда одинаковы при допустимых отклонениях реальных данных. А методы аппроксимации – метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия, являются очень чувствительными к неоднородности данных. Для характеристики центра распределения и разброса могут быть использованы показатели медианы и интерквартильный размах.



Проблема неоднородности статистических выборок может разрешаться с помощью применения методов кластеризации, а также на основе методов непараметрической статистики и методов статистического машинного обучения. Статистические методы машинного обучения как часть методов науки о данных отличаются от классических статистических методов тем, что они основаны на данных и не стремятся описывать эти данные с помощью линейной или другой общей функции. Машинное обучение, как правило, уделяет большое внимание разработке эффективных алгоритмов, которые масштабируются для больших объемов данных, чтобы оптимизировать прогностическую модель.

Для тестирования эффективности решений и выбора из них наилучшего используется тип статистического эксперимента – рандомизированное испытание. Особенностью такого испытания является снижение источников систематической ошибки при оценке эффективности проектов, реформ, последствий проводимых изменений, программ. Дизайн рандомизированного испытания следующий:

1. Оцениваемых субъектов (представительную выборку) случайным образом распределяют в две или более группы, которым задают разные условия.
2. В одной группе – экспериментальной (treatment) осуществляют воздействия в соответствии с исследуемой программой, во второй – контрольной (control) – никаких воздействий не осуществляют.
3. Затем сравнивают результаты в этих группах и делают вывод о влиянии воздействий (причин) на эффективность функционирования субъектов (следствий).

Обработку результатов таких испытаний можно проводить с помощью методов машинного обучения. Применение этих методов позволит исключить возможные ложные корреляции факторов и идентифицировать истинные причинные зависимости. Это возможно за счет проведения множества экспериментов, например, на основе алгоритмов бутстрапирования, или применения бэггинга, моделей случайных лесов, позволяющих надежно установить зависимости факторов и выявить наиболее эффективное решение.

Ниже приводится краткое описание методов машинного обучения, которые могут использоваться для выявления причинных зависимостей.

Деревья решений (decision trees). Модели дерева решений представляет собой модель классификации и прогнозного моделирования. Модель дерева решений основана на рекурсивном разбиении, то есть многократном разделении данных на разделы и подразделы с целью создания однородных классов в каждом сводном подразделе. Древоподобная модель представляет собой набор импликационных правил «если-то-иначе». Деревья способны обнаруживать скрытые закономерности, соответствующие сложным взаимодействиям данных. Модель может быть выражена в терминах отношений между предикторами, которые хорошо интерпретируются. Алгоритм рекурсивного разбиения для построения дерева решений довольно интуитивно понятен. Данные разделяются несколько раз с использованием значений предикторов, которые разбивают данные на относительно однородные сегменты. Существуют различные индук-



торы деревьев решений сверху вниз, такие как ID3, C4.5, CART. Некоторые состоят из двух концептуальных фаз: выращивания и обрезки (C4.5 и CART). Другие индукторы выполняют только фазу роста. Подробные алгоритмы реализации деревьев решений можно найти в [1].

Случайный лес (random forest) представляет собой тип бутстрап-агрегированной оценки на основе деревьев решений. Основан на применении бэггинга к деревьям решений с одним расширением – алгоритм случайного леса предполагает не только отбор объектов, но и отбор их переменных.

Метод опорных векторов (support vector machines). Это набор контролируемых методов обучения, используемых для классификации и регрессионного анализа. Основная идея метода заключается в построении гиперплоскости, которая оптимальным образом разделяет объекты выборки. Алгоритм работает в предположении, что чем больше расстояние (зазор) между разделяющей гиперплоскостью и объектами разделяемых классов, тем меньше средняя ошибка классификатора [2].

Преимущества метода заключаются в следующем:

- метод эффективен для данных большой размерности;
- эффективен, если количество измерений превышает количество выборок;
- использует подмножество обучающего набора в функции принятия решения (называемом опорными векторами), поэтому также эффективно использует память;
- для функции принятия решения могут быть указаны различные функции ядра.

К недостаткам метода относятся следующие:

- 1) если количество факторов намного больше, чем количество выборок, может возникнуть проблема переобучения при выборе признаков ядра;
- 2) не дает прямых оценок вероятностей.

Метод k-средних (k-means method) является одним из широко используемых методов кластеризации [3]. Алгоритм разбивает множество элементов векторного пространства на заданные k кластеров. Он делит данные на k кластеров путем минимизации суммы квадратов расстояний каждого объекта до среднего значения назначенного ему кластера. Основная идея заключается в том, что на каждой итерации пересчитывается центр масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем векторы снова разбиваются на кластеры, в соответствии с которыми новые центры ближе по выбранной метрике. Алгоритм завершается, когда на некоторой итерации внутрикластерное расстояние не меняется за конечное число итераций, так как число возможных разбиений конечного множества конечно, и на каждом шаге общее стандартное отклонение уменьшается, поэтому заикливание невозможно.

Стохастический градиентный бустинг (Stochastic Gradient Boosting). Метрические классификаторы просты в применении, в качестве методов обучения используют анализ сходств объектов в выборке, но не обладают гибкостью, неустойчивы к шумам и выбросам в исходных данных. Линейные классифика-



торы являются гибкими алгоритмами, однако они ограничены тем, что относят объекты к одному из двух классов, то есть используются для бинарной классификации. Бустинг позволяет объединить слабые классификаторы в один сильный и на основе такого объединения позволяет устранить недостатки каждого алгоритма [4-8]. Он основан на композиций разных алгоритмов для компенсации проблем каждого из них.

Самоорганизующиеся карты (self-organising maps) представляют собой разновидность нейросетевых алгоритмов [9]. Основное отличие этой технологии от нейронных сетей, обученных по алгоритму обратного распространения, заключается в том, что метод обучения является неконтролируемым, то есть результат обучения зависит только от структуры входных данных. Алгоритм функционирования самоорганизующихся карт является одним из вариантов кластеризации многомерных векторов. Примером таких алгоритмов является алгоритм k -средних. Важным отличием алгоритма является то, что в нем все нейроны (узлы, центры классов) упорядочены в некоторую структуру (обычно двумерную сетку). При обучении модифицируется не только нейрон-победитель, но и его соседи, но в меньшей степени. Метод можно рассматривать как один из способов проецирования многомерного пространства в пространство с меньшей размерностью. При использовании этого алгоритма векторы, сходные в исходном пространстве, на результирующей карте оказываются рядом.

Литература

1. Rokach L.; Maimon O. Decision Trees, 2005. – DOI: 10.1007/0-387-25465-X_9.
2. Awad M.; Khanna R. Support Vector Machines for Classification, 2015. – DOI: 10.1007/978-1-4302-5990-9 3.
3. Adam C.; Andrew Y. Ng. Learning Feature Representations with K-means. – Stanford University, USA, 2012, 20 p.
4. Orlova E.V. Methodology and Models for Individuals' Creditworthiness Management Using Digital Footprint Data and Machine Learning Methods // Mathematics. – 2021. – Vol. 9. – No. 15. – 28 p. <https://doi.org/10.3390/math9151820>
5. Orlova E.V. Decision-Making Techniques for Credit Resource Management Using Machine Learning and Optimization // Information. – 2020. – Vol. 11. – № 3. – 17 p. – DOI: <https://doi.org/10.3390/info11030144>
6. Orlova E.V. Innovation in Company Labor Productivity Management: Data Science Methods Application // Applied Sysem Innovation. – 2021. – Vol. 4. – No 3: 68. – 18 p. <https://doi.org/10.3390/asi4030068>
7. Орлова Е.В. Модели и механизмы согласованного управления производственно-экономической системой: дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук. – Уфа, 2018. – 340 с.
8. Орлова Е.В. Предиктивная аналитика кредитных рисков на основе данных цифровых следов заемщиков и методов статистического машинного обучения // Программная инженерия. – 2021. – Том 12. – № 7. – С. 358-372. – DOI: 10.17587/prin.12.358-372



9. Kohonen, T. Self-Organizing Maps (Third Extended Edition). – New York, 2001, 501 p.

А.С. Подгорный

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ В РОБОТЕ АССИСТЕНТЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Создание ассистента, способного распознавать человеческий голос и отвечать на него всегда было сложной задачей, по большей части из-за несовершенства технологий распознавания речи. Но с тех пор интеллектуальные технологии сильно продвинулись, благодаря чему создание собственного ассистента стало под силу даже студенту, причём абсолютно бесплатно.

Размещение ассистента на базе робота позволяет сделать его мобильным, а использование полноценного микрокомпьютера позволяет значительно расширить набор датчиков и устройств, которыми можно дополнять функционал робота.

Робот перемещается на гусеничном шасси (рис.1). В его основе стоит платформа *Nvidia Jetson*[2], содержащий в себе средство для ускорения работы нейросетей, что не обязательно для работы распознавания голоса, зато позволяет тратить меньше энергии на обработку и выполнять более сложные задачи в будущем.



Рис. 1. Внешний вид робота



Интеллектуальная система распознавания голоса позволяет роботу распознавать человеческую речь и отвечать на команды человеческим голосом. Для распознавания речи используется библиотека *Vosk* [1], а для генерации голоса — *RHVoice* [3]. Последняя отличается тем, что она изначально создавалась для русского языка, благодаря чему качество голоса выше чем у систем, изначально построенных для озвучивания английского языка.

Роботами может выполняться следующие наборы команд:

- Общие команды: Привет, пока, как дела, скажи что-нибудь, расскажи анекдот,
- Показания датчиков: Температура, влажность, давление, углекислый газ, органические вещества;
- Команды движения: Вперёд, назад, влево, вправо, танцуй.

Система выполняет команду в среднем через 1 секунду после произнесения. Наибольшая точность достигается при общении с одним человеком. Когда несколько людей говорят одновременно, система не всегда распознаёт команды. Это связано с тем что основой для обучения служат записи, где текст озвучивает один человек, например, в аудиокниги. При этом система очень устойчива к шумам и громкой музыке.

Одной из проблем такой системы, специфичной именно для ассистента является эхо. Когда робот произносит фразу, внутренний микрофон улавливает её и пытается распознать. Для решения данной проблемы в данном робот-ассистенте используется программный модуль эхоподавления на основе технологии *WebRTC*.

Таким образом робот-ассистент был снабжён локальной системой распознавания голоса, что позволяет использовать его в помещениях без доступа к интернету, а также делает робота-ассистента полностью мобильным.

Литература

1. Библиотека для распознавания речи «*Vosk*». URL: <https://alphacephei.com/vosk/index.ru> (дата обращения: 05.01.2022).
2. *Jetson Nano 2GB Developer Kit User Guide*. URL: <https://developer.nvidia.com/embedded/learn/jetson-nano-2gb-devkit-user-guide> (дата обращения: 05.08.2021).
3. Документация к библиотеке *RHVoice*. URL: <https://github.com/RHVoice/RHVoice/blob/master/doc/ru/index.md> (дата обращения: 10.01.2022).



О.В. Порубай, И.Х. Сиддигов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

(Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий им. Мухаммада аль-Хорезми)

Современное электроэнергетическое оборудование характеризуется высокими требованиями к его надежности. Исходя из этого, большую значимость имеют мероприятия по выявлению и предотвращению ошибок, которые приводят к выходу из строя технологическое оборудование электростанций.

В настоящее время существует достаточно большое количество различных методов принятия управленческих решений для технической диагностики, каждый из которых имеет свои преимущества во время оценки текущего технического состояния электроэнергетических объектов [2]. Существующие методы диагностики основаны на математических моделях, которые могут отображать лишь часть свойств и режимов работы моделируемых объектов. В связи с этим все более актуальной становится проблема разработки эффективных эвристических методов и согласования уже известных аналитических и эвристических методов в рамках интеллектуальной системы технической диагностики электроэнергетических объектов и режимов их работы [2]. В такой системе должны применяться наилучшие методы обнаружения и локализации неисправностей, максимально эффективно использоваться возможности различных диагностических методов, средств и знаний экспертов для наиболее ранней диагностики и прогнозирования технического состояния объекта, выдачи рекомендаций эксплуатационному персоналу.

Задача принятия решений может быть сформулирована как задача эвристического поиска в пространстве состояний [3]. Пусть S множество состояний проблемной области, $\tilde{S} \subseteq S$ – подмножество допустимых состояний, $S_0 \subseteq \tilde{S}$, $S_k \subseteq \tilde{S}$ – соответственно подмножества начальных и конечных (целевых) состояний, $F: S \rightarrow S$ – множество преобразований состояний (операторов, процедур и т.п.), G – критерий или множество критериев оценки принимаемых решений. Каждое преобразование $f \in F$ реализует отображение $S_f \rightarrow S$, где $S_f \subseteq S$ – область определения f .

Задача эвристического поиска формально задается набором:

$$\langle S, \tilde{S}, S_0, S_k, F, G \rangle \text{ (или набором } \langle \tilde{S}, S_0, S_k, F, G \rangle) \quad (1)$$

и интерпретируется как поиск или построение последовательности преобразований $f_1, f_2, \dots, f_n, f_i \in F$, переводящей систему из заданного начального состояния $s' \in S_0$ в некоторое целевое состояние $s'' \in S_k$, причем оптимальным (поиск оптимального решения) или приемлемым (поиск удовлетворительного решения) образом согласно выбранным критериям.



Пространство поиска удобно представлять в виде графа, вершины которого отображают состояния, а дуги – допустимые преобразования состояний, или переходы из одних состояний в другие. Дуги могут быть взвешены стоимостями соответствующих преобразований. На графе необходимо найти путь, называемый решающим путем, от начальной вершины к целевой с минимальной или приемлемой стоимостью.

При решении задачи эвристического поиска может применяться поиск от начального состояния к целевому (прямой поиск или поиск, управляемый данными), от целевого состояния к начальному (обратный поиск, или поиск, управляемый целью), а также комбинированный двунаправленный поиск. Так как поисковые деревья для реальных проблемных областей очень велики и растут экспоненциально с ростом числа уровней поиска, то комбинированный поиск может быть эффективнее однонаправленного [5].

Рассмотрим простой пример. На рис. 1 приведена условная схема линий электропередачи (сплошные линии), связывающих источники и потребители электроэнергии. Каждая линия взвешена стоимостью передачи по ней электроэнергии (в частном случае при идентичности линий стоимостью просто соответствует длине линии).

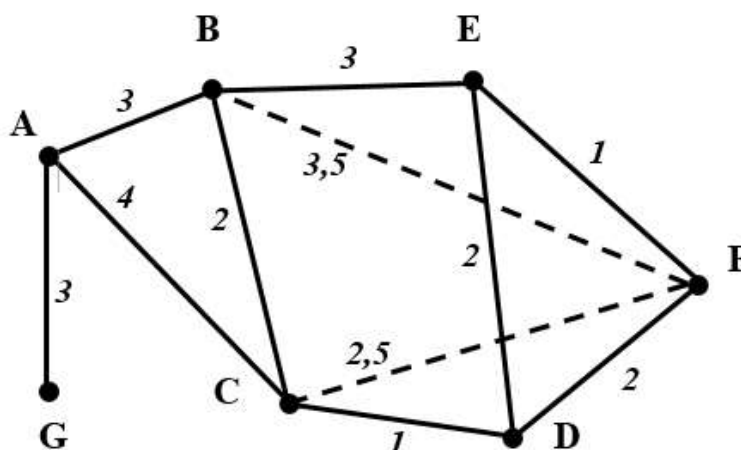


Рис. 1. Условная схема линий электропередачи

Пусть необходимо найти путь минимальной стоимости между источником A и потребителем F . Полное поисковое дерево изображено на рис. 2, а. Число вершин в дереве $N=24$, число этапов построения дерева $K=13$ (использован алгоритм построения дерева «в глубину» [...], согласно которому раскрытие вершин производится слева-вниз до концевых вершин). Целевые вершины F взвешены значениями оценочной функции $g(F)=q(F)$. Оптимальный решающий путь – для данного примера их два: $A-B-E-F$ и $A-C-D-F$ – дает наименьшее значение оценочной функции, равное 7. Заметим, что концевые вершины C и B , хотя и не являются целевыми, дальше не раскрываются, так как их раскрытие ведет к получению петель, что естественно недопустимо. Вершина G – висячая (тупиковая).

Как видно из примера, использование эвристической информации позволяет существенно сократить поиск решения. Так же можно отметить, что рас-



смотренная эвристика «оценки оставшегося до цели пути» - достаточно общая и может быть применима для решения разнообразных задач трассировки.

Литература

1. Porubay O. V. Decision-making under conditions of definition and risk based on strict methods //Chemical Technology, Control and Management. – 2020. – Т. 2020. – №. 5. – С. 77-82.
2. Котельников Б.В. Модели принятия решений, используемых в экспертных системах для технической диагностики // Сборник научных трудов. Вып. No11. Физико-математические науки. - Сургут: Изд-во СурГУ, 2002.-С. 42-53.
3. Порубай О. В., Хасанова М. Системы поддержки принятия решений с интеллектуальными механизмами поиска для оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике (Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова, Ферганский филиал Ташкентского университета информации //IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2021. – Т. 16. – №. 7.
4. Порубай О. В., Амиров А. Р. Проблемы принятия решений в условиях определенности и риска на основе строгих методов //Universum: технические науки. – 2021. – №. 6-1. – С. 32-33.
5. Сиддиков И. Х., Порубай О. В. Принятие решений в условиях определенности и риска на основе строгих методов // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук. – 2021. – С. 208-214.

Г.А. Саитова, А.В. Елизарова, И.А. Яковлев

АЛГОРИТМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ В АВТОНОМНОМ НЕОБИТАЕМОМ ПОДВОДНОМ АППАРАТЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Перспективы развития техники гражданского и военного применения, в том числе создание систем накопления и хранения электрической энергии, в частности для автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), а также обитаемых подводных аппаратов (ОПА), во многом определяются наличием высокоэнергоемких источников электроэнергии.

Для обеспечения электрической энергией двигателей, электронной аппаратуры и автоматизированных систем управления широко применяются системы электроснабжения на основе химических источников тока (ХИТ), которые наиболее полно отвечают требованиям к комплексам вооружения в части простоты в управлении, постоянной готовности к работе на нагрузку и минимально необходимого обслуживания в процессе эксплуатации. При работе большинства ХИТ отсутствуют акустические и тепловые шумы, что



обеспечивает повышенную скрытность функционирования комплексов различного назначения [1,2].

Литий-ионная аккумуляторная батарея (ЛИАБ) предназначена для электропитания АНПА и комплектуется:

- блоком аккумуляторов, соединенных по параллельно-последовательной схеме;
- встроенной автоматической системой управления;
- выносным автоматическим зарядным устройством (АЗУ).

Для обеспечения безопасной работы аккумуляторных батарей необходима реализация подходов, которые будут направлены на предотвращение отказов и на снижение последствий отказов, в случаях их возникновения.

Поэтому общие принципы по защите, контролю и управлению батареями из литий-ионных аккумуляторов реализуются и прорабатываются в автоматизированной системе управления литий-ионной аккумуляторной батареей (АСУ ЛИАБ).

АСУ ЛИАБ анализирует входящие сигналы, производит вычисления по формулам, производит передачу данных в бортовую систему АНПА по «Протоколу взаимодействия ЛИАБ и АНПА», управляет главным реле, управляет процессом заряда АБ посредством выходящих цифровых сигналов.

Разработанный алгоритм системы управления аккумуляторной батареей в АНПА представлен на рисунках 1,2. Основной задачей АСУ является контроль следующих параметров: ток (I , А), напряжение (U , В), температура аккумуляторной батареи (АБ) во избежание возгорания аккумуляторов (T , °С), Новизной разрабатываемого АСУ является прогнозирование состояния уровня заряженности АБ (С, А·ч) с помощью искусственной нейронной сети (ИНС) [3,4]. По результатам спрогнозированного значения емкости АБ капитан подводной лодки сможет принимать решения о дальнейших действиях по движению АНПА в целях безопасности.

Декомпозиция блока «Обучение (корректировка) нейронной сети новыми данными» представлена на рисунке 2. Обучающая выборка формируется на основании проведенных экспериментов по заряду/разряду АБ. Данная выборка корректируется и выбираются подходящие входные параметры. Затем устанавливаются параметры ИНС (количество нейронов, скрытых слоев, время задержки и т.д.) и, после определения архитектуры ИНС, проводится ее обучение. Для улучшения достоверности модели можно дополнительно обработать данные для обучения, а также, возможно модифицировать структуру ИНС [5].

Таким образом, данная система управления аккумуляторной батареей в АНПА при интеграции в нее ИНС позволит заменить существующие математические модели АБ или дополнить ее, например, в диагностике. Хорошо обученная ИНС позволяет спрогнозировать наиболее точное значение состояния заряженности АБ.

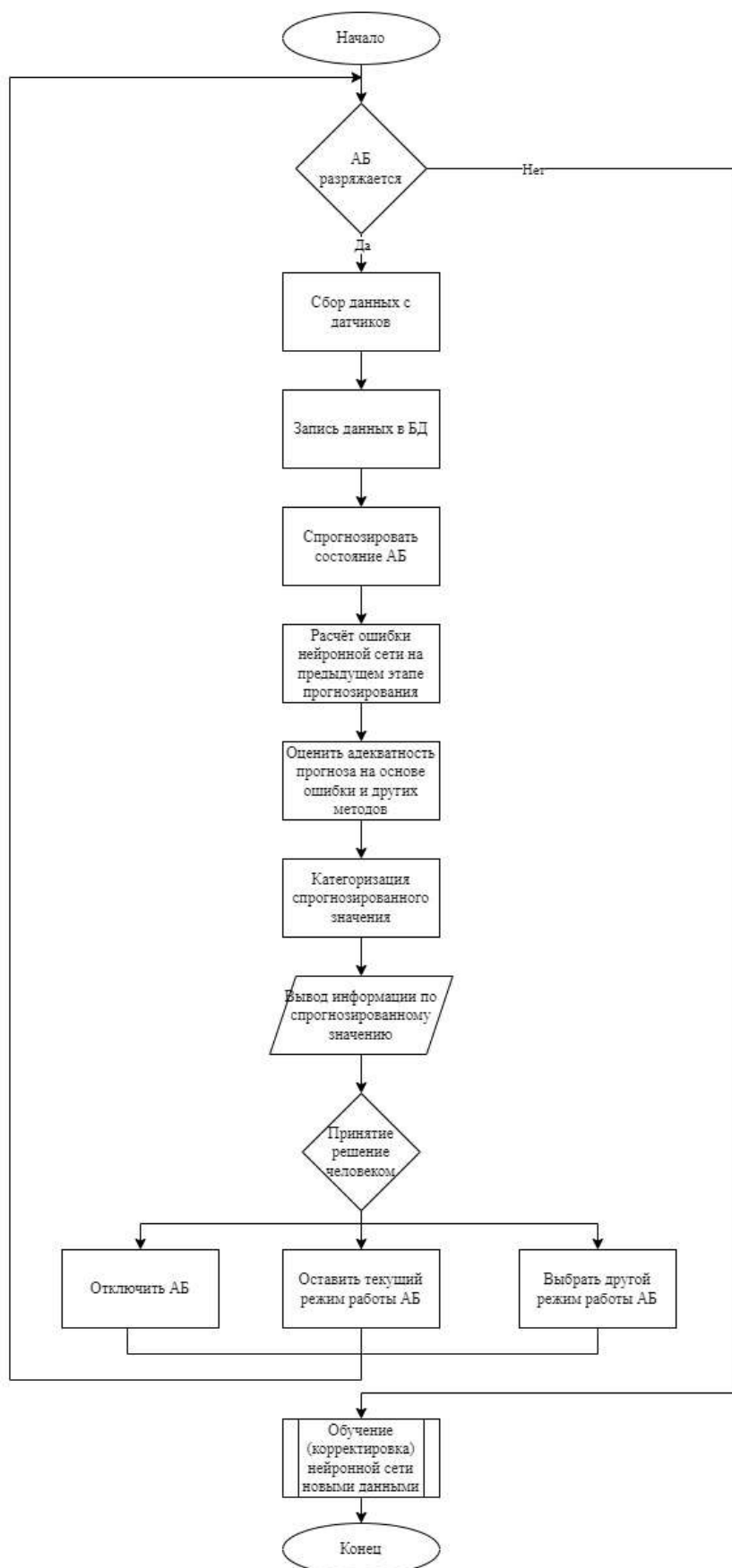


Рис. 1. Алгоритм системы управления аккумуляторной батареей в АНПА

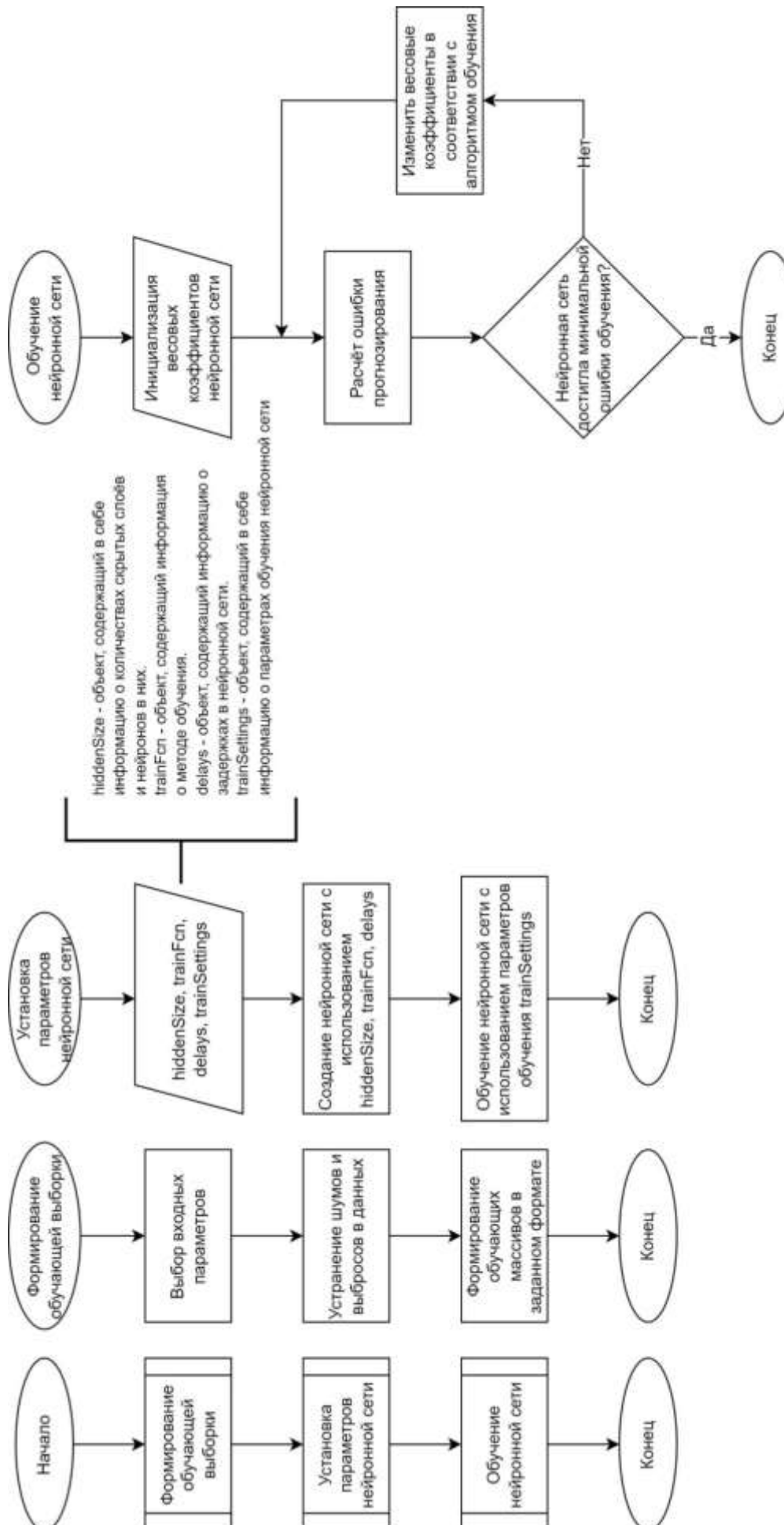


Рис. 2. Декомпозиция блока «Обучение (корректировка) нейронной сети новыми данными»



Литература

1. Борисевич А.В. Моделирование литий-ионных аккумуляторов для систем управления батареями: обзор текущего состояния // Современная техника и технологии. 2014. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2014/05/3542> (дата обращения: 29.03.2021).
2. Галушкин Н.Е., Галушкина Н.Н. Анализ эмпирических зависимостей, описывающих разряд щелочных аккумуляторов // Электрохимическая энергетика. 2005. Т. 5, № 1. С. 43–50.
3. Саитова Г.А., Елизарова А.В. Нейросетевая модель для оценки состояния заряженности литий-ионного аккумулятора // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2021. – С. 288-293.
4. Яковлев И.А., Елизарова А.В. Оценка состояния заряда аккумулятора на базе нелинейной авторегрессионной нейронной сети с внешним входом // Материалы XVII Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», 6-9 сентября 2021 г. – Москва: ИПУ РАН, 2021. – С. 224-232.
5. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 /Под общ. ред. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 630 с. – (Пакеты прикладных программ; Кн. 4).

О.В. Сапожникова

ГОЛОСОВОЙ ПОМОЩНИК «ATHENA»

(Самарский авиационный техникум)

Аннотация. В статье раскрыта технология голосовой помощи, и освещен принцип работы в производстве. Рассмотрены преимущества и недостатки такого управления. Проведены социальные опросы и сделаны анализы, которые основываются на мнении опрошенных людей.

Будущее нашего производства зависит от повышения эффективности работы оператора и станка. Технология голосовой помощи молниеносно становится частью современной жизни. Совсем скоро она станет силой, которая подвинет завтрашний день, повышающей эффективность рабочего места. В данной статье будет рассказано о преимуществах и недостатках голосового управления станком. ATHENA, технология голосового управления компании Макино, специально предназначена для пользователей станками, позволяет более эффективно преобразовывать, усваивать и анализировать большие данные.

Для того, чтобы лучше разобраться, были проведены социальные опросы среди учащихся на 3 курсе. Поставив первый вопрос перед ними – «Нужна ли нам механизация производства как такового?». Из 44 студентов мнения раз-



делились пополам между тем, что механизация нужна и перемены нам необходимы и тем, что все должно быть в меру. Оставшиеся 9% посчитали, что ничего менять не нужно и их все устраивает.

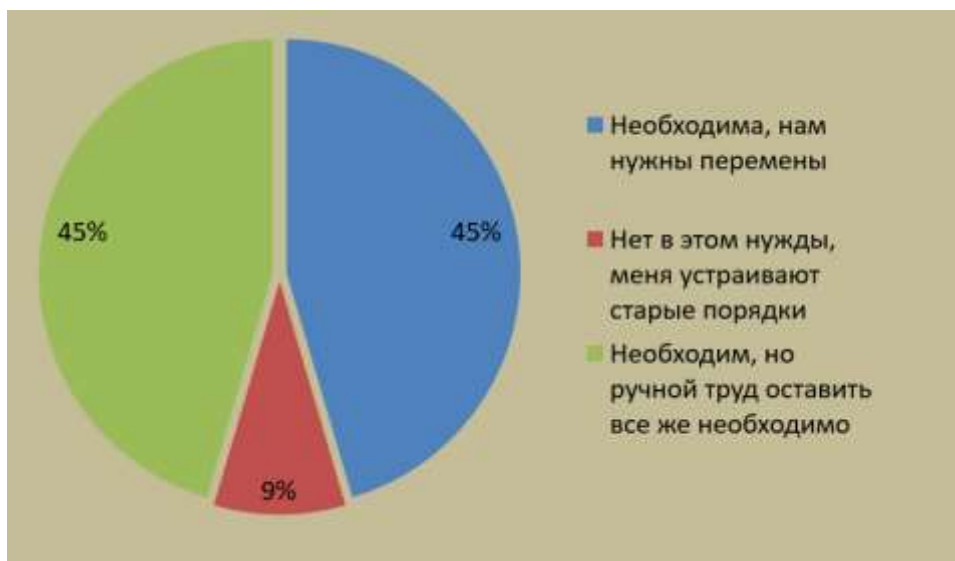


Рис.1. Социальный опрос №1

Основываясь на первом вопросе, и плавно переходя в тему данной статьи, был задан следующий вопрос – «Как вы думаете, голосовой помощник – действительно помощник или нет?». Больше половины опрошенных посчитало, что помощником он является, ведь имеет одно главное преимущество – не нужно утруждать себя в долгом написании будь то команд, то отчетов – голосовой помощник упростит работу.

Но оставшиеся проголосовавшие не смогли согласиться с «упрощением написания», ведь у каждого устройства, механизма или инструмента всегда будут недостатки. Недостаток голосового помощника заключается в вероятности записи команды с ошибками, ведь голос не всегда передает точно – помешать могут определенные проблемы с речью у человека; посторонние звуки, мешающие записи.



Рис.2. Социальный опрос №2



Проанализировав полученные результаты от проведенного социального опроса, приходим к выводу, что голосовые ассистенты смогут оказать большую помощь в работе, но имея при этом свои недостатки, с которыми можно бороться и совершенствоваться дальше.

Если говорить о современном производстве, подобные «помощники» уже являются полноправными сотрудниками, ускоряющими работу и повышающими эффективность производства. Такой поддержкой и приходится «ATHENA». На данный момент она существует как дополнение к управлению станком, которое предоставляет пользователям работать с блоком управления.

Кардинально облегчить адаптацию наладчиков и операторов. Система состоит из гарнитуры с функциями шумоподавления и программного обеспечения, работающими на ноутбуке. Оператор использует микрофон гарнитуры, чтобы давать команды и задавать вопросы - практически любую команду, которую можно выполнить на ЧПУ, и практически любой вопрос, относящийся к станку или заданию. С течением времени ATHENA обучается, взаимодействуя с пользователями, постоянно улучшая свои навыки для помощи оператору. Такое взаимодействие в значительной степени повлияет на рост производительности.

Литература

1. Миронов С.Б. [Применение голосовых помощников и проблемы их использования в автоматизированном производстве]. – Научная статья, 2020 г.
2. Компания Макино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.makino.eu/ru-ru/athena>

Ю.В Ситникова, Д.С. Оплачко

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОРСТВА ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

(Самарский университет)

Введение

Рукописный текст использовался как средство документации и коммуникации на протяжении тысячи лет. Однако в наше время на замену рукописным текстам пришли электронные. За последнее десятилетие их количество резко возросло, и с каждым годом продолжает стремительно увеличиваться. Это связано, прежде всего, с широким распространением программ для обмена сообщениями в сети Интернет, возросшей роли электронной почты в деловой переписке, высокой популярности интернет-форумов, блогов и, конечно же, социальных сетей. Печатный текст, опубликованный в сети Интернет может содержать данные о том, кто его выложил, но не может дать исчерпывающей информации об авторе текста. Тут как раз и возникает вопрос о возможности определения авторства на основе текста и его содержания.



Определение авторства текста – это отнесение неидентифицированного текста на русском или других языках к одному из заранее перечисленных авторов. Определение авторства текста – это установление авторства неизвестных текстов, полагаясь на имеющуюся выборку авторов.

Определение автора анонимного текста в настоящее время является актуальной проблемой, так как идентификация авторства текста охватывает большой спектр целей: от отыскания автора необходимой статьи в интернете или запоминающегося отрывка художественного произведения до достаточно серьёзных военных и криминалистических целей.

Задача определения авторства текста является подвидом задачи классификации, так как относится только к массивам текстов и связана с разбиением их по авторам.

Классификация – один из разделов машинного обучения, посвященный решению следующей задачи. Имеется множество объектов (ситуаций), разделенных, 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 не известна [1].

Формальная постановка задачи определения авторства текста

Рассмотрим формальную постановку задачи определения авторства. Она заключается в следующем: перед нами есть множество текстов (произведения или фрагменты произведений) $T = \{t_1, \dots, t_k\}$ на русском языке, а также множество авторов $A = \{a_1, \dots, a_l\}$. Для некоторого подмножества текстов $T' = \{t_1, \dots, t_m\} \subseteq T$ авторы известны, то есть существует множество пар «текст-автор» $D = \{(t_i, a_j)\}_{i=1}^m$, где для каждого элемента из подмножества установлен автор. Имеется неидентифицированных текст $t_i, i = \overline{m+1, k}, m \leq k$ из множества спорных или неидентифицированных (анонимных) текстов $T'' = \{t_{m+1}, \dots, t_k\} \subseteq T$ но известно, что он принадлежит кому-то из перечисленных выше авторов из множества A . Необходимо определить, кто из множества A является автором данного текста.

В данной постановке задачу идентификации автора можно рассматривать как задачу классификации с несколькими классами. В этом случае множество A составляет множество предопределенных классов и их меток, D – обучающие примеры, а множество T'' – классифицируемые объекты. Целью является построение классификатора, решающего данную задачу, т. е. нахождение некоторой целевой функции $F: T \times A \rightarrow [-1, 1]$, где -1 соответствует полностью отрицательному решению, 1 – положительному.

Нейронная сеть

Решить задачу классификации можно с помощью нескольких различных методов, одним из которых является метод с использованием нейронной сети.

Нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС) – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение,



построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [2].

В качестве архитектуры нейронной сети был выбран многослойный персептрон.

В настоящее время наиболее часто используемой архитектурой нейросети является многослойный персептрон (MLP), который представляет собой обобщение однослойного персептрона [3].

Многослойные персептроны успешно применяются для решения разнообразных сложных задач. При этом обучение с учителем выполняется с помощью такого популярного алгоритма, как алгоритм обратного распространения ошибки [3].

Проектирование автоматизированной системы определения авторства текста на естественном языке

В качестве архитектуры разрабатываемой системы была выбрана архитектура клиент-сервер.

В состав клиентской части входят следующие подсистемы:

1 Подсистема взаимодействия с сервером, которая осуществляет установку соединения с сервером, формирование и отправку запросов.

2 Подсистема визуализации, которая отображает пользовательский интерфейс.

1 Справочная подсистема, которая содержит сведения о системе (руководство пользователю) и об её разработчиках.

В состав серверной части входят следующие подсистемы:

1 Подсистема взаимодействия с клиентом, которая осуществляет приём данных с клиента и передачу их на обработку.

2 Подсистема подготовки текста, которая отвечает за процесс подготовки текста для классификатора. Она включает в себя:

- Подсистему предобработки текста, которая осуществляет токенизацию и нормализацию текста;

- Подсистему векторизации, которая преобразовывает текст в частотные векторы с помощью частотного анализатора и частотного словаря.

3 Подсистема классификации, которая отвечает за процесс классификации текстов. Она включает в себя:

- Подсистему обучения, которая отвечает за реализацию обучения нейронной сети;

- Подсистему настройки параметров классификатора, которая отвечает за ввод (выбор) значений параметров обучения и проверку корректности этих значений;

- Подсистему тестирования, которая отвечает за тестирование работы классификатора;

- Подсистему распознавания, которая отвечает за сопоставление загруженного текста с автором.

4 Файловая подсистема, которая отвечает за загрузку файла с текстом.



С помощью разрабатываемой системы пользователь сможет создать модель классификатора. Для этого ему потребуется подготовить обучающую выборку, настроить параметры классификатора и обучения, а также протестировать классификатор. Для подготовки обучающей выборки пользователь должен загрузить тексты для обучения, после чего обработать загруженный текст. По желанию пользователь может удалить из текста знаки пунктуации, стоп слова, а также использовать стеммер для нормализации текста. После этого будет проведен частотный анализ методом TF-IDF.

TF-IDF – статистическая мера, используемая для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов или корпуса. Вес некоторого слова пропорционален частоте употребления этого слова в документе и обратно пропорционален частоте употребления слова во всех документах коллекции [4].

Когда обучающая выборка будет подготовлена, пользователь может перейти к настройке параметров классификатора и обучения. Для этого ему будет необходимо ввести число нейронов в скрытом слое, коэффициент обучения, максимальное число итераций и допустимую ошибку. По заданным параметрам будет произведено обучение модели классификатора. Далее пользователь сможет протестировать созданную модель и сохранить её. Пользователь может также загрузить уже существующую модель из файла.

После создания модели классификатора пользователь сможет использовать её для определения авторства текста. Для этого пользователь должен выбрать одну из представленных моделей и загрузить текст для распознавания.

Заключение

Разработанная система была апробирована на обучающей выборке из 5000 текстов, относящимся к 10 классам (авторам). На основании этого были определены оптимальные значения параметров нейронной сети, при которых процент распознавания находится в диапазоне 69-75%. Для получения таких результатов количество нейронов на скрытом слое должно составлять 100, а коэффициент обучения должен быть равен 0,01.

Литература

1. Классификация [Электронный ресурс] // machinelearning.ru: [сайт]. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Классификация> (дата обращения: 20.03.2022).
2. Искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс] // dic.academic.ru: [сайт]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/13889> (дата обращения: 23.03.2022).
3. Солдатова, О.П. Основы нейроинформатики [Текст] : учеб. пособие / О.П. Солдатова. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. – 132 с. : ил. – ISBN 5-7883-0467-9.
4. TF-IDF [Электронный ресурс] // ru.wikipedia.org: [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TF-IDF> (дата обращения: 23.03.2022).



Я.В. Соловьева, А.С. Некрасова

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

(Самарский университет)

Классификация текстов является одной из основных задач компьютерной лингвистики, поскольку к ней сводится ряд других задач: определение тематической принадлежности текстов, автора текста, эмоциональной окраски высказывания и др.

Естественный язык – язык, используемый для общения людей и не созданный целенаправленно. Примерами естественных языков являются русский, английский, китайский, казахский и др.

Отсутствие возможности получить наиболее актуальную и полную информацию по конкретной теме делает бесполезной большую часть накопленных ресурсов. Поскольку исследование конкретной задачи требует все больших трудозатрат на непосредственный поиск и анализ информации по теме, многие решения принимаются на основе неполного представления о проблеме. Таким образом, встает проблема построения классификатора текстов, позволяющего сократить трудозатраты на поиск нужной информации, представленной электронными текстами.

Классификация текстов — задача компьютерной лингвистики, заключающаяся в отнесении документа к одной из нескольких категорий на основании содержания документа. Для каждой категории отбираются текстовые массивы, которые используются системой классификации в режиме обучения. После завершения обучения система с помощью специальных алгоритмов должна распределять входные потоки текстовой информации по классам [1]. 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.

Перспективным направлением на сегодняшний день также считается использование метода опорных векторов в качестве основы подобного рода классификатора. Основным преимуществом данного метода является возможность выявления зависимостей, не поддающихся обнаружению при использовании других подходов обработки информации. Методы опорных векторов в анализе текстовой информации обладают достаточным быстродействием, не зависят от языка предметной области и дают хорошие результаты при обработке текстов.

Наиболее популярными моделями и техниками, основанными на вышеописанном методе классификации, являются Word2Vec, Lime, GloVe и TensorFlow. Метод опорных векторов в совокупности с методом на основе деревьев решений даёт возможность эффективно разделять входные объекты на классы, при этом расширяя возможности классификации до способности разбиения на несколько различных классов.



Метод деревьев решений для задачи классификации состоит в том, чтобы осуществлять процесс деления исходных данных на группы, пока не будут получены однородные их множества. Совокупность правил, которые дают такое разбиение, позволяют затем делать прогноз (т.е. определять наиболее вероятный номер класса) для новых данных. Метод деревьев решений применим для решения задач классификации, возникающих в самых разных областях, и считается одним из самых эффективных [2]. В листьях разрешающего дерева размещаются значения целевой функции, в прочих узлах – условия перехода, определяющие направление движения вдоль ребер дерева. Для классификации каждого примера алгоритму необходимо пройти все дерево от корня до одного из листьев. Тем самым получить значение целевой функции $\Phi: D \times C \rightarrow \{0,1\}$. Для построения дерева на каждом внутреннем узле необходимо найти такое условие (проверку), которое бы разбивало множество, ассоциированное с этим узлом на подмножества [3]. Разбив множество примеров на основе значений некоторого признака X на подмножества $S_1, S_2, \dots, S_n$, мы можем вычислить $Info(S)$ как взвешенное среднее информации, необходимой для установления принадлежности примера определенному классу в каждом подмножестве:

$$Info(X, T) = \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Info(S_i). \quad (1)$$

Величина

$$Gain(X, S) = Info(S) - Info(X, S) \quad (2)$$

показывает количество информации, которое мы получаем, благодаря признаку X . Данная величина используется как критерий оценки информативности признака при построении решающих деревьев. Это позволяет получать деревья минимального размера.

Метод опорных векторов решает задачу классификации при $Y = \{-1, +1\}$, т.е. предполагается, что все объекты исходного множества принадлежат одному из классов. Если классов больше, появляется задача мульти-классификации. Два наиболее популярных метода её решения для SVM это «Один-против-всех» и «Каждый-против-каждого». Метод один-против-всех состоит в обучении одной SVM на каждый из классов. Каждая такая SVM способна отличать объекты своего класса от остальных. Для классификации произвольного объекта нужно выбрать SVM с максимальным результатом [4]. Метод каждый-против-каждого состоит в обучении одной SVM на каждую пару классов (если всего классов n – обучаем $n(n-1)/2$ SVM). Каждая такая SVM способна отличать объекты одного класса от объектов другого. Для классификации произвольного объекта все SVM голосуют за один из классов и, затем, выбирается класс с наибольшим числом голосов.

Наиболее распространённая метрика оценки качества классификации включает в себя оценку двух характеристик классификатора – точность и полноту. Точность системы в пределах класса – это доля документов, действительно принадлежащих данному классу относительно всех документов, которые си-



стема отнесла к этому классу. Полнота системы – это доля найденных классификатором документов, принадлежащих классу относительно всех документов этого класса в тестовой выборке. На основе вышеописанных величин производится подсчет метрик, которые оценивают качество работы классификатора и позволяют произвести сравнение классификаторов между собой.

Полная точность или аккуратность: $accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$,

Точность: $precision = \frac{TP}{TP + FP}$ или $precision = \frac{TN}{TN + FN}$

Полнота: $recall = \frac{TP}{TP + FN}$ $recall = \frac{TN}{FP + TN}$

Ф-мера: $F = \frac{2 * precision * recall}{precision + recall}$. Данная мера объединяет оценки точности и полноты в одну.

Для более эффективной обработки входных данных их производится преобработка методом векторизации TF*IDF. Этот метод не выбрасывает часто употребляемые слова из словаря, но уменьшает их вес в вектор-признаке. Для этого для всех слов словаря вычисляется коэффициент обратной частоты. В модели представления TF-IDF каждому терму t документа k ставится в соответствие величина:

$$TF * IDF = TF(k, t) \cdot \log_2 \left(\frac{N}{kf(t)} \right), \quad (3)$$

где $tf(k, t)$ – это частота терма t в документе k , N – число документов в корпусе, $kf(t)$ – количество документов в которых встречается терм t .

В сложных естественных языках одно и то же слово может принимать разные формы (падежи), и в словарь частотного анализа могут попадать все словоформы, отличающиеся предлогами и окончаниями, что может повлиять на увеличение словаря и размера набора данных для обучения. Увеличение словаря и размера набора данных для обучения в свою очередь могут вызывать падение производительности системы и ухудшить обобщающие способности классификатора, то есть привести к переобучению. Существует несколько способов решения этой задачи: лематизация и стеминг. Лематизация – все слова в тексте приводятся к нормальной форме (единственное число, именительного падежа). Стеминг – выделение основы слов путём отбрасывания приставок и окончаний. Этот способ нормализации текста работает гораздо быстрее, чем лематизация. Он менее качественный, но для частотного анализа его вполне достаточно.

Для проведения исследования классификационных возможностей метода опорных векторов и деревьев решений были использованы текстовые данные, сформированные из русскоязычных новостных сайтов Интернета.

В таблице 4.1 показана зависимость точности классификации от способа предварительной обработки исходных тестовых данных. Первоначально сравнивались два метода – частотное представление текста и метод TF*IDF. Метод



$TF*IDF$ показал лучшие результаты, поэтому дальнейшие исследования были проведены, взяв за основу данный метод. В данном исследовании для алгоритмов деревьев решения максимальная глубина дерева была равна 400, а для метода опорных векторов было выбрано линейное ядро, критерий останова был равен 0,001, предельный параметр ошибки равен 1.

Таблица 4.1 – зависимость точности классификации от модели предобработки исходных данных

Модель предобработки входных данных	Деревья решений		Метод опорных векторов
	ID3	C4.5	
Частотный анализ	60%	63%	74%
$TF*IDF$	68%	71%	79%
$TF*IDF$ +стоп-слова	72%	75%	84%
$TF*IDF$ +стоп-слова+стеммер	79%	84%	93%
$TF*IDF$ +стоп-слова+лемматизация	76%	80%	91%

Из таблицы 4.1 видно, что лучшие результаты классификации при использовании и метода опорных векторов, и деревьев решений достигаются при предварительной обработке входных текстовых данных методом $TF*IDF$ при использовании стеммера Портера с удалением стоп-слов.

В таблице 4.2 показаны результаты исследования зависимости точности классификации методом деревьев решений от предельного параметра ошибки C . Из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальным значением предельного параметра ошибки является 1.

Таблица 4.2 – зависимость точности классификации методом опорных векторов от предельного параметра ошибки.

Параметр ошибки	Точность классификации, %
0,1	71
1	94
10	91
100	91

Из данной таблицы видно, что большинство текстов были верно распределены в соответствии с их тематиками.

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. Machine Learning in Automated Text Categorization [Электронный ресурс] Автоматическая классификация текстов — <http://www.math.unipd.it/~fabseb60/Publications/ACMCS02.pdf> (дата обращения 14.06.2022).
3. Sebastiani, F.: Machine learning in automated text categorization, ACM Computing Surveys Computing Surveys, vol. 34, pp. 1–47, 2002.
4. Деревья решений – CART математический аппарат [Электронный ресурс]. – <https://basegroup.ru/community/articles/math-cart-part1> (дата обращения 15.03.2022).

А.А. Столбова, А.А. Малышев

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИЦИРОВАННЫХ ФРАГМЕНТОВ НА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯХ

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

В данной работе предлагается разработанная автоматизированная система выявления фальсифицированных фрагментов на фотоизображениях. Система обеспечивает многоэтапную обработку изображений с целью нахождения на них фрагментов, выполненных после создания изображений, в том числе, средствами современных нейронных сетей [1]. Данное решение развивает тему, затронутую в [2], в части развития интеллектуальных возможностей анализа изображений и локализации конкретного фрагмента, подвергнувшегося редактированию.

Поскольку метаданные цифровых фотографий (EXIF) содержат в себе достаточно исчерпывающую информацию о времени, месте, и устройстве, на которое они были сделаны [3], а сами фотографии сохраняются форматах со сжатием с потерями, разрабатываемая автоматизированная система выявления фальсифицированных фрагментов предполагает к реализации три этапа анализа изображения:

1. Анализ метаданных изображения;
2. Анализ изображения с помощью ELA;
3. Нейросетевой анализ изображения.

На первом этапе система анализирует следующие EXIF-метаданные:



время и дата съемки, место съемки (координаты), модель устройства, диафрагма, выдержка, ISO. Анализ фотоизображения с использованием метаданных проводится на первом этапе, поскольку существуют способы, позволяющие редактировать информацию EXIF и вносить в нее недостоверные данные [4]. Недостоверные сведения в EXIF фиксируются системой.

На втором этапе анализ изображения в системе осуществляется на основе алгоритма оценки уровня ошибок ELA, который задействует схемы сжатия с потерями для выявления манипуляций. Используемые в системе изображения, сжатые по схеме с потерями, повторно сжимаются с известной частотой ошибок, после чего вычисляется разница между исходными изображениями и повторно сжатыми. Исходные изображения имеют достаточно высокие значения уровня ошибок, но каждое последующее сжатие его уменьшает. Таким образом, если изображение подвергается изменению, то в этих измененных областях более высокий уровень ошибок по сравнению с исходным изображением [5, 6]. Найденные подозрительные области (фрагменты) изображения фиксируются системой.

На третьем этапе осуществляется нейросетевой анализ изображения, применяемый, в первую очередь для того, чтобы выявить фрагменты, изменения в которые были внесены с применением нейросетей и редакторов на их основе. На этом этапе исходное анализируемое изображение разбивается на отдельные фрагменты, каждый из которых в цикле обрабатывается нейросетью, классифицирующей фрагмент как имеющий или не имеющий правок. Поскольку нейросети, вносящие изменения в изображения, действуют схожим образом для внесения тех или иных правок, сформирован набор данных для обучения на распространенных типовых изменениях.

Система построена как веб-сервис, что позволяет встраивать ее в другие системы для оценки изображений на наличие фальсифицированных фрагментов. При этом реализован и графический интерфейс пользователя (веб-приложение), позволяющий загрузить фотоизображение и визуально ознакомиться с результатами работы системы: выявленными недостоверными сведениями в EXIF, найденными с помощью ELA фрагментами с отличиями, найденными фрагментами, классифицированными нейросетью как имеющие правки.

Литература

1. Гераськин, А.С. Анализ методов проверки фотоизображений на наличие внесённых изменений / А.С. Гераськин, С.Ю. Желтов // Информационная безопасность регионов. – 2016. – № 4(25). – С. 5-10.
2. Ганеев, Р.М. Разработка программного модуля выявления фейковых фотографий в социальных сетях / Р.М. Ганеев, А.А. Столбова // XVI Королёвские чтения: сборник материалов конф. – Самара: Самарский ун-т, 2021. – С. 458-459.



3. Расширение фотографий: форматы записи цифровых фотографий. – URL: www.fotoprizer.ru/articles/teoria-fotografii/rasshirenie-fotografii-formati-zapisi-cifrovih-fotografii/153/?n=153&q=1335 (дата обращения 09.04.2022).
4. Как разоблачить фотоманипуляции // Рамблер Групп Ferra.ru. – URL: www.ferra.ru/review/multimedia/79974.htm (дата обращения 09.04.2022).
5. Jeronimo, D.C. Image forgery detection by semi-automatic wavelet soft-Thresholding with error level analysis / D.C. Jeronimo, Y.C.C. Borges, L.S. Coelho // Expert Systems with Applications. – 2017. – С. 348-356.
6. Sudiatmika, I.B.K. Image forgery detection using error level analysis and deep learning [Текст] / I.B.K. Sudiatmika, F. Rahman // Telecommunication Computing Electronics and Control. – 2019. – С. 653-659.

С.В. Толмачев, И.П. Болодурина, Д.И. Парфёнов, Л.С. Гришина, А.Ю. Жигалов

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СОСТЯЗАТЕЛЬНЫХ АТАК

(Оренбургский государственный университет)

Машинное обучение всё глубже проникает во все сферы нашей жизни, включая виртуальные ассистенты с голосовым управлением, компьютерное зрение и т.п. Глубокие нейронные сети (ГНС) являются один из наиболее распространенных инструментов решения подобных задач, т.к. способны устанавливать закономерности в неструктурированных данных, таких как изображения, видео- и аудиоинформация. Несмотря на то, что современные модели глубокого обучения достаточно надежны и вероятность их ошибки с каждым годом стремится к нулю, они по-прежнему подвержены так называемым состязательным атакам. Состязательный пример это вектор входных данных, для которых модель стабильно выдает предсказания, неверные с точки зрения человека. В связи с тем, что на системы искусственного интеллекта зачастую возлагается функция принятия решения, необходимо обеспечить их устойчивость к уязвимостям данного рода.

С момента первого упоминания на Международной конференции по репрезентационному обучению в 2014 году о наличии состязательной угрозы [1] для алгоритмов глубокого обучения было разработано большое количество методов генерации вредоносных входных данных и способов защиты от них [2]. В рамках настоящей работы попытаемся изучить некоторые типы состязательных атак с различными моделями угроз для построения в дальнейшем устойчивой модели глубокой нейронной сети для решения задач компьютерного зрения. Рассмотрим следующую постановку задачи классификации изображений.

Пусть дана база данных изображений дорожных знаков для проведения многоклассовой классификации. База данных содержит тренировочный набор из 39209 размеченных изображений и тестовый набор объемом в 12630 преце-



flatten (Flatten)	(None, 8192)	0
dense (Dense)	(None, 1024)	8389632
batch_normalization_2 (BatchNormalization)	(None, 1024)	4096
dropout (Dropout)	(None, 1024)	0
dense_1 (Dense)	(None, 43)	44075

Отметим, что методы генерации вредоносных данных классифицируются по уровню доступа злоумышленника к модели на три категории:

- методы белого ящика – злоумышленник имеет полную информацию о модели, об алгоритме, используемом при обучении и может получить доступ к распределению обучающих данных. Он также знает параметры полностью обученной архитектуры модели;
- методы черного ящика предполагают отсутствие знаний о модели и корректировку вредоносных входных данных на основе результата, выдаваемого моделью;
- методы серого ящика с оценкой занимают промежуточное положение между методами белого и черного ящика, при которых злоумышленник имеет доступ к предварительным предсказаниям (оценкам) ГНС (например, к четырем наибольшим).

Предположим, что злоумышленник изучил архитектуру нейросетевого решения (атака белого ящика), и решает провести атаку методом быстрого градиента FGSM, который вносит в каждое входное значение небольшие искажения в соответствии со знаком градиента функции потерь, которая используется при обучении сети, не учитывая относительную важность отдельных изменений [3].

Пример исходного изображения и соответствующего состязательного примера представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Исходное изображение, состязательный пример атаки FGSM и разница изображений

В результате проведения ряда экспериментов на устойчивость глубокой нейронной сети было сгенерировано 50 состязательных примеров (из них 20 примеров знаков ограничения скорости в 30 км/ч, 10 знаков STOP и 20 знаков «главная дорога») на основе атаки FGSM. Данные изображения были классифицированы как знаки ограничения скорости, дорожных работ, скользкой дороги и знака «уступи дорогу». Кроме того, 5 изображений знаков STOP не были



корректно обработаны алгоритмом. Таким образом, эффективность проведения атаки FGSM соответствует 90% и модель глубокой нейронной сети для распознавания изображений дорожных знаков неустойчива к атаке белого ящика FGSM.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-07-01065) и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (№ МК-258.2022.1.6), а также стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-3652.2021.5 и № СП-919.2022.5).

Литература

1. Christian Szegedy, Wojciech Zaremba, Ilya Sutskever, Joan Bruna, Dumitru Erhan, Ian J. Goodfellow, and Rob Fergus. 2013. Intriguing properties of neural networks. CoRR abs/1312.6199 (2013). <http://arxiv.org/abs/1312.6199>
2. Uri Shaham, Yutaro Yamada, and Sahand Negahban. 2015. Understanding Adversarial Training: Increasing Local Stability of Neural Nets through Robust Optimization. CoRR abs/1511.05432 (2015). <http://arxiv.org/abs/1511.05432>
3. Ian J. Goodfellow, Jonathon Shlens, and Christian Szegedy. 2014. Explaining and Harnessing Adversarial Examples. CoRR abs/1412.6572 (2014). <http://arxiv.org/abs/1412.6572>

Ю.А. Ургалкина, И.В. Семенова

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОИСКА КУЛИНАРНЫХ РЕЦЕПТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСПОЗНАВАНИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

(Самарский университет)

Поиск информации составляет неотъемлемую часть современного мира. В настоящее время поиск, основанный на технологии компьютерного зрения, используется во многих отраслях, так как помогает пользователю упростить нахождение нужной информации. При этом систем, которые позволили бы осуществлять поиск кулинарных рецептов по результатам распознавания ингредиентов на изображении, на сегодняшний день не существуют.

Так как на одном изображении может находиться одновременно несколько продуктов, алгоритм определения ингредиентов, находящихся на изображении, можно разделить на два основных этапа: обнаружение (сегментация) и распознавание (классификация) образов.

Сегментация изображения является важным предварительным шагом большинства задач автоматического распознавания образов. Сегментация – это разбиение изображения на области, однородные по некоторому признаку и покрывающие всё изображение.



После обнаружения образов необходимо их распознать, то есть классифицировать. Основные стратегии классификации изображения: нейронные сети, метод опорных векторов, генетический алгоритм.

Автором для обнаружения и распознавания образов было использовано компьютерное зрение. Компьютерное зрение включает в себя большое количество обученных сверточных нейронных сетей, которые используются в задачах классификации, сегментации и др. Наиболее популярными являются RetinaNet, ResNet, семейство YOLO. Скорость выполнения детекции объектов является одним из основных критериев при выборе нейронной сети. Главная особенность нейронной сети YOLO от перечисленных состоит в том, что сверточные слои применяются один раз ко всему изображению, что позволяет существенно сократить время сегментации.

Для поиска ингредиентов на изображении была выбрана из семейства YOLO усовершенствованная нейронная сеть YOLOv3, которая состоит из 106-ти сверточных слоев, благодаря этому она лучше сегментирует и распознает небольшие объекты.

В качестве примера для проверки эффективности распознавания ингредиентов на изображении была выбрана фотография, на которой находятся банан, яблоко и морковь. Нейронная сеть не только обнаружила три объекта, точно определила их границы и выделила рамками, но и с хорошей долей вероятности классифицировала ингредиенты (см. Рис. 1).

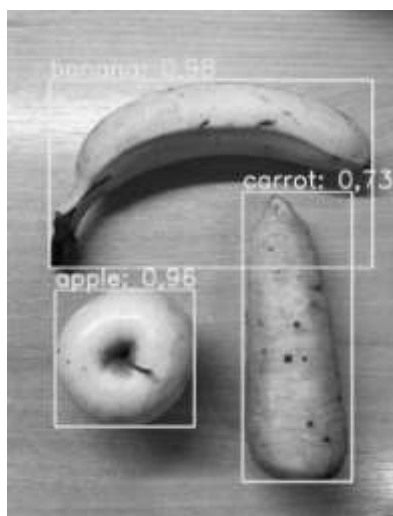


Рис. 1. Результат распознавания ингредиентов

Также стоит отметить, что часть продуктов может находиться в упаковке, поэтому определение таких ингредиентов целесообразно осуществлять по надписям на них. Сделать это можно, применив алгоритм распознавания текста на изображении. Наиболее часто на практике используется оптическое распознавание текста, алгоритм которого представлен на рисунке 2.

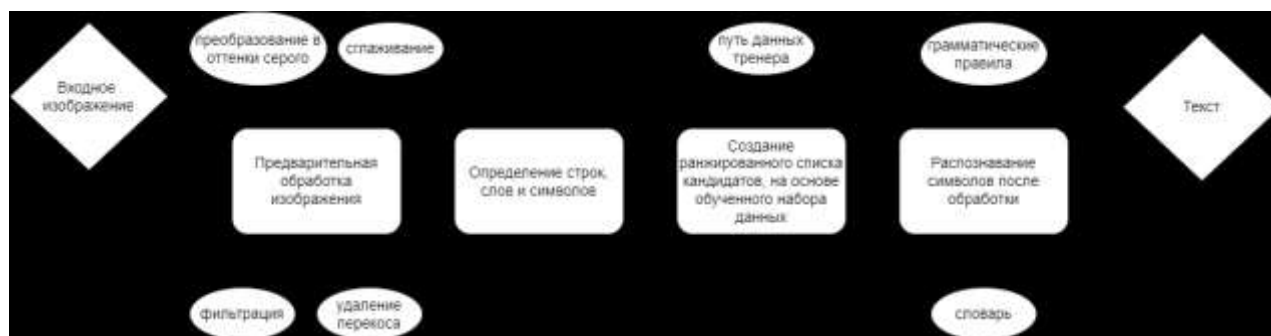


Рис. 2. Алгоритм распознавания текста

Таким образом, в результате выполнения сегментации изображения, распознавания продуктов без упаковки и распознавания текста на упаковках, формируется список, содержащий наименования ингредиентов, изображённых на фото. На основании сформированного списка далее в информационной системе, хранящей информацию о рецептах и ингредиентах, необходимых для их приготовления, может быть осуществлён поиск блюд, которые могут быть приготовлены из ингредиентов, представленных на изображении.

Литература

1. Kaiming, He. Deep Residual Learning for Image Recognition / Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun – URL: <https://arxiv.org/abs/1512.03385> (дата обращения 19.03.2022).
2. Redmon, J.C. YOLO: Real-Time Object Detection / J.C. Redmon – URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> (дата обращения: 29.03.2022)
3. Schantz, H. The history of OCR, optical character recognition / H. Schantz, F. Herbert. – Manchester : Manchester Center, Vt., 1982. – 136 с.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

С.В. Востокин

ОБЗОР ПРОЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ TEMPLET

(Самарский университет)

Введение. В работе представлены назначение, цели и задачи, основные результаты исследований по проекту автоматизации параллельных и распределенных вычислений Templet (templet.ssau.ru), который разрабатывается на кафедре программных систем и кафедре информационных систем и технологий Самарского университета.

В проекте Templet изучаются методы разработки программ, способных эффективно исполняться на произвольной совокупности вычислительных ресурсов: вычислительных и графических ядрах процессора; отдельных компьютерах, кластерах и облаках, объединенных сетью Интернет.

Актуальность разработки таких программ, с одной стороны, обусловлена тем, что они используются в мега-проектах для решения задач, требующих сверхбольшой вычислительной мощности. Здесь важен объем вычислений, который сложно или невозможно выполнить даже на суперкомпьютере. Широко известный пример – это обработка данных эксперимента на Большом адронном коллайдере по обнаружению бозона Хигса.

С другой стороны, даже в небольших проектах часто требуется значительная вычислительная мощность. В этом случае решающим фактором является себестоимость вычислительных ресурсов. Получить недорогие вычислительные ресурсы можно за счет использования «не специализированных» ресурсов в период их временного простоя по основному назначению. Примером является зонтичный проект BOINC, который объединяет исследователей из разных отраслей знаний и обычных добровольцев, предоставляющих исследователям свои компьютеры для вычислений посредством сети Интернет.

Помимо пользователей персональных компьютеров и мобильных устройств, простаивающие ресурсы во временное использование могут предоставить облачные провайдеры в виде бесплатных или недорогих виртуальных машин. Другой пример – кластеры и суперкомпьютеры. Обычно это высокозагруженные системы, но в силу их большой производительности объем простаивающих ресурсов также значителен и может быть использован. У предприятий, где много компьютеризированных рабочих мест, также велик объем простаивающих ресурсов.



вающих ресурсов. Например, в ночные часы компьютеры предприятия потенциально доступны для решения производственных вычислительных задач.

Проект Templet ставит целью популяризацию перечисленных выше подходов использования вычислительных ресурсов через сеть Интернет. Для этого разрабатывается оригинальная технология программирования в парадигме акторов и задач, упрощающая организацию вычислений на произвольной совокупности ресурсов, в первую очередь в образовательных целях и для автоматизации научных исследований, а в перспективе – для решения широкого круга прикладных задач.

Направления исследований. Проблемы организация вычислений на произвольной совокупности вычислительных ресурсов относятся к области параллельных и распределенных вычислений, включая грид-вычисления, гетерогенные вычисления, многозадачные вычисления, языки и системы управления потоками работ и другие родственные направления компьютерных наук. В проекте Templet разрабатывается синтетический подход, опирающийся на результаты в перечисленных направлениях, особенностью которого является представленная ниже методология организации вычислений с точки зрения модели вычислений, библиотеки времени исполнения, программирования и генерации кода, программной инфраструктуры.

Модель вычислений. В основе проекта лежит модель вычислений, позволяющая сформировать математически точное и самодостаточное описание вычислительного процесса, чтобы на его основе можно было построить программу, исполняющуюся на произвольной совокупности вычислительных ресурсов.

Точное и привычное для программистов описание последовательного вычислительного процесса – это алгоритм. Последовательные алгоритмы самодостаточны в том смысле, что не привязаны к конкретному механизму выполнения. Для описания вычислительного процесса мы используем последовательные недетерминированные алгоритмы специальной структуры, распараллеливание которых позволяет получить искомые программы.

Таким образом, программирование алгоритма для исполнения на произвольной совокупности вычислительных ресурсов понимается как эквивалентное преобразование исходного алгоритма (последовательного либо параллельного) к новому алгоритму специальной структуры. Этот подход близок к модели акторов Хьюитта, алгоритмическим скелетам Коула, вычислениям на основе задач и отражает классическое представление о содержании теории программирования как задачи отображения алгоритма на заданное вычислительное окружение. Подход можно рассматривать как альтернативный по отношению к языкам описания потоков работ (CWL и др.); промежуточному программному обеспечению (HTCondor и др.); набору высокоуровневых алгоритмических скелетов с индивидуальными моделями исполнения (map-reduce и др.).

Библиотека времени исполнения. Особенностью библиотеки времени исполнения является ориентация на синхронизацию параллельных задач на многоядерных/многопроцессорных компьютерах с общей/разделяемой памя-



тью. Для запуска и исполнения задач используются сторонние системы и библиотеки, например, OpenMP, стандартная библиотека языка C++, MPI, платформа Everest (разработка ИППИ РАН). Эта особенность обеспечивает расширяемость для использования с разными системами управления задач, компактность кода, а также позволяет эффективно синхронизировать очень большое количество задач малой длительности счета. Текущая реализация библиотеки времени исполнения выполнена на языке C++.

В области библиотеки времени исполнения в проекте изучаются: методы оптимизация кода библиотеки с целью повышения производительности; производительность на разных платформах в алгоритмах мелкогранулярных вычислений; методы разработки, оптимизации и адаптации под библиотеку времени исполнения интерфейсных модулей к сторонним системам управления задачами.

Программирование и генерация кода. Наш подход позволяет применять любой алгоритмический язык программирования или псевдокод для передачи семантики модели вычислений, но программисту требуется поддерживать определенную структуру алгоритма при написании кода. В результате получающийся код может оказаться довольно объемным. Для преодоления этих сложностей мы применяем автоматизацию программирования, относящуюся к мета-программированию на основе препроцессора. В проекте разрабатывается набор инструментов, включающий препроцессор кода и кодогенератор, управляемый компактным языком. Язык кодогенератора позволяет лаконично описать свойства типов программы: сообщения, принимаемые и отправляемые акторами; задачи, запускаемые в их контексте. На этой основе автоматически формируется структура программы.

Программная инфраструктура. Исследования в области программной инфраструктуры направлены на практическое применение проекта в образовательных и исследовательских целях. Цель оптимизации инфраструктуры – удобство работы с программами в соответствии с современными требованиями развертывания на произвольных виртуальных машинах в облаке и работы через веб-интерфейс в браузере. Для поддержки этих возможностей в проекте ведутся исследования в области применения технологий системной интеграции на основе: контейнеризации приложений Docker; интерактивной разработки приложений для математического моделирования, анализа данных и искусственного интеллекта проекта Jupyter; платформы Everest для управления запуском приложений на произвольных ресурсах; протокола IPFS для организации распределенного хранения данных в сети Интернет.

Практические результаты. Результаты исследований по проекту отражены в статьях, свидетельствах программ и баз данных, представленных в докторской и трех кандидатских диссертациях по темам проекта [1-4]. В настоящее время используются в образовательном процессе Самарского университета: система управления задачами кластера «Сергей Королёв» (<http://hpc.ssau.ru/node/3130>), которая предназначена для проведения лабораторных занятий, исследовательских работ и других занятий на кластере с исполь-



зованием веб-браузера на простаивающих узлах кластера; комплект для разработки программного обеспечения Templet SDK (<https://github.com/the-templet-project/templet>), использующий модель акторов для синхронизации разнотипных задач с поддержкой платформы Everest, развертыванием на платформе Binder, возможностью работы из веб-браузера.

Научные результаты были получены и использовались в проекте «Разработка комплекса технологий использования ресурсов суперкомпьютера «Сергей Королёв» в целях развития инновационной и научно-образовательной среды университета» (программа повышения конкурентоспособности Самарского университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013-2020 годы, «Проект 5-100»); в проекте «Разработка фундаментальных основ аналитического синтеза регулярных и хаотических процессов в динамике космических аппаратов» (Госзадание № 9.1616.2017/4.6).

Будущие направления исследований в рамках проекта Templet связаны с расширением библиотеки примеров распределенных процессов; совершенствованием системы времени выполнения и метапроцессора; новыми методами анализа кода на корректность и эффективность; совершенствованием программной инфраструктуры; разработкой приложений в области автоматизации учебного процесса и решением других актуальных задач.

Литература

1. Востокин, С.В. Графическая объектная модель параллельных процессов и ее применение в программных комплексах численного моделирования : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.18 / Востокин Сергей Владимирович; [Место защиты: Сам. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева]. - Самара, 2007.
2. Литвинов, В.Г. Разработка и применение типовых решений для распараллеливания алгоритмов численного моделирования : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.18 / Литвинов Владимир Геннадьевич; [Место защиты: Сам. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева]. - Самара, 2015.
3. Артамонов, Ю.С. Мониторинг и прогнозирование загрузки кластерной системы на основе адаптивной смеси моделей : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.18 / Артамонов Юрий Сергеевич; [Место защиты: Сам. нац. исслед. ун-т им. акад. С.П. Королева]. - Самара, 2017.
4. Бобылева, И.В. Метод попарной обработки элементов информационных массивов для многозадачных вычислений в гибридном облаке: дис. ... канд. техн. наук : 2.3.5 / Бобылева, Ирина Владимировна; - Самара, 2021.



И.Ю. Выгодчикова

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТРАКТОВ НА РЫНКЕ ТРУДА В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ АСИММЕТРИИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского)

В работе решены вопросы моделирования оптимального контракта на рынке труда при наличии конкуренции среди работодателей. Асимметрия связана с вопросом принятия решений для агента, предоставляющего услуги, и принципала, принимающего предложение (контракт) агента за определённую плату. Агент может выбирать, для этого принципалу необходимо продумать своё предложение, чтобы заинтересовать агента и обойти конкурентов, предлагающих более комфортные условия работы и достойную (не обязательно высокую) заработную плату. Целью нанимателя должно быть стабильное процветание компании за счёт новых кадров, поэтому уровень оплаты труда необходимо тщательно продумать. Асимметрия (наниматель и претендент), вызывает неформальный конфликт, который можно решить очень просто: дать мотивацию работнику к высококачественной работе и проверить результативность по специальному заданию (возможно дистанционное задание). Тогда необходимость в испытательном сроке отпадает, работники сразу приступают к работе по всем требованиям к должности, соответственно, имеют достойную заработную плату.

Введение. Высокий уровень проблемы принятия решений в области управления персоналом позволяет уточнить время контакта и оплату за контакт между агентом и принципалом, в итоге которого будет подписан контракт, по которому обе стороны начинают активные действия с момента принятия контракта к юридическому статусу. В работе представлена математическая модель отыскания оптимального времени труда агента при возможности распределения времени между принципалами, предлагающими различные контракты. Проводится анализ изменений параметров равновесного контракта при перераспределении агентом своего трудового времени. Актуальность изучаемого вопроса обусловлена наличием математически и экономически обоснованных нововведений в классическую модель контракта на рынке труда. Автор предложил новое инструментальное решение по оптимизации времени как основного ресурса принятия эффективного решения.

Целью работы является разработка математического и информационно-логического инструментария оптимизации контракта на рынке труда.

Задачи работы – исследование основных поведенческих моделей во взаимоотношениях принципала и агента, разработка приемов воздействия на стратегию агента для достижения оптимального результата по прибыли, оценка проблемной базы.



1. Допущения. Проблемной базой считаются показатели взаимодействия агента и принципала на рынке труда. Проблема рассматривается с точки зрения принципала при условии монопольного предложения и при наличии конкуренции среди нанимателей. Авторами рассмотрены ситуации, когда оба участника контрактного процесса обладают полной информацией друг о друге на момент заключения контракта. Также рассмотрены ситуации когда заключаемый контракт носит ассиметричный характер, то есть когда принципал не обладает полной информацией при заключении контракта (проблема неблагоприятного отбора) или после этого (постконтрактный оппортунизм – проблема морального риска).

2. Оптимизация прибыли: информационная асимметрия. Модель строится на допущении, что все участники сделки информированы обо всех ее характеристиках (идеальная ситуация). Пусть уровень усилий работника составляет величину $x \in X$, где X – множество всех возможных усилий. Тогда уровень дохода нанимателя – функция $y=y(x)$. Для стимулирования усилий работника наниматель выбирает схему оплаты (контракт) w , в зависимости от некоторого наблюдаемого им сигнала о величине таких усилий. При этом наниматель стремится максимизировать свой остаточный доход, т.е. разницу между доходом y и величиной оплаты труда w :

$$\Pi = y(x) - w \quad (1)$$

Полезность работника в результате трудовой деятельности зависит от уровня его усилий и величины оплаты труда:

$$u(x, w) = v(w) - c(x), \quad (2)$$

где $v(w)$ — полезность от зарплаты w , а $c(x)$ — величина усилий x . При этом предполагается, что функции $y(x)$ и $v(w)$ – возрастающие и вогнутые, а $c(x)$ – возрастающая выпуклая.

Полагают, что агент характеризуется некоторой величиной U_0 – полезностью альтернативной занятости, которая определяет принимает работник контракт или нет. При полезности контракта меньшей U_0 контракт отвергается, при равной или превышающей, контракт заключается.

Таким образом, данная модель рассматривается как динамическая игра:

1. Наниматель выбирает функцию от усилий x $w=w(x)$ – контракт.
2. Работник заключает или не заключает контракт.
3. Если контракт заключен, работник выбирает уровень усилий x .

Можно изобразить эту игру в виде дерева в соответствии с рис. 1.

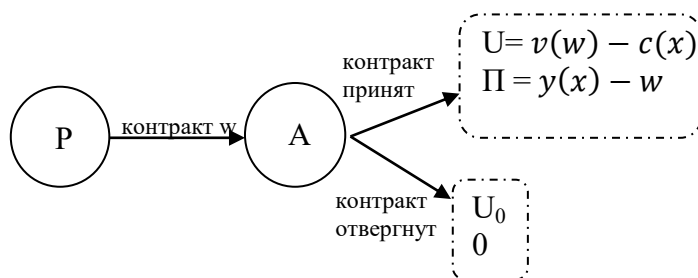


Рис.1. Представление модели наниматель-работник в виде дерева



Принципал предлагает агентам заработную плату $w_L = w(e_L)$, $w_H = w(e_H)$, которая является функцией от прикладываемых ими усилий e . **Принципалу важен результат, а агенты прикладывают для его достижения разные усилия.** Как правило, принципал имеет дело с агентами двух типов: Н – «высокий» и L – «низкий». Издержки агента «низкого» типа описываются функцией, зависящей от уровня усилий агента e : «низкого» $c_L = \frac{\theta_L}{2} e_L^2$ и «высокого» $c_H = \frac{\theta_H}{2} e_H^2$, причем $\theta_H < \theta_L$. То есть для достижения одного и того же результата агенту «низкого» типа нужно прикладывать большие усилия, чем агенту «высокого» типа. За одинаковые усилия, прикладываемые агентами, принципал вынужден платить агенту «высокого» типа больше, чем агенту «низкого» типа. Принципал максимизирует прибыль:

$$\Pi = e_H + e_L - (w_H + w_L) \rightarrow \max$$

При симметричной информации принципал может определить тип агента. В этом случае его задача - максимизировать прибыль при выполнении условий участия агентов, которые заключаются в неотрицательной полезности каждого из них:

$$\begin{aligned} \Pi &= e_H + e_L - (w_H + w_L) \rightarrow \max \\ \text{при } w_L - \frac{\theta_L}{2} e_L^2 &\geq 0, \\ w_H - \frac{\theta_H}{2} e_H^2 &\geq 0. \end{aligned}$$

Подставляя условия участия в функцию прибыли принципала и дифференцируя, получаем оптимальные значения усилий агентов при симметричной информации:

$$e_L^* = \frac{1}{\theta_L} \text{ и } e_H^* = \frac{1}{\theta_H}$$

Тогда **оптимальные** контракты для агентов высокого и низкого типа будут иметь вид

$$\langle w_L^* = \frac{1}{2\theta_L} \rangle \text{ и } \langle w_H^* = \frac{1}{2\theta_H} \rangle.$$

4. Алгоритм решения. Шаги процедуры: 1) выбор типа работника; 2) ввод значения альтернативной полезности; 3) вызов процедуры, реализующей вывод графика и расчета оптимальных значений параметров w и t ; 4) вывод значений параметров w , t и π ; 5) учёт риска.

Листинг программы в среде программирования Delphi 7.0 (фрагмент для 2-4) представлен ниже (листинг 1).

Листинг 1. Процедуры работы кода

```
//преобразование функции полезности работника для разных типов
procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin label4.Caption:='sgrt(w) - ' + inttostr(combobox1.itemindex+1) + ' * t'; end;
//кнопка вывода графика и расчета оптимального вознаграждения
procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
var i,j:word; delta,w,y,p,Umin, alpha:real; mass:array[1..10000] of real; begin // инициализация переменных series1.Clear;
delta:=0.01; // шаг изменения величины заработной платы = 1 евроцент
w:=0; // величина заработной платы
```



```
y:=0; // величина прибыли при заданной з.плате
p:=-99999; // максимальное значение прибыли
Umin:=strtofloat(edit1.Text); // альтернативная полезность
alpha:= combobox1.ItemIndex+1; // параметр, характеризующий тип работника
//(=1 - высокопродуктивный, =2 - низкопродуктивный)
for i:=1 to 5000 do //(интервал вывода по оси w {0,50})
begin
mass[i]:=w; y:=10*((sqrt(w)-Umin)/alpha)-w //вычисление прибыли при текущем w //с учетом
ограничивающего условия if y>p then // поиск максимального значения прибыли,
begin p:=y; j:=i; end; chart1.Series[0].AddXY(w,y,"series1.SeriesColor"); w:=w+delta; end;
```

Результаты решения задачи представлены на рис. 2, рис. 3.



Рис. 2. Решение задачи при найме высокоэффективного работника

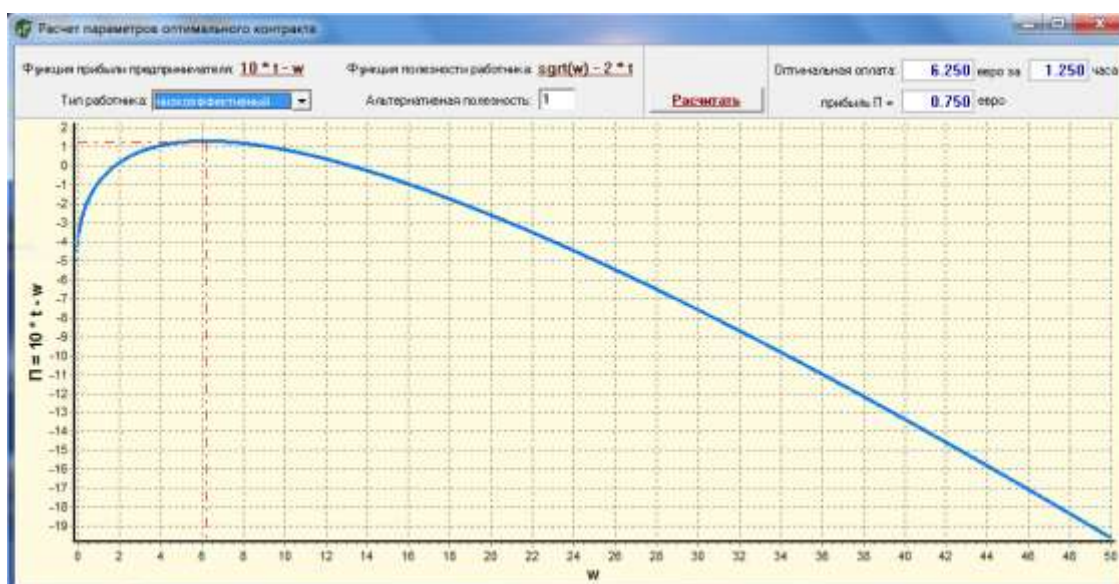


Рис. 3. Решение задачи при найме низкоэффективного работника

Учтён риск, соответственно, вычисляется оптимальный контакт (рис. 4).



Оптимальный контракт в условиях морального риска

Формула полезности агента: $\sqrt{w}-(a-1)$

Уровни усилий: $a1 = 1$, $a2 = 2$

Возможный доход: $R = 10$, $R = 40$

Альтернативная полезность: $U_0 = 1$

Таблица вероятностей получения дохода R

	R=10	R=40
a1	0.75	0.25
a2	0.25	0.75

Расчитать параметры контракта

Решение задачи

Зарботная плата при усилиях a1:

$w = 1.000$

$E(a|a = 1) = 16.500$

Зарботная плата при усилиях a2:

$w(R|R = 10) = 0.250$

$w(R|R = 40) = 6.250$

$E(a|a = 2) = 27.750$

Рис. 4. Оптимальный контракт для работников, для разных уровней

Заключение. Информационная асимметрия является стимулом и развивающей силой усовершенствования делового общения в статусе контрактных отношений. Авторы продемонстрировали путь решения простейшей задачи найма работников с учётом особенностей управления персоналом, который фактически сам управляет работодателем (принципалом), имея возможность просто отказаться от сделки. Поэтому работодатель должен в полной мере осознавать важность отбора квалифицированного и перспективного персонала. Для этого необходима математическая постановка задачи, её решение в виде алгоритмической процедуры и логическая интерпретация полученного решения. На основе алгоритмов возможно создание программного обеспечения, рассчитывающего параметры контракта, который оптимизирует стратегию агента и приводят к росту прибыли принципала, нанимающего качественного работника. Тем самым достигаются наиболее выгодные результаты обеих сторон контрактного процесса в условиях асимметрии.

Литература

1. Юдкевич М.М., Подколзина Е.А., Рябинина А.Ю. Основы теории контрактов: модели и задачи. Москва: Изд. дом ГУ - ВШЭ, 2002. 352 с.



И.Ю. Выгодчикова, Е.М. Андреева

ОЦЕНКА РИСКА ИНВЕСТИРОВАНИЯ КАПИТАЛА НА ОСНОВЕ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ДАННЫХ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского)

В статье представлена технология оценки риска инвестирования капитала на основе интервального графика «Японские свечи» и оценке корреляционной зависимости в динамике риска по четырём ценам: открытие, закрытие, минимум и максимум. Применён метод группировки по 10 торговым периодам и метод равномерной аппроксимации указанных рядов в каждой группе. Эксперименты выполнены для выборки 40 данных акций Сбербанка. Получен вывод о нестабильности динамики цен открытия торговли, другие цены (закрытие, минимум и максимум) более стабильны, с точки зрения принятого критерия риска. Авторы рекомендуют использовать в анализе диапазон цен между минимумом и максимумом, а также цену закрытия торговли.

Введение. Сложности оценки риска интервальных данных связаны со спецификой представления визуальной информации: инвестор должен принимать решение в условиях неопределённости, связанной с невозможностью выяснить, какой именно критерий риска применяют другие участники рынка (конкуренты). Теперь предположим, что инвестор играет один против рынка, единственный вариант – выбрать для себя качественную оценку риска и использовать её в принятии решений, желательно, чтобы эта оценка была принципиально новой. Такой оценкой и стала аппроксимация на основе критерия минимакса [1, 2]. В отличие от прежних работ авторов [2, 3], исследование пошло по новому пути, а именно необходимо оценить динамику сглаженных данных по ценам интервального графика «Японские свечи» для динамических рядов из 10 торговых дней за несколько последовательных периодов, после чего выяснить, какие цены из четырёх целесообразно использовать в анализе. Помимо этого выполняется оценка риска и направление изменения тренда в динамике. После этого решение инвестора будет корректироваться по принципу консерватизма: выполнить действие, рекомендованное стандартными показателями, либо воздержаться от сделки. Авторы считают, что сделки покупки солидных акций более перспективны, продавать нужно крайне осторожно и только при наличии финансовых трудностей, а не перспективы замены другими новыми акциями, привлекающими своими темпами роста. В любом случае нужен фундаментальный анализ и комплексный подход к решению проблемы [3].

1. Математическая модель. Пусть $T = \{t_0 < \dots < t_N\}$ - множество неотрицательных чисел, обозначающих начальные моменты торговых периодов (дней, недель, месяцев и т.д.), которые были выбраны для анализа и пусть ценовые данные о торгах акциями представлены в виде «японских свечей».



В качестве y_k рассматриваем одну из цен: открытие, закрытие, минимум максимум. Для аппроксимации динамического ряда применяется алгебраический линейный полином

$$p_n(A, t) = p_n((a_0, a_1), t) = a_0 + a_1 t \quad (1)$$

В качестве критерия аппроксимации, необходимого для отыскания коэффициентов полинома, используется функция [1]:

$$\rho(a_0, a_1) = \max_{k=\overline{0, N}} |y_k - p(a_0, a_1, t_k)| \longrightarrow \min_{A=(a_0, a_1) \in R^2} \quad (2)$$

Алгоритм решения задачи (2) изложен в [1].

2. Алгоритм анализа данных. Выполняются следующие процедуры.

Шаг 1. Решается система уравнений для определения a_0, a_1

$$\begin{cases} y_{j_0} - a_0 - a_1 \cdot t_{j_0} = h \\ y_{j_1} - a_0 - a_1 \cdot t_{j_1} = -h \\ y_{j_2} - a_0 - a_1 \cdot t_{j_2} = h \end{cases}$$

из которой получается

$$a_1 = \frac{y_{j_2} - y_{j_0}}{t_{j_2} - t_{j_0}},$$

$$a_0 = \frac{1}{2} \cdot (y_{j_0} + y_{j_1} - a_1 \cdot (t_{j_0} + t_{j_1})),$$

$$h = y_{j_0} - a_0 - a_1 \cdot t_{j_0}.$$

Шаг 2. Вычисляется $|h|$.

Шаг 3. Выполняется сравнение $\rho(a_0, a_1) = \max |h|$. Если да, алгоритм завершается, если нет, меняется базис пересчёта, алгоритм обоснован, результат стабильный по входным данным, заикливание не возможно ввиду результативности, обоснованной в работах авторов.

3. Результаты экспериментов.

Для проверки алгоритма в ходе эксперимента были использованы данные торговли акциями Сбербанка за период 1.10.2021 – 26.11.2021 гг. с таймфреймом, равным 1 дню.

Таблица 1. Результаты экспериментов

Декада	По ценам от- крытия		По ценам за- крытия		По минималь- ным ценам		По максималь- ным ценам	
	a_1	ρ	a_1	ρ	a_1	ρ	a_1	ρ
1	5,53	8,57	4,18	12,02	4,79	7,65	4,8	10,57
2	-0,78	5,13	-0,2	4,39	-0,49	3,98	-0,39	4,06
3	-0,86	7,85	-1,07	8,6	-1,44	8,7	-0,88	5,72
4	-3,69	12,85	-3,35	10,54	-3,41	11,58	-3,43	5,55

В таблице 2 представлены корреляции по динамике рисков.



Таблица 2. Корреляционная матрица рисков минимакса

	<i>op</i>	<i>cl</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>op</i>	1			
<i>cl</i>	0,716766	1		
<i>min</i>	0,951122	0,728031	1	
<i>max</i>	0,180228	0,796477	0,16634	1

Авторы уверены, что новая позиция будет строиться на цене закрытия и минимальной, другие цены в консервативной политике финансов не столь существенны.

Заключение. Авторы представили результаты исследования и новые рекомендации рынку. Перспективное развитие важно для российских акций и потенциала России в инвестиционной политике, мнение (наше мнение) – интервал это минимум и цена закрытия, решения принимать осторожнее, если купили акции, продавать не торопитесь, купить лучше акции компаний, которые платят дивиденды, получают прибыль, развиваются (то есть метод сверху вниз, развитие, прибыль, дивиденды), акции солидных компаний купить можно, продавать осторожно, смысл работы состоит в привлечении инвесторов к фундаментальному отношению к перспективам инвестирования капитала.

Литературы

1. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. - М.: Наука, 1972. – 368 с.
2. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н. Инструментарий принятия решений на основе применения минимаксного индикатора для интервальных данных динамики фондового рынка // Прикладная информатика. 2018. Т. 13. № 2 (74). С. 109-119.
3. Выгодчикова И.Ю. Управление волатильностью инвестиционного портфеля с учетом риска потери капитала на основе интервальных данных // Управление финансовыми рисками. 2022. № 1. С. 30-43.

И.Ю. Выгодчикова, А.С. Власова

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ О ПРЕМИРОВАНИИ ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВЫХ ОЦЕНОК КАЧЕСТВА ТРУДА И МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского)

В условиях быстрого развития информационных технологий повышаются требования к сотрудникам и их квалификационным характеристикам. Разработка системы рейтингового оценивания сотрудников и построение модели, способной адаптироваться к меняющимся требованиям рынка и направленной на мотивацию персонала, особенно для медицинских работников, является ак-



туальной и важной задачей. Цель работы – разработка инструментального метода премирования персонала на основе бально-рейтинговых оценок о качестве и минимаксного критерия.

1. Обозначения и допущения модели. Для предприятия (фитнес, клиника, пекарня), коллектив n работников, часы работы $q_1, q_2 \dots q_n$, итого $q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$. Пусть Φ базовый фонд заработной платы, работник получает Φ/q . А P - премиальный фонд, надбавка зависит от качественного балла $V_i, i=1, \dots, n$, вычисленного по квалификационным перспективам [1].

2. Оптимизационный подход. Доли премий $\theta_1, \dots, \theta_n$ вычисляются с использованием критерия минимакса в данном случае это негладкий функционал простейшей задачи распределения средств:

$$\max_{i=1, n} (V_i \theta_i) \rightarrow \min_{\theta \in D},$$

где $D = \{\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1\}$. (1)

Не сложно получить решение задачи (1):

$$\theta_i = \frac{1}{V_i \sum_{k=1}^n V_k^{-1}}, i = \overline{1, n}.$$

Премиальная заработная плата i -го работника:

$$P_i = \theta_i P$$

Общая заработная плата i -го работника (за час):

$$s_i = \Phi/q + P_i/q_i, i = \overline{1, n}.$$

С учётом количества, общая заработная плата i -го работника за месяц (с учётом часов работы) составляет:

$$S_i = s_i q_i = \Phi q_i / q + P_i, i = \overline{1, n}.$$

3. Вычислительные эксперименты «Клиника доктора Парамонова», Саратов. Декомпозиция выполнена на основе диаграмм IDEF (рис. 1-2).

Применена задача (1) для расчёта заработной платы десяти врачей ($n=10$) клиники доктора Парамонова (пять хирургов, три терапевта, два массажиста). Отработка в день 5 часов. Базовый фонд $\Phi=310000$ руб. в месяц, премиальный фонд $P=240000$ руб. в месяц. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оплата труда врачам с учетом премий (руб.)

	Хирурги					Терапевты			Массажи-сты	
Номер врача i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Премиальная з/п, P_i	50236,5	41863,7	25118,2	22834,8	20931,9	35883,2	31397,8	27909,2	35883,2	17941,6
Общая з/п, S_i	74236,5	65863,7	49118,2	46834,8	44931,9	59883,2	55397,8	51909,2	59883,2	41941,6

Как видно из таблицы 1, высокая дифференциация заработной платы наблюдается среди врачей хирургов, что связано с перспективной квалификацией и высокими требованиями со стороны пациентов и их родственников.

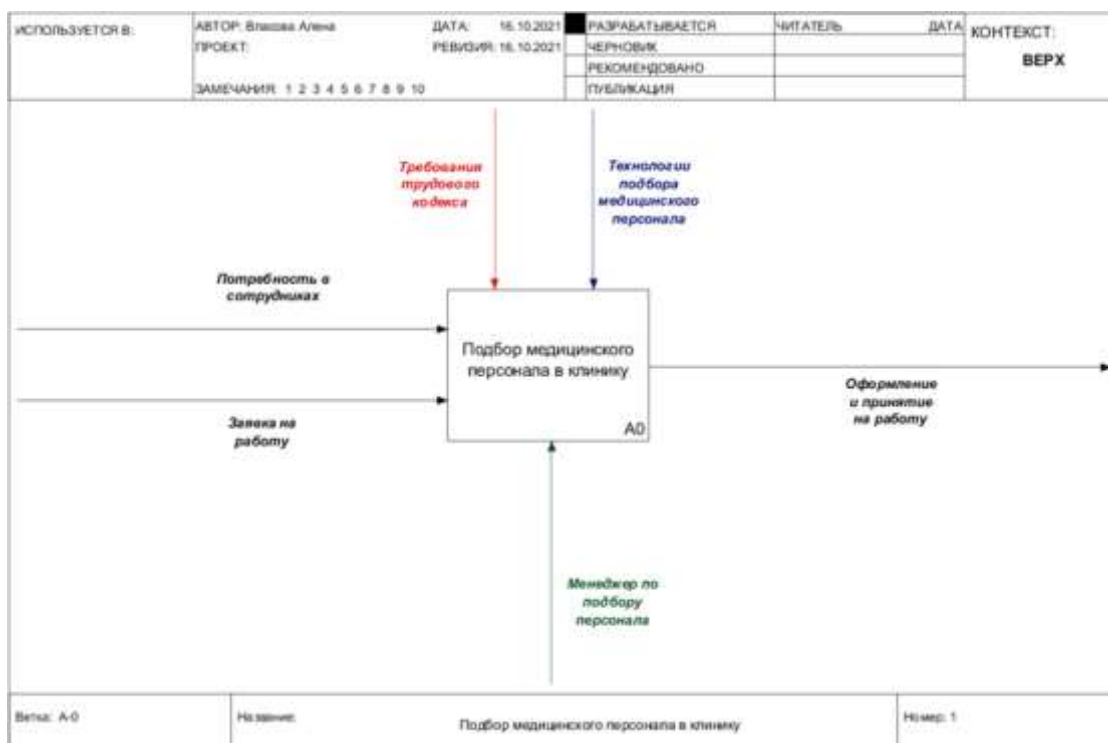


Рис. 1. Контекстная диаграмма «Подбор медицинского персонала в клинику»

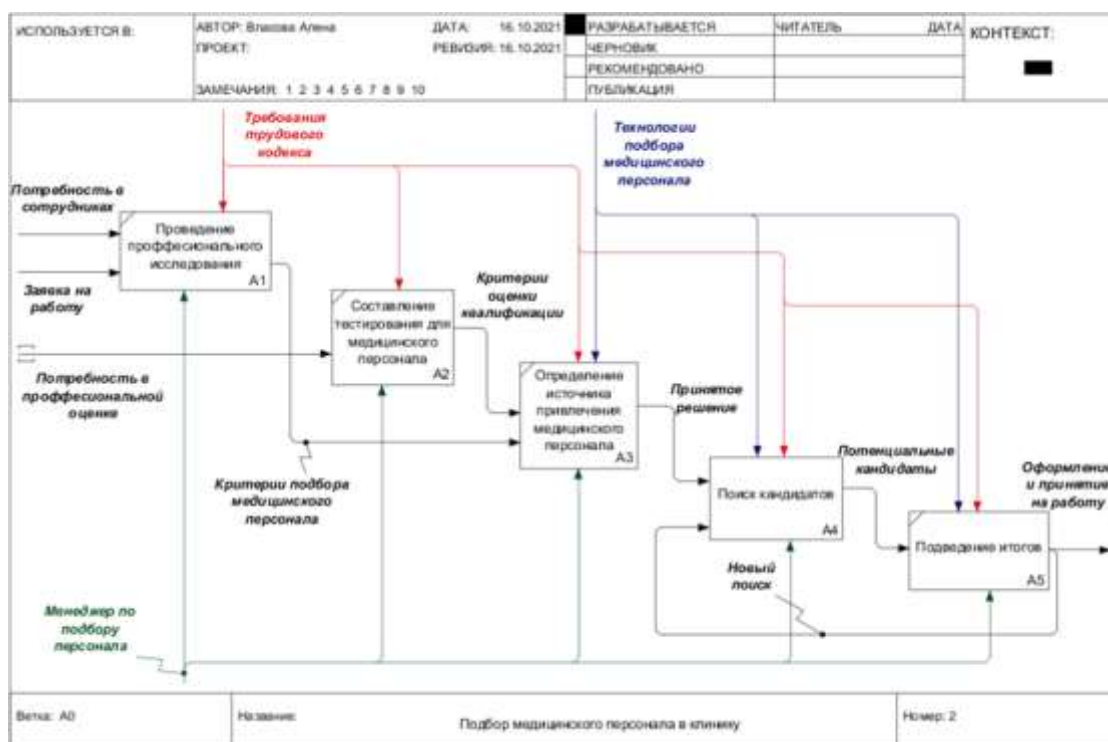


Рис.2. Диаграмма декомпозиции работы «Подбор медицинского персонала в клинику»

Заключение. В работе предложен механизм расчёта премиально-рейтингового вознаграждения работникам на основе групп факторов, влияющих на результативность работы. Показаны перспективы внедрения экономико-математического подхода в информационный ресурс оценки качества труд персонала предприятия.



Литературы

1. Выгодчикова И. Ю. Метод премирования персонала с учетом уровня квалификации и бально-рейтинговых оценок // Спорт: экономика, право, управление. 2020. № 1. С. 18-21.

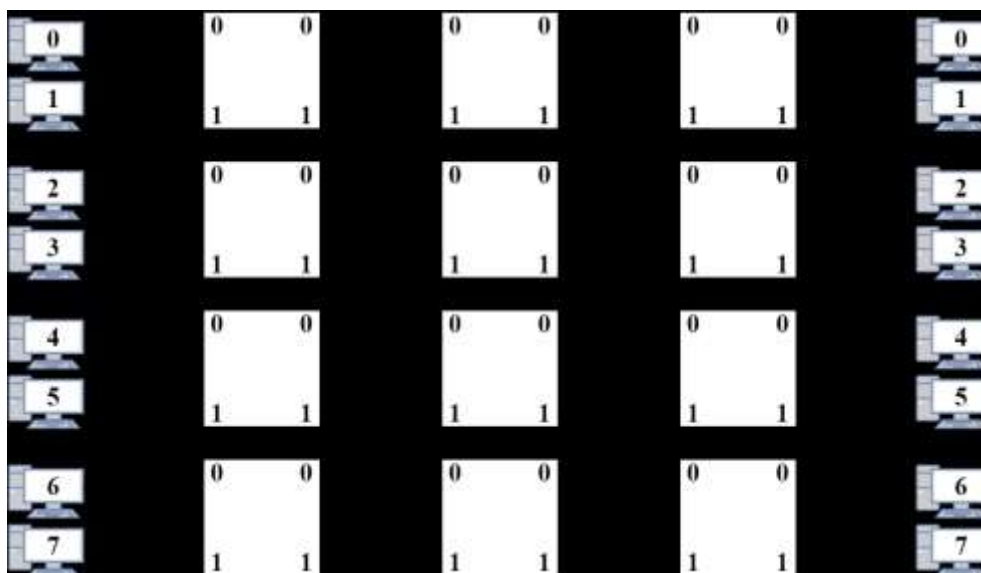
А.С. Павлов

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАНЬЯН-СЕТИ

(Самарский государственный технический университет)

Основным направлением развития вычислительных систем является повышение производительности за счёт широкого использования параллельной обработки [1]. Кроме того, широкое распространение получили локальные сети, состоящие из нескольких линейных сегментов, связанных маршрутизаторами или концентраторами. Другим типом сетей, приобретающих всё большую популярность, являются так называемые блокирующие многоступенчатые сети, примером которых является «Баньян». Предлагаемая работа посвящена исследованию таких сетей с помощью имитационной модели.

В топологии «Баньян» используется несколько ступеней коммутации, построенных из базовых коммутирующих элементов (БКЭ), соединённых линиями связи. Структура сети, содержащей три ступени коммутации, приведена на Рисунке 1.





возможность параллельной передачи данных [2]. Заголовок каждого пакета содержит двоичный адрес назначения, который определяет маршрут пакета и управляет его прохождением по маршруту. БКЭ, находящийся на i -ой ступени коммутации, анализирует i -ый бит в адресе и переключается на выход «0» (если бит равен 0) или на выход «1» (в противном случае). Если на всех ступенях сети маршрутизация выполняется успешно, станция занимает канал и начинает передачу пакета. В противном случае происходит блокировка передачи.

В качестве метода исследования сети «Баньян» выбран имитационный. Он заключается в разработке соответствующей программы. Модель позволяет воспроизводить любые особенности структуры и принципа функционирования ВС, а также выполнять детальную оценку характеристик системы и её узлов [3].

При построении имитационной модели решались следующие задачи:

- 1) выбор структуры сети, которая должна быть отображена в модели;
- 2) определение уровня детализации параметров модели;
- 3) разработка алгоритма и программы имитационного моделирования;
- 4) оценка адекватности модели.

Важнейшими характеристиками вычислительных сетей являются временные. Поэтому при разработке модели наиболее важной является задача оценки именно таких характеристик сети «Баньян». Признано целесообразным отобразить в модели следующие устройства, которые вносят задержку в процесс обработки задач и влияют на время обслуживания пользователей:

- 1) станции-отправители (8 станций);
- 2) станции-адресаты (8 станций);
- 3) базовые коммутирующие элементы (БКЭ);
- 4) линии связи.

Все процессы в модели должны воспроизводиться с точностью до транзакций, которые связаны с передачей пакетов. При этом наиболее важными исходными данными являются параметры, определяющие быстродействие устройств сети и задающие вычислительную нагрузку. Таким образом, исходными данными моделирования являются следующие параметры:

- 1) для базовых коммутирующих элементов (БКЭ) – максимальное время маршрутизации (с);
- 2) для линии связи – её пропускная способность (байт / с);
- 3) для станций – интервал между пакетами (с), время блокировки (с), длина очереди заявок, а также списки передаваемых пакетов и адресатов;
- 4) для пакетов – их длина (байт).

В работе вычислительных систем большую роль играет случайный фактор. Поэтому интервалы между пакетами, а также времена маршрутизации и блокировки представляются с помощью случайных величин, максимальные значения которых задаются пользователем.

Модель позволяет определить следующие временные характеристики сети:

- 1) общее время моделирования (с);
- 2) среднее время передачи пакета (с);



3) среднее время ожидания заявки в очереди (с).

Программа моделирования сети разработана на языке C#. Главной формой приложения является экранная форма настройки, предназначенная для ввода параметров моделирования. Она изображена на Рисунке 2.

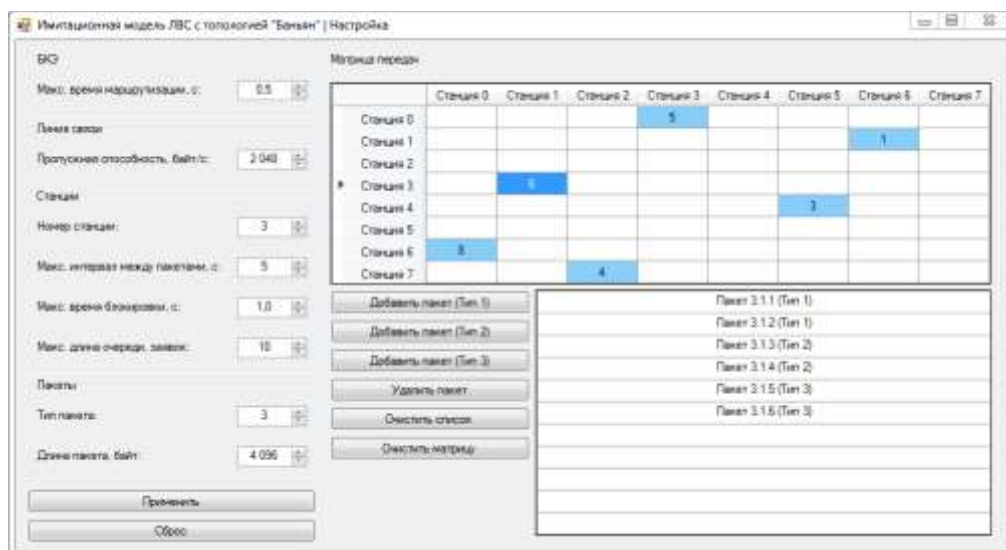


Рис. 2. Экранная форма настройки

На Рисунке 3 изображена экранная форма процесса моделирования, предназначенная для управления данным процессом. На форме отображается структура сети, а также её параметры и характеристики. Для наглядности в модели предусмотрена анимация. В области «Схема сети» работающие линии связи закрашиваются цветом соответствующей станции, а в области «Диаграммы» строятся временные диаграммы передачи пакетов.

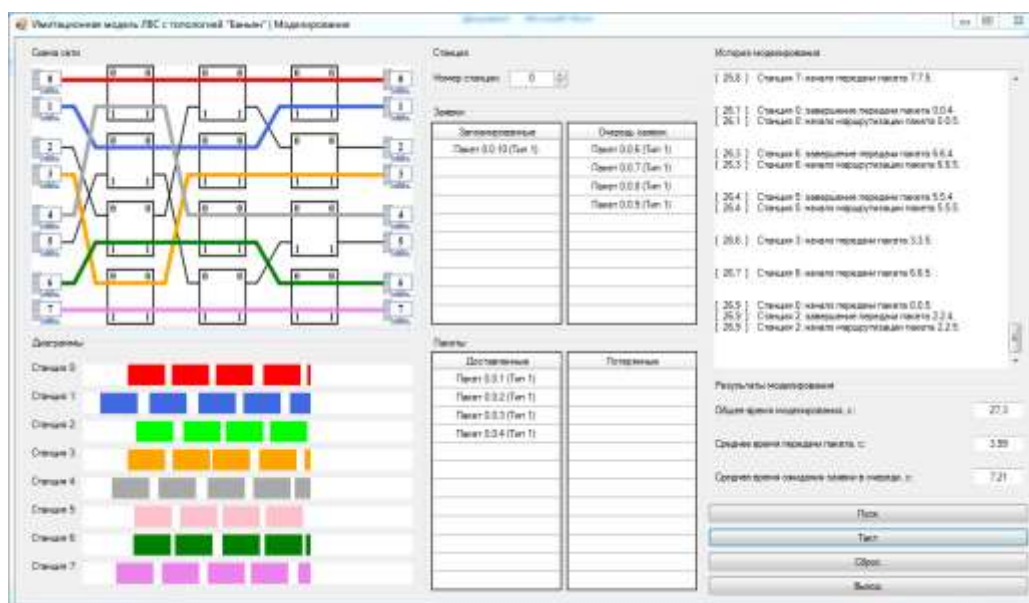


Рис. 3. Экранная форма процесса моделирования

Основным показателем качества модели является её адекватность, кото-



рая характеризует степень соответствия отображаемому объекту. Для оценки адекватности разработанной модели проведено исследование зависимостей характеристик сети от параметров моделирования. На Рисунке 4 приведён график зависимости временных характеристик сети «Баньян» от пропускной способности линии связи. Аналогичные исследования проведены для всех параметров моделирования. Анализ полученных результатов подтверждает адекватность модели.

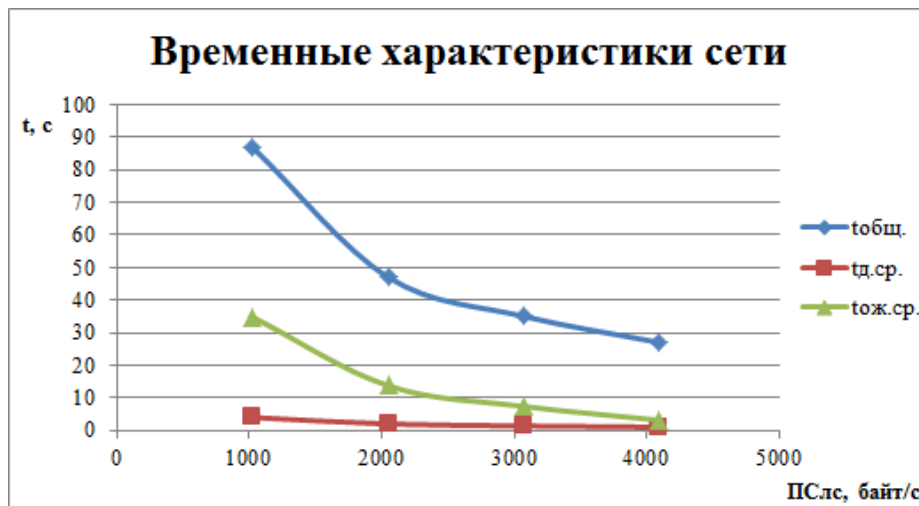


Рис. 4. График зависимости временных характеристик модели сети «Баньян» от пропускной способности линии связи

Таким образом, предлагаемая имитационная модель позволяет изучить основные особенности функционирования типовой локальной сети с топологией «Баньян». Модель воспроизводит процессы передачи пакетов сообщений между станциями сети и позволяет оценить временные характеристики этих процессов. С помощью модели можно подобрать оптимальный режим работы сети. Приложение будет включено в пакет, предназначенный для проведения лабораторных работ по дисциплине «Высокопроизводительные вычислительные системы» для обучающихся по направлениям 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.04 «Программная инженерия».

Литература

1. Орлов, С. П. Организация вычислительных машин и систем / С. П. Орлов, Н. В. Ефимушкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 280 с.
2. Орлов, С. А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.: ил.
3. Павлов, А. С. Имитационная модель локальной сети со звездообразной топологией / А. С. Павлов // Дни науки – 2021. 76-я научно-техническая конференция обучающихся СамГТУ: сб. тезисов докл. / Отв. ред. М. В. Ненашев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2021. – С. 24 – 26.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

А.К. Алимуратов, А.Ю., Тычков, П.П. Чураков, Д.С. Дудников

НОВЫЙ ПОДХОД К ВЫЯВЛЕНИЮ СКРЫТЫХ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ДЕКОМПОЗИЦИИ НА ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЫ

(Пензенский государственный университет)

Контроль психоэмоционального состояния населения на сегодняшний день является важной социально-значимой проблемой для каждого государства, поскольку напрямую связан с формированием здорового образа жизни населения и профилактикой психоэмоциональных расстройств. Социально-значимые заболевания, являющиеся главной причиной временной нетрудоспособности, инвалидности и смертности населения, напрямую связаны с психоэмоциональным состоянием [1].

Анализ открытых источников научной литературы в период с 2005 по 2021 гг. выявил множество научных работ, посвященных: созданию речевых баз данных эмоциональной речи; исследованию информативных параметров эмоциональной речи; разработке алгоритмов, способов и средств определения параметров речи, отражающих психоэмоциональное состояние человека; проектированию систем автоматическому распознаванию эмоций человека по речи и др.

Однако, несмотря на большое количество проведенных исследований, ключевая проблема выявления скрытых информативных параметров речевых сигналов, релевантных эмоциональному состоянию человека, требует дальнейшей проработки [2].

В данной статье представлен новый подход к выявлению скрытых информативных параметров речи на основе декомпозиции на эмпирические моды (ДЭМ) [3] для применения в системах оценки психоэмоционального состояния человека. Статья является результатом научной работы коллектива авторов [4], посвященной исследованию и поиску скрытых особенностей речевых сигналов, релевантных естественно выраженным эмоциям человека. Научные исследования выполняются при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ, проект, № МД-1066.2022.4.

На рисунке 1 представлен пример, иллюстрирующий функционал предлагаемого подхода (блоки 1-4), который основан на равномерном делении исходного речевого сигнала на фрагменты, декомпозиции фрагментов на ЭМ, фор-



мировании набора информативных (модовых и комбинированных) речевых сигналов.

Фрагментирование представляет собой процесс линейного разделения исходного речевого сигнала $x(n)$ на отрезки одинаковой длительности, которые записываются в отдельные переменные $x_s(n)$:

$$S = \frac{N}{L},$$

где S - количество фрагментов в исходном речевом сигнале; N - количество дискретных отсчетов времени в исходном сигнале; L - количество дискретных отсчетов времени в одном фрагменте.

$$x_{s+1}(n) = x[(s \cdot L) + 1 : (s + 1) \cdot L],$$

где $s=0, 1, 2, \dots S$ - номер фрагмента.

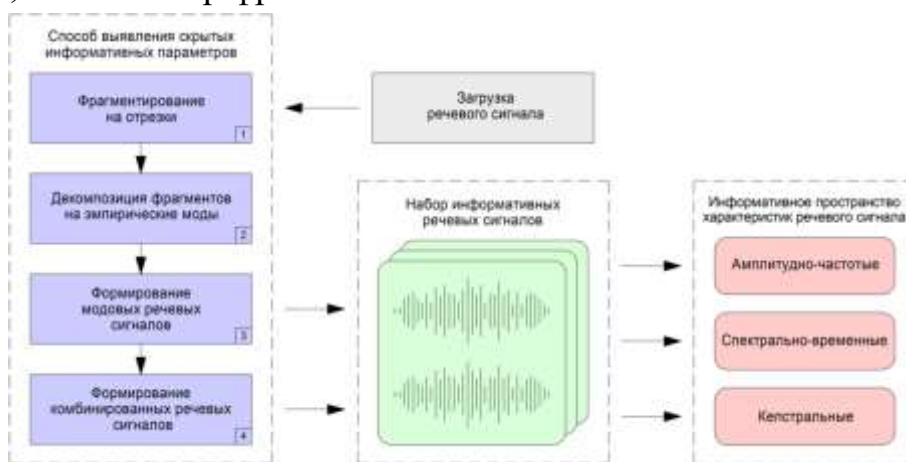


Рис. 1. Функционал предлагаемого подхода для выявления скрытых информативных параметров речи

Наиболее адаптивными к нестационарной речи являются методы МДЭМ [5] и улучшенной ПМДЭМАШ [6]. Отличительной особенностью метода улучшенной ПМДЭМАШ от метода МДЭМ является возможность локального разложения белого шума на шумовые ЭМ параллельно с разложением исходного сигнала. Использование шумовых мод в качестве добавляемого контролируемого белого шума на каждом этапе декомпозиции обеспечивает полноту разложения.

Целью формирования набора информативных (модовых и комбинированных) речевых сигналов является расширение информативного пространства амплитудно-частотных, спектрально-временных и кепстральных характеристик исходного сигнала, необходимых для выявления скрытых информативных параметров. Каждый информативный (модовый и комбинированный) сигнал содержит в себе скрытые особенности внутренней структуры исходного речевого сигнала (скрытые модуляции, области концентрации энергии и т.п.).

В соответствии с результатом декомпозиции каждый фрагмент исходного речевого сигнала представлен набором ЭМ. Формирование модовых сигналов представляет собой процесс объединения информативных ЭМ фрагментов исходного речевого сигнала:



$$xmode_i(n) = \sum_{s=1}^S IMF_{s,i}[(s \cdot L) + 1:(s + 1) \cdot L],$$

где $xmode_i(n)$ - модовый речевой сигнал; $i = 1, 2, \dots, I$ - номер ЭМ для каждого фрагмента.

Количество сформированных модовых речевых сигналов зависит от количества используемых информативных ЭМ, полученных для каждого фрагмента.

Формирование комбинированных сигналов осуществляется посредством суммирования модовых речевых сигналов по следующей формуле:

$$xcomb_k(n) = \sum_i^I a_i \cdot xmode_i(n),$$

где a_i - коэффициенты, определяющие участие модовых речевых сигналов в формировании комбинированных сигналов (принимает два значения: 0 и 1); I - количество модовых сигналов; k - номер комбинированного сигнала (количество комбинированных сигналов ограничено выражением 2^I).

Формирование набора информативных сигналов осуществляется посредством объединения модовых и комбинированных речевых сигналов $xinfo_m(n) = xcomb_k(n) + xmode_i(n)$, где $m=k+i$ - количество информативных сигналов.

Суть исследования предлагаемого нового подхода заключается в сравнении результатов сегментации речь/пауза, полученных посредством анализа параметров набора информативных сигналов и исходного речевого сигнала. Сегментация осуществлялась способами, основанными на анализе следующих информативных параметров: количество пересечений функции сигнала через нулевую ось (Zero-Crossing Rate, ZCR); кратковременная энергия (Short Time Energy, STE); одномерное расстояние Махаланобиса (One Dimensional Mahalanobis Distance, ODMD).

В таблице 1 представлены результаты исследования - усредненные значения ошибок 1-го и 2-го рода, полученные по результатам сегментации речевых сигналов с помощью способов на основе анализа ZCR, STE и ODMD.

Таблица 1 - Усредненные значения ошибок 1-го и 2-го рода, полученные по результатам сегментации с помощью способов на основе анализа ZCR, STE и ODMD

Способ сегментации речь/пауза	Анализ исходного речевого сигнала		Анализ информативных речевых сигналов			
	Ошибка 1-го рода, %	Ошибка 2-го рода, %	МДЭМ		Улучшенная ПМДЭМАШ	
			Ошибка 1-го рода, %		Ошибка 2-го ро- да, %	
Способ на основе анализа ODMD	22,197	0,888	2,517	1,065	3,661	1,065
Способ на основе анализа ZCR	24,256	8,881	7,322	0,888	5,263	8,703
Способ на основе анализа STE	8,466	3,907	2,059	1,598	2,059	1,776

В соответствии с данными в таблице 1 можно отметить следующие закономерности:



Повышение эффективности сегментации вокализованных и невокализованных фрагментов речи (уменьшение ошибки 1-ого) для всех способов:

- на основе анализа ODMD на 19,68 % для МДЭМ и 18,536 % для улучшенной ПМДЭМАШ;
- на основе анализа ZCR на 16,934 % для МДЭМ и 18,993 % для улучшенной ПМДЭМАШ;
- на основе анализа STE на 6,407 % для МДЭМ и улучшенной ПМДЭМАШ;

Повышение эффективности сегментации фрагментов пауз (уменьшение ошибки 2-ого) для способов:

- на основе анализа ZCR на 7,993 % для МДЭМ и 0,178 % для улучшенной ПМДЭМАШ;
- на основе анализа STE на 2,309 % для МДЭМ и 2,131 % для улучшенной ПМДЭМАШ;

Для способа на основе анализа ODMD отмечается незначительное увеличение ошибки 2-ого на 0,177 %. Однако необходимо отметить, что эффективность сегментации фрагментов пауз для всех способов изначально была приемлемой.

В соответствии с результатами анализа исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) Повышение эффективности сегментации речь/пауза подтверждает расширение информативного пространства характеристик исходного речевого сигнала и выявление скрытых информативных параметров предлагаемым новым подходом.
- 2) Уменьшение ошибок 1-го и 2-го рода демонстрирует уровень информативности выявленных скрытых параметров и их релевантность задаче сегментации речь/пауза.
- 3) Достигнутая точность сегментации позволит повысить эффективность оценки психоэмоциональных состояний человека посредством анализа скорости, ускорения и энтропии распределения фрагментов речи и пауз, а также средней продолжительности пауз в слитной речи.

Литература

1. Schuller B.W. Computational Paralinguistics: Emotion, Affect and Personality in Speech and Language Processing / B.W. Schuller, A.M. Batliner. - New York: Wiley, 2013. - 344 p.
2. Schuller B.W. Speech emotion recognition / B.W. Schuller // Communications of the ACM. - 2018. - Vol. 61. - № 5. - P. 90-99.
3. Huang, N.E. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis / N.E. Huang, Sh. Zheng, R.L. Steven // Proceedings of the Royal Society of London. - 1998. - A 454. - P. 903-995.
4. Алимуратов А.К. Повышение эффективности сегментации речевых сигналов на основе энергетического оператора Тигера / А.К. Алимуратов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. - 2021. - № 3 (37). - С. 80-92.



5. Zhaohua W. Ensemble empirical mode decomposition: A noise-assisted data analysis method / W. Zhaohua, N.E. Huang // *Advances in Adaptive Data Analysis*. - 2009. - № 1(1). - P. 1-41.

6. Colominasa, M.A. Improved complete ensemble EMD: a suitable tool for biomedical signal processing / M. A. Colominasa, G. Schlotthauera, M. E. Torres // *Biomed. Signal Proces.* - 2014. - Vol. 14. - P. 19-29.

Н.С. Бужлаков, Е.В. Сопченко

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОБ УРОВНЕ ГЛЮКОЗЫ В ПРИЛОЖЕНИИ «XDRIP+»

(Самарский университет)

Сахарный диабет является одним из самых распространенных заболеваний в мире. Это группа эндокринных заболеваний, которые связаны с нарушением усвоения глюкозы и абсолютной или относительной недостаточности гормона инсулина, вследствие чего развивается гипергликемия – увеличенное содержание глюкозы в крови [1].

Наиболее обременительным для больных является диабет первого типа, который обусловлен абсолютной инсулиновой недостаточности. Для таких больных гипогликемия – пониженное содержание глюкозы в крови настолько же опасна, как и гипергликемия. Вследствие чего больному необходимо регулярно знать уровень своего сахара в крови. Для этого используется регулярное измерение сахара глюкометром при помощи прокола пальца или системы непрерывного мониторинга глюкозы. Наиболее удобной и распространённым решением для работы с системами непрерывного мониторинга глюкозы на данный момент является приложение xDrip+ [2].

Если больной диабетом является несовершеннолетним существует необходимость просматривать показатели сахара больного на более чем одном устройстве, удалённо и на любом устройстве. На данный момент это направление слабо развито.

Передо мной была поставлена задача разработать автоматизированной системы передачи данных об уровне глюкозы в приложении «xDrip+». Требовалось разработать систему простую в настройке и доступную на как можно большем числе устройств. Для этого я проанализировал системы-аналоги, изучил принцип работы сенсора непрерывного мониторинга уровня глюкозы и приложение xDrip+ и разработал систему, которая состоит из клиентской и серверной части (рисунок 1). Серверная часть осуществляет функции авторизации и регистрации пользователя в системе, а также работы с базой данных системы, включающая функции работы с пользователями и границами гликемии в БД. Клиентская часть, в свою очередь, осуществляет визуализацию графика уровня сахара, среднего значения за период и рассчитанной тенденции к росту или па-



дению уровня сахара, а также выполняет функции подключения к базе данных xDrip и создания браузерных уведомлений.

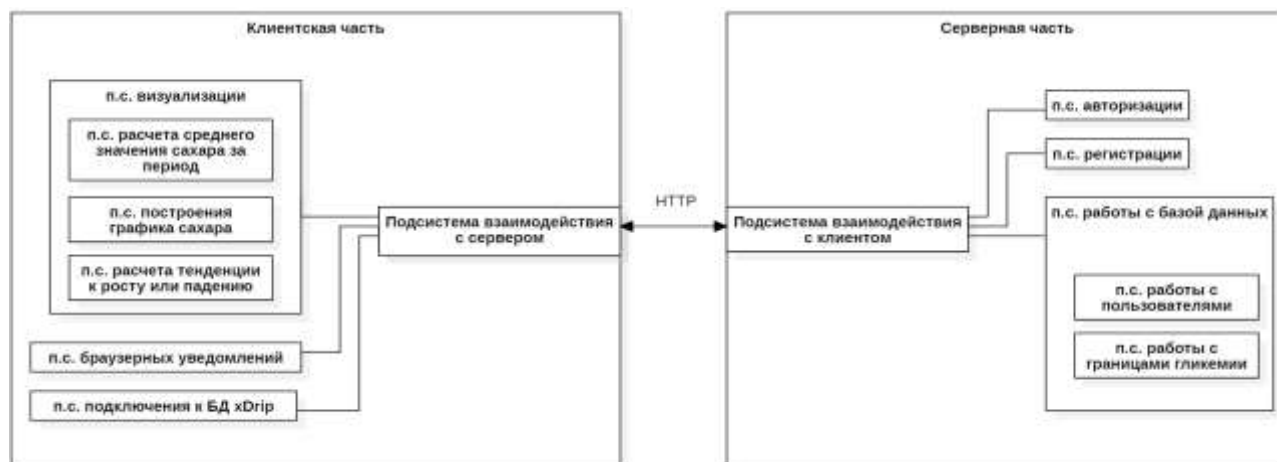


Рис. 1. Структурная схема системы

Разрабатываемая система передачи данных об уровне глюкозы в приложении «xDrip+» позволяет пользователю следующие возможности:

- установка промежутка времени, на основе которого будет считываться блок данных об уровне сахара в крови;
- просмотр графика уровня сахара за время по умолчанию или за установленный промежуток времени (рисунок 2);
- просмотр последнего полученного изменения уровня сахара;
- просмотр тенденции к росту или падению уровня сахара на основе последних полученных данных.
- установка пользовательского значения гипергликемии (высокое содержание сахара в крови).
- установка пользовательского значение гипогликемии (низкое содержание сахара в крови).
- установка браузерных уведомлений тревоги на основе значений гипогликемии и гипергликемии;
- изменение строки подключения к базе данных xDrip, указанной при регистрации.



Рис. 2. Основная форма разработанной системы

Применение данной системы на практике позволит существенно упростить передачу данных об уровне сахара другим лицам, что может быть особенно полезно при передаче текущих показаний врачу или при передаче показаний несовершеннолетнего его родственникам для контроля.

Литература

- 1 Клиническая эндокринология. Руководство / Н. Т. Старкова. [Текст] — 3-е изд. перераб. и доп.. — СПб.: Питер, 2002. — 576 с. — («Спутник Врача»). — ISBN 5-272-00314-4.
- 2 Настройки xDrip+ [Электронный ресурс.] URL: <https://androidaps.readthedocs.io/ru/latest/Configuration/xdrip.html> (дата обращения 09.04.2022).



А. А. Викулова, И.П. Болодурина, А.Ю. Жигалов, Л.С. Гришина

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ РЕНТГЕНОГРАММ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЯЖЕСТИ ЗАБОЛЕВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИИ COVID-19

(Оренбургский государственный университет)

В связи с распространением нового вируса в течение последних нескольких лет, специалисты здравоохранения стремятся разработать различные стратегии лечения и профилактики COVID-19 [1–2], успех реализации которых напрямую зависит от эффективности применяемых подходов, методов и технологий лабораторной диагностики инфекции. В силу высокой доступности аппаратов одним из самых распространенных методов диагностики является рентгенологическое исследование [3]. Из-за большой нагрузки на специалистов-рентгенологов нередко встречаются неизбежные ошибки при постановке диагнозов. Следовательно, актуальна разработка быстрого и надежного программного продукта, помогающего врачам оперативно обнаруживать заболевание по снимкам рентгенограмм грудной клетки.

В данной работе будет рассмотрена задача классификации рентгеновских снимков с помощью построения сверточной нейронной сети и проведено сравнение точности полученных результатов в зависимости от коэффициента разбиения набора данных.

Постановка задачи

Пусть X – множество изображений рентгенограмм; $Y = \{0, 1, 2\}$ – множество классов, характеризующее заключение рентгеновских снимков, где 0 – COVID-19; 1 – Normal; 2 – Pneumonia. Существует неизвестная целевая зависимость – отображение $y^*: X \rightarrow Y$.

Дано: $\{x_1, \dots, x_l\} \subset X$ – обучающая выборка; $y_i = y(x_i), i = \overline{1, l}$ – известные ответы, где x_i – изображение 512x512 пикселей, заданное матрицей значений цветов.

Требуется построить алгоритм $a: X \rightarrow Y$, способный классифицировать произвольный объект $x \in X$.

Для практической реализации используемых алгоритмов и проведения экспериментов использовался объединенный набор данных с сайта Kaggle [4 – 5].

Набор содержит 10 908 размеченных рентгеновских снимков, которые представлены в формате PNG с глубиной цвета 8 бит и разрешением 512x512 пикселей. Среди них 2 440 снимков, содержащих информацию о легких с признаками COVID-19, 6 689 снимков, содержащих информацию о легких без патологий и 1 779 изображений с диагнозом вирусная пневмония.

Пример снимков COVID-19, нормальных легких и вирусной пневмонии представлен на рисунке.



(a) COVID-19 (b) Без патологии (c) Вирусная пневмония

Рис. 1. Пример снимков из набора данных

Для решения задачи классификации изображений рентгенограмм была выбрана сверточная нейронная сеть, имеющая следующую архитектуру:

Входной слой X: X – множество значений пикселей рентгенограмм. На входе $4096=64*64$ нейрона, каждый подключен к одному из пикселей изображения.

Сверточная нейронная сеть содержит 6 сверточных слоев, 9 слоев нормализации, 6 слоев подвыборки и 4 полносвязных слоя.

Выходной слой Y: На выходе слой с 3 нейронами по одному на каждый класс.

В рамках данной работы проведен ряд экспериментов по подбору коэффициента разбиения на обучающую, валидационную и тестовую выборки, результаты некоторых из них представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость точности от коэффициента разбиения

Коэффициент разбиения split_size	Точность полученных результатов
0.05	82.6%
0.18	83.2%
0.17	78.9%
0.19	81.9%
0.2	82.7%
0.25	80.1%

Таким образом, наилучшую точность показал коэффициент разбиения split_size = 0.18.

Снимки были разделены на следующие непересекающиеся множества: количество снимков в множествах будет обозначаться как (COVID-19: количество снимков с COVID-19; Normal: количество снимков без патологий; Pneumonia: количество снимков с пневмонией).

- Обучающее множество Train (COVID-19:11973, Normal:32971, Pneumonia:8723)
- Валидационное множество Val (COVID-19:1353, Normal:3553, Pneumonia:985)
- Тестовое множество Test (COVID-19:1314, Normal:3610, Pneumonia:966)

Проведя эксперимент с параметрами split_size=0.18, epochs=100, patience=20, получили следующую точность:

- Test accuracy: 98.2%
- Correct predictions: 5786



- Wrong predictions: 104

Отчет, показывающий основные показатели классификации, имеет следующий вид:

Таблица 2. Основные показатели классификации

	precision	recall	f1-score	support
0	0.99	0.99	0.99	1314
1	0.98	0.99	0.99	3610
2	0.97	0.94	0.95	966
accuracy			0.98	5890
macro avg	0.98	0.97	0.98	5890
weighted avg	0.98	0.98	0.98	5890

При тестировании сверточной нейронной сети был построен график обучающих и валидационных потерь, на котором видно, что при увеличении количества эпох ошибки уменьшаются. Минимальное значение ошибки зафиксировано на 60 эпохе.

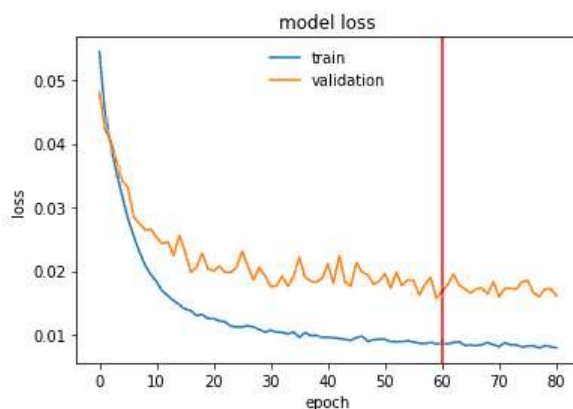


Рис. 2. Зависимость обучающей и валидационной ошибок от количества эпох

В результате проведенного исследования была разработана интеллектуальная система распознавания изображений рентгенограмм для диагностики тяжести заболеваний в условиях эпидемии COVID-19; был проведен ряд экспериментов по подбору коэффициента разбиения набора данных на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Наилучшие результаты сверточная нейронная сеть показала при коэффициенте разбиения $\text{split\_size} = 0.18$, точность составила 98.2%.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-07-01065), а также стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-3652.2021.5).

Литература

1. Руководство по профилактике и лечению новой коронавирусной инфекции COVID-19. Первая академическая клиника Университетской школы медицины провинции Чжэцзян. [Электронный ресурс]. – URL: https://ria.ru/ips/op/COVID_19_Book.pdf (дата обращения 09.04.2022).



2. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Министерство здравоохранения Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – URL: <https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/058/211/original/BMP-13.pdf> (дата обращения 09.04.2022).

3. Основы и принципы лучевой диагностики: Учеб-метод. пособие /А.И. Алешкевич [и др.]. – Минск: БГМУ, 2015 – 86 с.

4. Covid-19 Dataset. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/updater/covid19-dataset> (дата обращения 09.04.2022).

5. COVID-19 and Pneumonia Chest X-Rays Dataset. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/lelpresidente/covid19-and-pneumonia-chest-xrays-dataset?select=train> (дата обращения 09.04.2022).

И.Г. Воробьев, И.П. Болодурина, Е.Л. Борщук, Л.С. Гришина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

(Оренбургский государственный университет,
Оренбургский государственный медицинский университет)

Прогнозирование демографических процессов – одно из важнейших приложений методов математического моделирования к исследованию явлений социального характера. Прогнозируемая численность населения и её динамика являются одними из основополагающих характеристик необходимых для проведения адекватной региональной политики. В зависимости от демографических данных могут быть приняты или отклонены рассматриваемые инфраструктурные, промышленные, сельскохозяйственные, образовательные и т.д. проекты, как на региональном, так и на муниципальном уровнях. Предсказываемая общенациональная демографическая динамика может также качественно влиять на принимаемые государством цели и характер их исполнения [3].

В связи с продолжающейся пандемией COVID-19 особенно актуальным является развитие методов моделирования демографической динамики, позволяющих учитывать эпидемиологическую обстановку и оценивать значимость её влияния. В рамках данной работы будет построена модель демографической динамики региона в условиях пандемии в предположении незначимости миграционных процессов и постоянного значения суммарного коэффициента рождаемости. Она применима для всякой популяции, относительно которой известен вид её функции интенсивности смертности при нормальных условиях обитания данной популяции. Модель позволяет оценить суммарное влияние всех неординарных факторов.

В первую очередь рассмотрим вид общедоступных демографических данных, на основе которых будут строиться предсказания модели:



- n_{mi} и n_{ji} , $i = \overline{1, N}$ – численности возрастных категорий соответствующих полов с возрастными границами $[t_{0i}, t_{1i}]$ на начало некоторого года;
- m_{mi} и m_{ji} , $i = \overline{1, N}$ – количество умерших в течение года в i -х возрастных категориях соответствующих полов;
- Значения суммарного коэффициента рождаемости за последние несколько, определяемого как среднее число детей, которых родила бы одна женщина в возрасте от 15 до 50 лет;
- Значения коэффициента младенческой смертности за последние несколько лет;
- Данные о миграции общего вида.

На основе этих сведений удобно наложить следующие ограничения на практическое применение модели динамики численности населения:

- В регионе, к которому применяется модель, миграция должна быть незначительной, относительно общей численности региона, либо же должны быть общедоступны детальные данные о миграции в моделируемый период;
- Для удобства расчёта модельного коэффициента рождаемости, вычисляемого как произведение суммарного коэффициента рождаемости и коэффициента младенческой смертности в текущий момент времени, оба исходных коэффициента за последние несколько лет должны быть линейно приближаемы, так как иначе сложно явно оценить будущее количество рожденных детей;
- В структуре возрастно-половой пирамиды региона не должно наблюдаться сильных скачков численности в рамках одной возрастной категории, так как иначе построить точную аппроксимацию исходного распределения численности населения по имеющимся данным представляется крайне сложной, если не невозможной задачей.

Перейдём к построению модели, предварительно укажем этапы ее построения:

1. Определение базовой динамической модели на основе классической модели Гомпертца для одного поколения;
2. Обобщение базовой модели для выделения возрастных групп (переход к дифференциальным уравнениям в частных производных);
3. Замена базиса системы для вычисления текущего возраста и разделение популяции по половому признаку;
4. Переход к модели оптимального управления численностью населения [2] в условиях пандемии.

Рассмотрим случайную величину X – «Вероятность умереть в возрасте t », $t \in [0; t_{max}]$. В соответствии с законом Гомпертца её распределение имеет вид:

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{\alpha}{\beta} e^{\beta t}}, \#(1)$$

где α – начальная интенсивность смертности, β – относительная скорость нарастания интенсивности смертности [1].

Установим значения параметров α, β функции распределения Гомпертца путём аппроксимации методом наименьших квадратов функции (1) следующими значениями:



$$F_i = F(t_{1i}) = \frac{1}{\sum_{s=1}^N m_s} \sum_{k=1}^i m_k. \#(2)$$

Построим функцию интенсивности смертности для распределения Гомпертца:

$$h(t) = -\frac{\frac{d}{dt}(1-F(t))}{1-F(t)} = \alpha e^{\beta t}. \#(3)$$

Тогда при описании динамики численности отдельно взятого поколения, характеризуемого в начальный момент времени численностью N_0 и возрастом t_0 , имеет место следующая задача Коши:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} N(t) = -h(t)N(t) \\ N(t_0) = N_0 \end{cases} \#(4)$$

где $t \geq t_0$. Решением данной задачи является функция следующего вида:

$$N(t) = N_0 e^{\frac{\alpha}{\beta}(e^{\beta t_0} - e^{\beta t})} \#(5)$$

Таким образом, в рамках данной работы построена модель демографической динамики региона в условиях пандемии в предположении незначимости миграционных процессов и постоянного значения суммарного коэффициента рождаемости. Дальнейшее направление исследования включает переход к модели оптимального управления численностью населения в условиях COVID-19 и ее идентификация на основе данных численности населения Оренбургской области, предоставленных кафедрой общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-01065.

Литература

1. Токмачев М. С. Моделирование показателей смертности населения // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. – 2016. – №. 6 (97). – С. 19-24.
2. Brokate M. Pontryagin's principle for control problems in age-dependent population dynamics // Journal of Mathematical Biology. – 1985. – Т. 23. – №. 1. – С. 75-101.
3. Westelius M. N. J., Liu Y. The impact of demographics on productivity and inflation in Japan. – International Monetary Fund, 2016.



П.П. Иноземцева, А.А. Лобанков

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫДАЧИ И ПРОВЕРКИ СЕРТИФИКАТОВ О ВАКЦИНАЦИИ НА ОСНОВЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИИ

(Самарский университет)

Цель данной работы: разработать автоматизированную систему выдачи и проверки сертификатов о вакцинации, которая будет обладать следующими функциями:

1. выдача нового сертификата о вакцинации администратором;
2. проверка существующего сертификата любым пользователем;
3. возможность администрирования конкретной организацией или группой лиц (частная блокчейн-сеть);
4. реализация децентрализованности системы, присущая всем блокчейн решениям;
5. возможность полного восстановления данных при утере информации со всех узлов, кроме одного.

Данная тема является особо актуальной в данный период времени. Пандемия COVID-19 — текущая пандемия, вызванная распространением коронавируса SARS-CoV-2. Вспышка заболеваемости вирусом впервые была зафиксирована в Ухане, Китай, в декабре 2019 года [1]. Один из типов коронавируса - SARS-CoV-2, появился в 2019 году, постепенно распространился по всему миру и вызвал огромную эпидемию, закрытие границ государств и прочие необходимые меры по прекращению его распространения. Несмотря на то, что по всей стране конкретно на данный момент отменили требования QR-кодов о вакцинации при входе в публичные места, это до сих пор остается важным документом, который в любой момент могут потребовать для того, чтобы удостовериться в том, что человек позаботился о своей безопасности и безопасности окружающих. Проект может быть переделан в дальнейшем под другие цели, не связанные с новым видом коронавируса. QR-коды это сама по себе современная и многообещающая идея.

В системе будет существовать 2 роли: пользователь и администратор. Обычный человек может зайти в систему и посмотреть, есть ли у него сертификат. Для администратора доступно больше функций. Помимо того, что он может проверить чужой сертификат по его номеру паспорта, он может так же выдавать сертификаты и регистрировать других администраторов.

Далее рассмотрим основные функциональные формы моего приложения.

На рисунке 1 показана форма, на которой администратор выполняет проверку сертификата – поиск по серии и номера паспорта предполагаемого вакцинированного.



Рис. 1. Форма поиска сертификата

На рисунке 2 показана форма, которую заполняет администратор с данными вакцинированного.

Рис. 2. Форма заполнения бланка вакцинированного



Для реализации приложения используется Ethereum — платформа для создания децентрализованных онлайн-сервисов на базе блокчейна, работающих на базе умных контрактов [2]. В данной работе принципиален выбор именно такой платформы, так как все приложение будет построено на данных смарт-контрактах.

Данная система будет отличаться от аналогичных своей блокчейн-распределенной технологией. Блокчейн — выстроенная по определенным правилам непрерывная последовательная цепочка блоков, содержащих информацию. Чаще всего копии цепочек блоков хранятся на множестве разных компьютеров независимо друг от друга [3]. Технология дает защиту данных, невозможность изменить ранее записанные транзакции, устойчивость системы и невозможность уничтожения всей цепочки блоков. В данной сфере медицины это особенно важно, так как напрямую связано с человеческим здоровьем, а следовательно, с благополучием всего населения.

Вывод всего вышеизложенного заключается в высокой актуальности темы QR-кодов вакцинации, о необходимости защиты данных с помощью распределенной архитектуры блокчейн. Были приведены диаграмма вариантов использования и основная форма приложения — заполнение данных вакцинированного администратором.

Литература

- 1 Пандемия COVID-19 [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пандемия_COVID-19#:~:text=Пандемия%20COVID-19%20—%20текущая%20пандемия,Китай%2C%20в%20декабре%202019%20года. (дата обращения: 01.04.2022).
- 2 Ethereum [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ethereum> (дата обращения: 01.04.2022).
- 3 Blockchain [Электронный ресурс]. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/blockchain> (дата обращения: 26.03.2022).

К.Е. Климентьев

ОПЫТ МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭПИДЕМИИ

(Самарский университет)

Введение. Как известно, эпидемии инфицирующих агентов, протекающие в популяциях емкостью N и характеризующиеся состояниями S — уязвимый, I — инфицированный, R — выздоровевший с образованием иммунитета, могут быть приближенно описаны системой дифференциальных уравнений Кермака-Маккендрика [1, 3]:



$$\begin{aligned} \frac{dI(t)}{dt} &= \beta I(t) \times (N - I(t) - R(t)) / N - \gamma I(t); \\ \frac{dR(t)}{dt} &= \gamma \times I(t); \\ S(t) + I(t) + R(t) &= N, \end{aligned}$$

где β и γ – удельные коэффициенты размножения и подавления. Обычно параметры полагают константами (см. хотя бы [5]), но более корректно считать, что $N=N(t)$, $\beta=\beta(t)$ и $\gamma=\gamma(t)$, причем законы их изменения, хотя и детерминистичны, но часто нетривиальны. Для учета этого обстоятельства в систему включают дополнительные состояния и уравнения, что приводит к «расширенным» SIR-моделям и их сочетаниям, например [2, 3, 4, 8]: SEIR с состоянием E инкубационного периода; SIHR – с учетом состояния H госпитализации; MSIR с состоянием M предварительного, но быстро исчезающего иммунитета; SIRD с учетом D – умерших; SIRV с учетом V – вакцинированных и т.п. Другой способ учесть непостоянство параметров – придание им свойств случайных величин и процессов, что приводит к стохастическим моделям, изучаемым средствами, например, GPSS [6]. В реальности же имеет место сочетание и закономерных, и случайных законов поведения параметров N , β и γ , что может быть учтено только средствами имитационных моделей с использованием мультиагентного подхода. Настоящая статья посвящена описанию имитационных экспериментов по моделированию первого этапа (с января 2020 г. по) эпидемии Covid-19 в г. Самара, проводимых в рамках разработки, реализации, тестирования и доработки среды имитационного моделирования, описанной в [9].

Описание принципов моделирования. Используемая среда позволяет рассматривать популяцию как совокупность независимых «агентов», обладающих собственными наборами свойств и алгоритмами поведения. Принцип поведения агентов во времени – дискретно-событийный. Возможно взаимодействие агентов, расположенных в инцидентных узлах некоторого графа (точней, сети), в качестве которых могут выступать: 1) случайные графы общего вида; 2) «геометрические» графы; 3) графы безмасштабного вида; 4) решетки (см. [7]) и их комбинации.

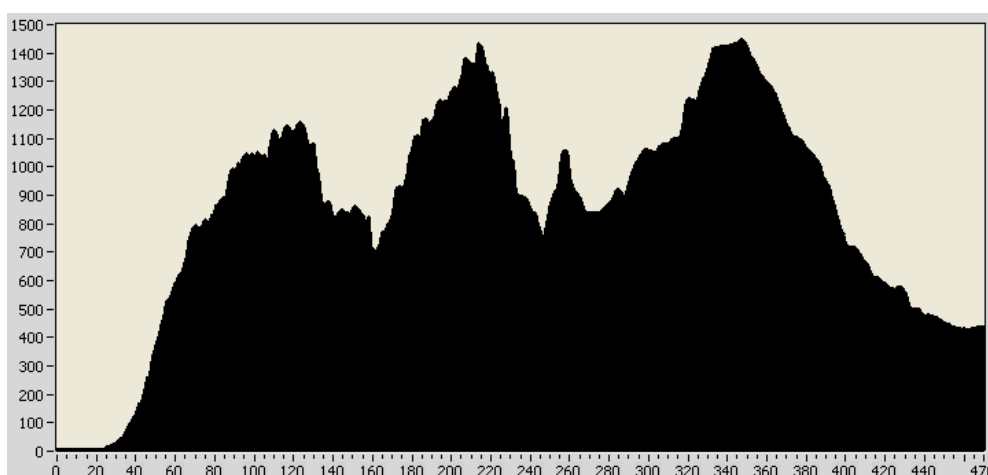


Рис. 1. Эпидемия «уханьского» штамма в г. Самара

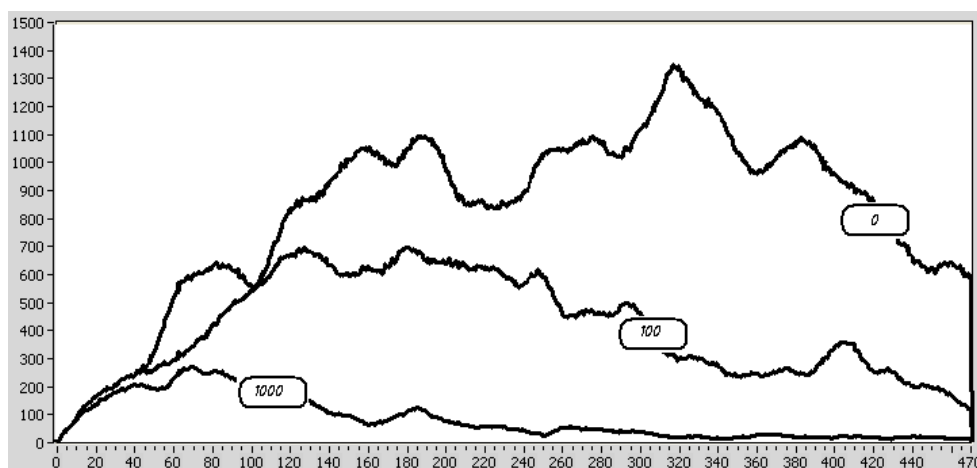


Рис. 2. Типичные «модельные» кривые

Построение и уточнение модели производилось путем постепенного итеративного ее усложнения – в результате изучения интересующих областей факторного пространства [6] и добавления, при необходимости, новых факторов. Оценка адекватности модели производилась путем сравнения течения модельной эпидемии с реальными данными (см. рис. 1), взятыми с Интернет-ресурса <https://covid.observer.ru/63> (данные для г. Самары на временном интервале «март 2020 г. – июль 2021 г.» получены путем «масштабирования» сведений, приведенных для всей Самарской области).

Следующие факторы, характерные для «Уханьского» штамма Covid-19, при моделировании считались предопределенными и неизменными: 1) размер популяции $N=1130000$ агентов; 2) продолжительность инкубационного периода – 5 дней; 3) длительность этапа распространения инфекции – 5 дней (начиная с 3-го дня инкубационного периода); 4) продолжительность заболевания – 21 день; 5) количество изначально вакцинированных или невосприимчивых – 0; 6) ежедневное количество смертельных исходов – 0.

В результате параметрической идентификации модели изучалось воздействие следующих факторов. 1) топология графа отношений между агентами – комбинация «решеток»; 2) размеры кластера $C \in [3..6]$; 3) вероятность $P \in [0..1]$ переноса инфекции при однократном контакте; 4) первоначальное количество инфицированных $I_0 \in \{0, C, 2C, 3C, 4C\}$; 5) количество ежедневных «внешних инъекций» в популяцию $U \in [0..C]$; 6) первоначальное количество вакцинированных/невосприимчивых $V_0 \in [0..N]$; 7) количество ежедневных «вакцинаций» $V \in [0..2500]$.

Особого внимания заслуживает «среда обитания» агентов, а фактически – топология графа отношений. Граф, как предполагается, должен отражать структуру коммуникаций жителей города и представляет собой систему кластеров постоянного размера, каждый из которых является «тесным миром» (small world), внутри которого каждый узел инцидентен каждому (см. рис. 3). Кроме того, каждый узел графа является членом: 1) постоянного кластера «семья»; 2) постоянного кластера «трудовой коллектив» (школьный класс, студенческая группа и т.п.) и 3) переменного кластера «транспорт». «Переменность»



означает, что набор составляющих узлов меняется на каждом шаге моделирования случайным образом, обеспечивая «пространственное» распространение инфекции.

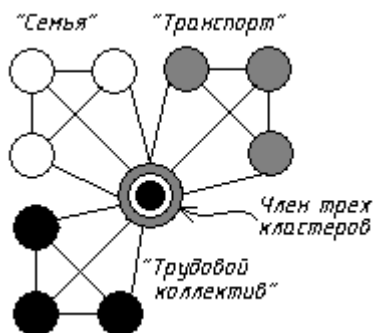


Рис. 3. Структура графа коммуникаций

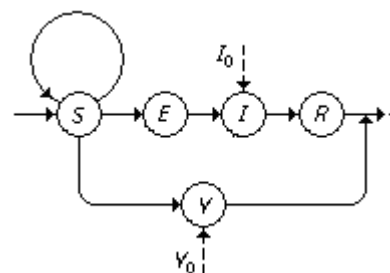


Рис 4. Граф смены состояний

Алгоритм поведения агентов отражает взаимодействие членов популяции в условиях развития SEIRV-модели (см. рис. 4).

Шаг моделирования – 1 сутки.

Результаты и их обсуждение. Результаты идентификации проводились при условии $V_0=0$. Наиболее «похожее» развитие эпидемии (см. рис. 2) наблюдалось при следующих параметрах: 1) размер кластера $C=4$, валентность узлов такого графа равна $k=3 \times C - 3 = 9$, коэффициент кластеризации $c=3$; 2) вероятность переноса инфекции $P \approx 0.034$; 3) первоначальное количество инфицированных $I_0=8$, при меньших количествах эпидемия «стартовала» очень редко; 4) на момент начала эпидемии иммунных нет $V_0=0$.

Также исследовалось влияние последовательной вакцинации членов популяции. Результаты представлены на рис. 2, где кривая (1) описывает течение эпидемии без вакцинации, кривая (2) при условии 100 вакцинаций в день и кривая (3) – при условии 1000 вакцинаций в день (45% вакцинированных агентов в конце эпидемии).

Общий вывод – среда моделирования позволяет исследовать влияние на течение эпидемии различных факторов. Но адекватность модели пока недостаточна, необходимо включение в рассмотрение дополнительных факторов, таких как: нерегулярность графа связей; «сезонный» характер вероятности переноса инфекции и т.п.

Литература

1. Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. - М.: Физматлит, 2010. – 400 с.
2. Климентьев К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 656 с.
3. Климентьев К.Е. Аналитические модели взаимодействия мобильных агентов // В сб. «Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ 2013): труды научн.-техн. конф. с межд. участием» – Самара: изд-во СНЦ РАН, 2013. – С. 54-56.



4. Мамедова Т.Ф., Титков М.Д. Математическая модель распространения инфекционных заболеваний // Огарев-Онлайн №13 (150), Саранск, 2020. – URL: <http://journal.mrsu.ru/wp-content/uploads/2020/11/titkov-mamedova.pdf>
5. Сайфитдинов Т.И., Маликов Р.Ф. Имитационное моделирование эпидемии COVID-19 // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020): труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. – С. 390-394.
6. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. - М.: Высшая школа, 1998. – 319 с.
7. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка. – М.: Наука, 1982. – 176 с.
8. Khoshn S., Salihl R., Sulaimany S. Mathematical Modelling for Coronavirus Disease (COVID-19) in Predicting Future Behaviors and Sensitivity Analysis // Math. Model. Nat. Phenom. 15 (2020) 33. – URL: <https://doi.org/10.1051/mmnp/2020020>.
9. Климентьев К.Е. Мультиагентное моделирование процессов распространения и взаимодействия инфицирующих сущностей // Программные продукты и системы. - Тверь, 2018. - 1(31) - с. 744-748.

М.Ю. Костенкова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА ПО ЕГО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ В ОТДЕЛЕНИЯХ РЕАНИМАЦИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

(Пензенский государственный технологический университет)

Аннотация. В статье описаны применения возможностей IT-технологий в медицинской практике на примере работы отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Во многих клинических больницах с ОРИТ отсутствуют системы поддержки принятия решений (СППР), отсутствует автоматический сбор биомедицинской информации, и нет графического представления о состоянии пациента на текущий момент, что помогло бы врачу-реаниматологу в прогнозе о состоянии пациента и более быстрому принятию решения по восстановлению жизни пациента за короткое время.

Первоочередной становится задача разработки специализированного программного продукта для автоматизации процесса сбора многопараметрических данных пациента и наглядного ее представления. Для наибольшего восприятия и простоты представления данных в специализированной программе реализованы такие методы когнитивной графики, как «тепловая карта» и «диаграмма-радар». В статье представлен обзор работы ОРИТ, проанализированы задачи, возникающие в ходе исследования, а также результаты практического применения программы.



Ключевые слова: медицина критических состояний (МКС), мониторинг, когнитивная графика, прогностическая оценка тяжести состояния.

В здравоохранении, IT-решения нашли свое применение для автоматизации систем диагностики и терапии. Внедряя автоматизированные системы в деятельность медицинских организаций, разработчикам приходится охватывать не только административные и финансовые вопросы (т.е. не только те, что можно отнести к немедицинским вопросам), но и медицинские [1].

Разработчикам автоматизированных информационных систем следует очень тонко подходить к задаче индивидуализации лечебно-диагностического процесса, так как при диагностике и терапии, врачи учитывают ориентировочные интервалы норм и патологий, оказывая индивидуальный подход к каждому пациенту.

Стоит отметить, что работа врача медицины критических состояний требует особых подходов к лечебно-диагностическому процессу, так как существует жесткое ограничение по времени для принятия решения и нет возможности для детального обследования больного в этот период. Углубленную диагностику невозможно провести в короткий промежуток времени. Ввиду таких обстоятельств, врач МКС оценивает ситуацию по имеющимся данным и на основе своего опыта.

В отделениях РИТ применяют многочисленные разрозненные устройства непрерывного мониторинга, регистрирующие данные физиологических параметров (АД, ЧСС, ЧД, SatO₂ и др.), и оборудование, позволяющее получить дискретную информацию о пациенте. Множество диагностических методов и способов, в дополнение к непрерывному мониторингу физиологических параметров, дают представление о состоянии систем и органов пациента.

Мониторинг (в медицине) – способ сбора информации о больном в процессе определения величины одних и тех же параметров организма, осуществляемый через определенные (чаще равные) промежутки времени.

До сих пор, в некоторых регионах Российской Федерации, врачи МКС ведут рукописные протоколы состояния пациента, в которых ежедневно, с определенным интервалом времени, фиксируют их жизненно важные физиологические показатели.

В отделениях анестезиологии и реанимации ЛПУ Пензенской области врачи МКС для отслеживания динамики физиологического состояния пациентов по отдельным параметрам используют в своей практике унифицированные «протоколы», заполняемые вручную [2] (рисунок 1).

Авторы статьи предлагают автоматизировать процесс сбора информации о динамике изменения физиологических параметров пациентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии с помощью разработки специальной программы, созданной на основе метода когнитивной графики («тепловая карта» и «диаграмма-радар») (рисунки 2, 3). Результаты обработки информации о динамике физиологических параметров пациентов с помощью компьютерного анализа сопоставляются с оценками экспертов.



Карта динамики лабораторных исследований

ФИО Иванов И.И. Возраст 41 1959 Дата поступления 3.03.2021
Отделение PIT Палата 2 Дата выписки 6.03.2021

№ п/п	Наименование исследования	Норма		Единицы измерения	3.03	4.03	5.03	6.03	7.03	8.03
		мин	макс		14 ⁰⁰	8 ⁰⁰	18 ⁰⁰	8 ⁰⁰	18 ⁰⁰	8 ⁰⁰
1	Гемоглобин	120	160	г/л	140	129	130	135	135	133
2	Гематокрит	35	52	%	52	48	48	48	48	48
3	Эритроциты	3,8	5,9	*10 ¹² /л	6,5	6,2	6,0	5,8	5,9	5,8
4	Лейкоциты	1,4	11,3	*10 ⁹ /л	11	11,8	11	10,8	2,8	3,8
5	Тромбоциты	154	409	*10 ⁹ /л	640	580	550	580	380	529
6	Общий белок	65	85	г/л	80	80	81	79	78	79
7	Альбумин	37	52	г/л	50	50	51	49	48	48
8	α-амилаза крови	28	100	Ед/л	83	82	99	80	81	81
9	Глюкоза	3,5	6,5	ммоль/л	4	4	4,1	4	4,2	4,1
10	Билирубин общий	1,7	20,5	мкмоль/л	13	15	18	19,1	18,9	14,3
11	Билирубин прямой	0,86	5,1	мкмоль/л	4,7	4,2	4,4	4,25	4,69	4,69
12	Билирубин непрямой	8	20	мкмоль/л	18	18	17	18	18	18
13	Мочевина	2,4	8,3	ммоль/л	4,8	4,8	4,6	4,6	4,7	4,6
14	Креатинин	47	144	мкмоль/л	61	63	63	62	62	61
15	АЛТ	-	41	Ед/л	59	58	59	59	3,8	3,8
16	АСТ	-	37	Ед/л	14	34	35	34	33	34
17	Прокальцитонин	-	0,5	нг/мл	6,14	6,11	6,48	6,4	6,11	6,4
18	Калий (K)	3,5	4,5	ммоль/л	4,1	4,0	4,1	4,1	4,0	4,1
19	Натрий (Na)	135	148	ммоль/л	139	138	139	138	138	138
20	Кальций (Ca)	1,12	1,32	ммоль/л	1,23	1,24	1,24	1,23	1,23	1,24
21	Хлор (Cl)	98	107	ммоль/л	109	109	100	100	101	100
22	Время свертывания по Ли-Уайту	5	10	мин	7	8	7	7	8	8
23	ПТИ	70	125	%	76	78	78	78	78	78
24	Фибриноген	2,2	4,4	г/л	3,9	3,8	3,9	3,9	4,0	3,9
25	АЧТВ	27	37	сек	32	32	33	32	33	32
26	Тромбиновое время	14	20	мин	16	16	16	16	16	16
27	XIIa-зависимый фибринолиз	4	10	мин	7	8	7	8	8	8
28	О-фенантролиновый тест	-	4,5	*10 ⁻²	4,1	4,1	4,3	4,1	4,1	4,1
29	МНО	0,8	1,4		6,56	6,87	6,87	6,86	6,66	6,66
30	АТШ	75	125	%	82	83	82	83	83	83
31	РФМК	-	6	*10 ⁻²	5,6	5,6	5,5	5,5	5,6	5,5
32	Д-димер	-	0,5		6,1	6,4	6,4	6,1	6,4	6,4
33	Тропонин	1		нг/мл	6,8	6,81	6,81	6,81	6,8	6,8
34	Лактат	0,5	2,2	ммоль/л	-	-	-	-	-	-
35	Аммиак			ммоль/л	13	19	19	20	19	19
				Ж	11	51				

Врач-реаниматолог:

Рис. 1. Рукописный протокол лабораторных исследований пациента

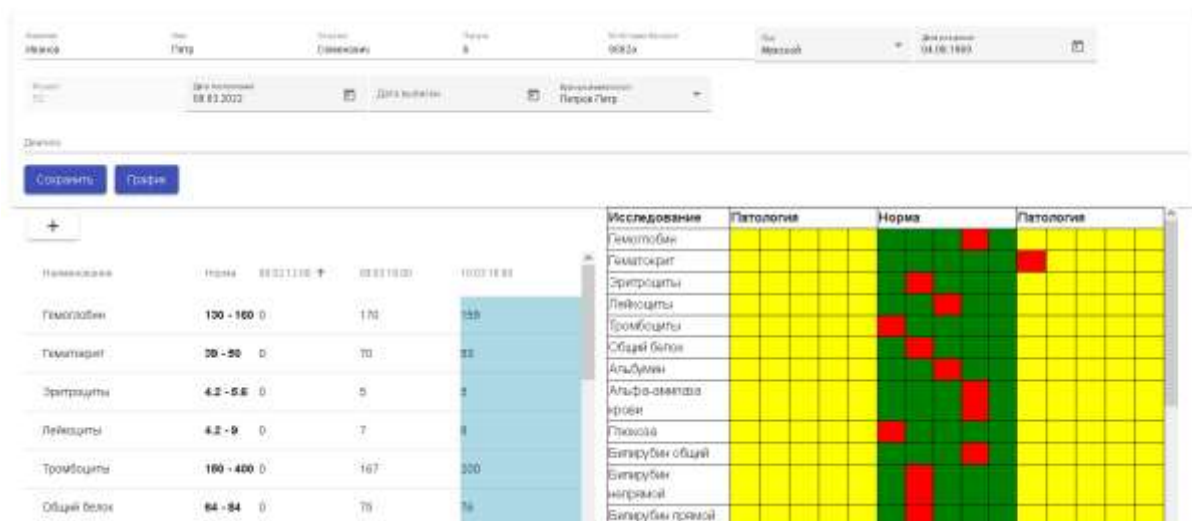


Рис. 2. Пример отображения автоматизированного представления динамики лабораторных исследований пациента (Тепловая карта)

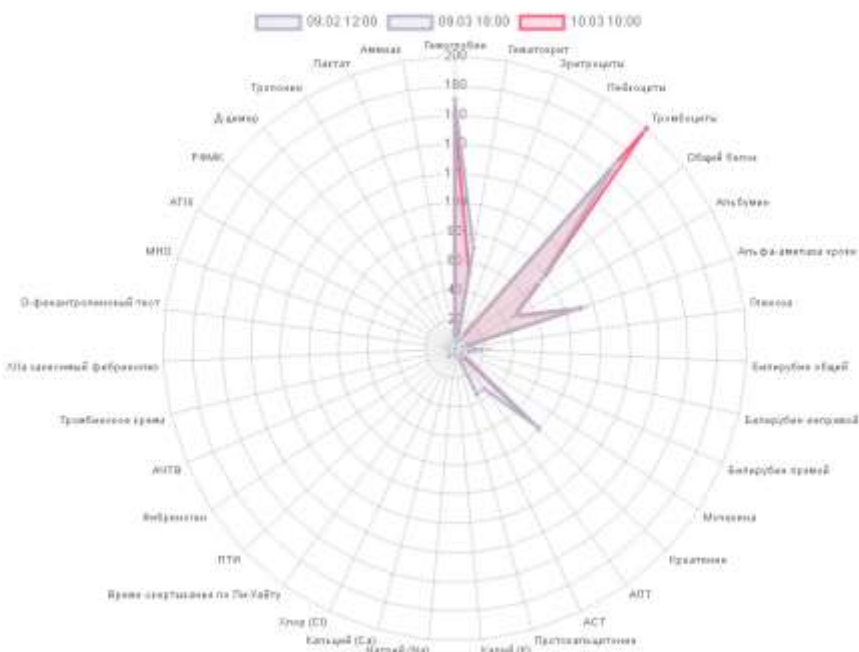


Рис. 3. Пример отображения автоматизированного представления динамики лабораторных исследований пациента (Диаграмма-радар)

Предлагаемый способ решения проблемы сокращения времени на принятие правильных решений врачом при наблюдении за физиологическими параметрами пациентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии имеет неоспоримые преимущества перед использованием традиционных, бумажных носителей информации.

Применение метода «когнитивной графики» к решению поставленной задачи обладает гибкостью и наглядностью в представлении данных о пациенте для врача [3].

Выводы. Для оперативного принятия правильного решения врачом МКС при восстановлении функционирования организма пациента целесообразно применять возможности прогнозирования и управления в медицине, которые основываются на применении когнитивного анализа и моделирования.

Графическое представление значений лабораторных исследований пациента в виде «тепловой карты» позволяет врачу легко отслеживать динамику показателей крови, способствуя экономии времени на принятие решения по выбору терапии [4].

На сегодняшний день разработано и обосновано много программных приложений для поддержки принятия клинических решений. Но до сих пор остаются сомнения о правильном интерпретировании их на местах лицам, принимающим решение (ЛПР) [5].

Внедрение в СППР или самостоятельное использование разрабатываемого программного продукта, отображающего графическим образом состояние пациента, позволяет врачу МКС принимать клиническое решение не только, основываясь на личном опыте, но и опираясь на интуитивно понятные графические образы, создаваемые с помощью программного продукта.



Литература

1. Автоматизация в медицине. Как системы управления доступом повышают качество обслуживания пациентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zdrav.expert/index.php/> Статья: Автоматизация в медицине. Как системы управления доступом повышают качество обслуживания пациентов.html
2. Протокол ведения пациентов в отделении анестезиологии и реанимации и оформления медицинской документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://admtyumen.ru/files/upload/OIV/D_zdr/ Документы/Ведение%20 пациентов%20и%20оформление%20документации.pdf](https://admtyumen.ru/files/upload/OIV/D_zdr/Документы/Ведение%20пациентов%20и%20оформление%20документации.pdf).
3. Сидорова, М.А., Строков П.К. Применение информационных технологий для экспресс-диагностики критических состояний пациентов / М.А. Сидорова, П.К. Строков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза : ПензГТУ, 2013. - № 10 (14). - С. 144-151.
4. Баулина, О.В. Автоматизация процесса учета основных показателей критического состояния пациента/В сборнике: Перспективные информационные технологии труды Международной научно-технической конференции / О.В. Баулина. - Самара: Самарский научный центр РАН, 2016. - С. 551-553.
5. Рыбак В.А., Шокр А. Аналитический обзор и сравнение существующих технологий поддержки принятия решений. «Системный анализ и прикладная информатика». 2016;(3):12-18.

¹И.М. Куликовских, ²С.Е. Коновалов, ¹С.А. Прохоров

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МНОГОЗНАЧНОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИЙ МЕДИЦИНСКИХ РЕШЕНИЙ

(¹Самарский университет, ²СГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова)

“Только тот кто имеет обширные знания признаков,
может приступить к лечению”
Гиппократ

Автоматизация процесса принятия решений становится все более востребованной ввиду существенного роста объема данных, их зашумленности, и необходимости сокращения времени на их анализ. В сравнении со многими отраслями знаний, где наблюдается повсеместное внедрение информационных технологий для данной цели, автоматизация решений в медицине несет более высокие риски и требует большей ответственности.

Инструментом автоматизации являются алгоритмы, понимание механизмов функционирования и интерпретация результатов которых позволяет снизить риски от некорректно принятого решения. В работах [1, 2] отмечается, что видение алгоритма как “черного ящика” является существенным препятствием для проведения полноценной диагностики и постановки правильного диагноза.



Более того, понимание результатов работы алгоритма или, иначе, принципов принимаемых им решений, может быть в дальнейшем использовано при создании новых, более эффективных алгоритмов [3, 4].

Дефицит алгоритмов с прозрачным механизмом функционирования привел к формированию направления, нацеленного на создание интерпретируемых методов анализа данных. Например, в работе [5] интерпретируемость рассматривается в контексте извлечения реляционных знаний с использованием нейросимволического метода. В работе [6] предлагается нечеткий механизм, интегрирующий контекстные знания в сигмоидальную функцию принадлежности, которая является интерпретируемой. В работе [7] рассматривается модельно-ориентированное обучение с подкреплением, которое предполагает добавление высокоуровневые знания об анализируемой среде в виде байесовской сети. В работах [8, 9], уже в контексте медицинских задач, предлагаются новые методы факторизации в целях повышения интерпретируемости принимаемых решений.

Можно выделить два основных вида интерпретации: основанная на восприятии [10] и через математическую модель, понимание, которой базируется на имеющихся знаниях [1]. Представленные формы интерпретаций могут быть однозначным, но различными для каждого конкретного эксперта. Так, например, компромисс между простотой интерпретации и необходимостью обладать специализированными математическими и алгоритмическими знаниями может смещаться в сторону упрощения без должного обоснования с точки зрения медицинской практики. Разрешение данной проблемы может потребовать специализированного образования в медицинском секторе, направленного на понимание потенциала, заложенного в алгоритмах.

Цель исследования

В данной работе применяется метод комплексирования различных алгоритмов анализа данных для повышения многозначности интерпретаций медицинских решений. Такой подход нацелен на снижение влияния когнитивных смещений в принятии медицинских решений, вызванных ограниченностью данных и спецификой выбранного инструмента анализа. В качестве алгоритмов анализа были выбраны: метод главных компонент PCA, метод кластеризации KMeans и метод параллельных координат. Комбинация методов выбрана с целью покрытия полного жизненного цикла процесса выделения наиболее информативных признаков, включающего восприятие визуальной информации через призму существующих математических знаний о механизмах работы алгоритмов.

Анализ данных и интерпретация результатов

Данные представляют собой описание различных этапов лечения пациентов ($m = 63$) с мочекаменной болезнью. Для относительно полного статистического описания медицинского случая при проведении анализа сформировано пространство из набора признаков ($n = 200$), значимость которых может отличаться в разных медицинских ситуациях и группах пациентов. Сочетания при-



знаков могут иметь различное прогностическое значение. Так как в реальной медицинской практике редко встречаются “простые” случаи классических диагнозов, в подавляющем большинстве наблюдений имеется сочетание разных болезней, оказывающих взаимоотягощающее влияние, т. н. коморбидность.

При сочетании выбранных алгоритмов анализа удалось выявить неявные закономерности, которые не всегда очевидны при классическом линейном корреляционно–регрессионном анализе или применении одного из методов.

Метод PCA демонстрирует лучшую выявляемость факторов риска при мочекаменной болезни – множественность и рецидивный характер камней, их рентгенологическую плотность – значимость которых определена в рамках доказательной медицины [11].

Метод K-means различает группы пациентов по наличию или отсутствию анамнеза болезни, с разными методами и продолжительностью лечения, а также по исходам, что может быть использовано с прогностической целью.

Метод параллельных координат при различном уровне порога значений параметров выделял осложняющие факторы – воспалительные признаки, инфекцию, осложненные камни – и различные аномалии мочевой системы, которые также могут рассматриваться как факторы риска и прогноза исхода лечения.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что каждый метод акцентировал внимание на различных поднаборах исходного набора признаков и, как результат, позволил повысить многозначность формируемых алгоритмом интерпретаций для более взвешенного принятия медицинских решений.

Литература

1. Gomolin, A., Netchiporouk, E., Gniadecki, R., Litvinov, I.V. (2020) Artificial intelligence applications in dermatology: Where do we stand? *Frontiers in Medicine*, 7:100.
2. London, A.J. (2019) Artificial intelligence and black-box medical decisions: Accuracy versus Explainability. *Hastings Cent Rep*, 49(1):15–21.
3. Tjoa, E., Guan, C. (2019) A survey on explainable artificial intelligence (XAI): Towards medical XAI, arXiv:1907.07374.
4. Krajna, A., Brcic, M., Lipic, T., Doncevic, J. (2022) Explainability in reinforcement learning: Perspective and position, arXiv:2203.11547v1.
5. Townsend, J., Chaton, T., Monteiro, J.M. (2019) Extracting relational explanations from deep neural networks: A survey from a neural-symbolic perspective. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 1–15.
6. Bede, B. (2019) Fuzzy systems with sigmoid-based membership functions as interpretable neural networks. In Kearfott, R.B., Batyrshin, I., Reformat, M., Ceberio, M., Kreinovich, V. (eds.), *Fuzzy Techniques: Theory and Applications*, 157–166, Springer.
7. Kaiser, M., Otte, C. Runkler, T.A., Henrik C.E. (2019) Interpretable dynamics models for data-efficient reinforcement learning, arXiv:1907.04902



8. Yan, Y., Zhu, J., Duda, M., Solarz, E., Sripada, C., Koutra, D. (2019) Groupinn: Grouping-based interpretable neural network for classification of limited, noisy brain data. In: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD 19, 772-782, New York, NY, USA.
9. Wang, M., Zhang, D., Huang, J. Shen, D., Liu, M. (2018) Low-rank representation for multi-center autism spectrum disorder identification. In Frangi, A.F., Schnabel, J.A., Davatzikos, C., Alberola-Lopez, C., Fichtinger, G. (eds.) (2018) Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2018, 647–654, Springer.
10. Lapuschkin, S., Waldchen, S., Binder, A., Montavon, G., Samek, W. Muller, K.-R. (2019) Unmasking clever hans predictors and assessing what machines really learn. Nature Communications, 10(1):1096.
11. Skolarikos, A., Neisius, A., Petřík, F., Somani, B. et al. (2022) EAU Guidelines on urolithiasis, URL: <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>

Д.И. Прусс, Е.П. Рябова, М.И. Сафронов, А.В. Кузьмин

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ СИГНАЛОВ АКСЕЛЕРОМЕТРА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

(Пензенский государственный университет)

В последние годы акселерометры были предложены в качестве точных и чувствительных инструментов для оценки моделей движения, интенсивности физической активности, поведения в повседневной жизни и сна у здоровых и инвалидов групп населения.

Устройства на основе акселерометра, такие как умные часы и умные браслеты, становятся все более популярными. Носимые устройства на основе акселерометра обычно используются для самостоятельного мониторинга физических упражнений и могут быть полезны для наблюдения за восстановлением дома после выписки из больницы. Этот тип технологии все чаще внедряется для исследования заболеваний с нарушением подвижности, включая нервно-мышечные расстройства.

Носимые устройства на основе акселерометра могут по-разному располагаться на теле, например, на лодыжках, талии, запястьях и т.д. Чаще всего располагают на запястьях. Акселерометры, носимые на запястье, часто применяются для оценки физической активности. Они часто встраиваются в фитнес-трекеры и используются для подсчета количества шагов, но применение соответствующих подходов к обработке исходных данных позволяет получать различную информацию о физической активности человека [1].

Одним из важнейших и, потенциально, перспективных направлений в данной области является совместное использование носимого датчика ЭКГ и акселерометра. Задача длительного мониторинга ЭКГ с использованием



носимого устройства сопряжена с необходимостью анализировать сопутствующие факторы, влияющие на регистрируемый сигнал [2, 3]. Одновременная регистрация ЭКГ и данных акселерометра позволит соотносить данные электрической активности сердца и физической активности человека. Для решения данной задачи необходимо устройство, в данном случае часы со встроенным трехосевым акселерометром, который будет получать данные о положении в пространстве по осям X, Y и Z.

В подобных исследованиях одной из важнейших характеристик является частота дискретизации сигнала, получаемого с носимого акселерометра. Этот параметр определяет точность результатов мониторинга. В основном используются частоты в диапазоне от 40 до 100 Гц в зависимости от используемого прибора и целей исследования. Так в исследовании, направленном на изучение физической активности среди госпитализированных пожилых людей [4], уровни физической активности измерялись с помощью двухосевого и трехосевого акселерометров, последний работал с частотой дискретизации 100 Гц. В исследовании, направленном на выявление симптомов болезни Паркинсона с помощью носимых датчиков [5], сравнивалась производительность модели при использовании различных типов датчиков (акселерометра и/или гироскопа) и различной частоты дискретизации данных (до 62,5 Гц). Умные часы, используемые в исследованиях, записывали данные трехосевого акселерометра с использованием фреймворка ResearchKit со средней частотой 50 Гц.

Для работы с часами требуется мобильное приложение, которое осуществляет подключение, обработку, сбор и запись информации с трехосевого акселерометра. Для работы данного приложения необходимо мобильное устройство на операционной системе Android. Так же необходимо чтобы к часам с акселерометром можно было подключаться по беспроводному соединению Bluetooth.

Для сбора базы данных используется мобильное приложение для получения данных о физической активности человека с трехосевого акселерометра. В нем кроме поиска устройства и подключения к нему, присутствует поле для ввода имени пользователя, пункты видов физической активности и кнопка для остановки записи после окончания деятельности, так же для удобства в программе присутствуют часы (см. рисунок 1).

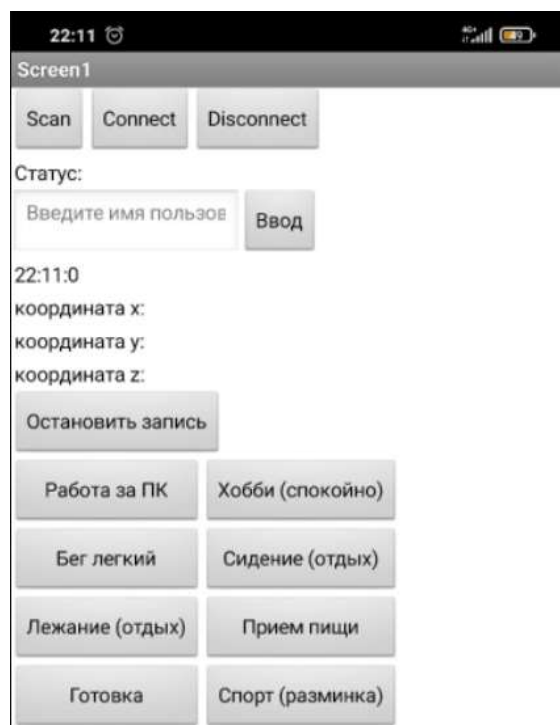


Рис. 1. Интерфейс мобильного приложения

Запись происходит при нажатии на одну из кнопок с обозначенным видом активности. После нажатия приложение создает папку по пути `Android\data\appinventor.ai_daniilpruss0.mmmhh\files\app`, так же для удобства останавливаются встроенные в приложение часы для того, чтобы пользователь знал во сколько началась запись. В создаваемую папку сохраняются файлы с данными, сам файл выглядит так “его имя (время начала записи, имя пользователя, вид физической активности).txt”. Внутри данные хранятся в CSV формате, этот формат является очень удобным при обработке. Для прекращения записи нажимается кнопка “остановить запись”, запись останавливается и часы продолжают показывать время. Так в момент, когда ведется запись и когда она остановлена (не ведется) на экране показываются данные получаемые с трехосевого акселерометра по трем координатам X, Y, Z.

Благодаря данной программе были получены значения физической активности двух человек, причем информация снималась как с левой, так и с правой руки. В общей сложности было сделано 32 записи. Для анализа полученных данных в программном обеспечении Octave были построены графики сигналов, соответствующих физической активности пользователей. Так на рисунке 2 изображены графики для одного пользователя (часы с акселерометром находились на левой руке). Из анализа графиков видно, что запись велась во время спокойного состояния рисунок 2а и активных физических действий рисунок 2б. На рисунке 2б видно, что выполнялись действия с одинаковой амплитудой. На данных рисунках изображены состояние покоя (человек находился в лежачем состоянии) и ускорение движения левой руки при легком беге.

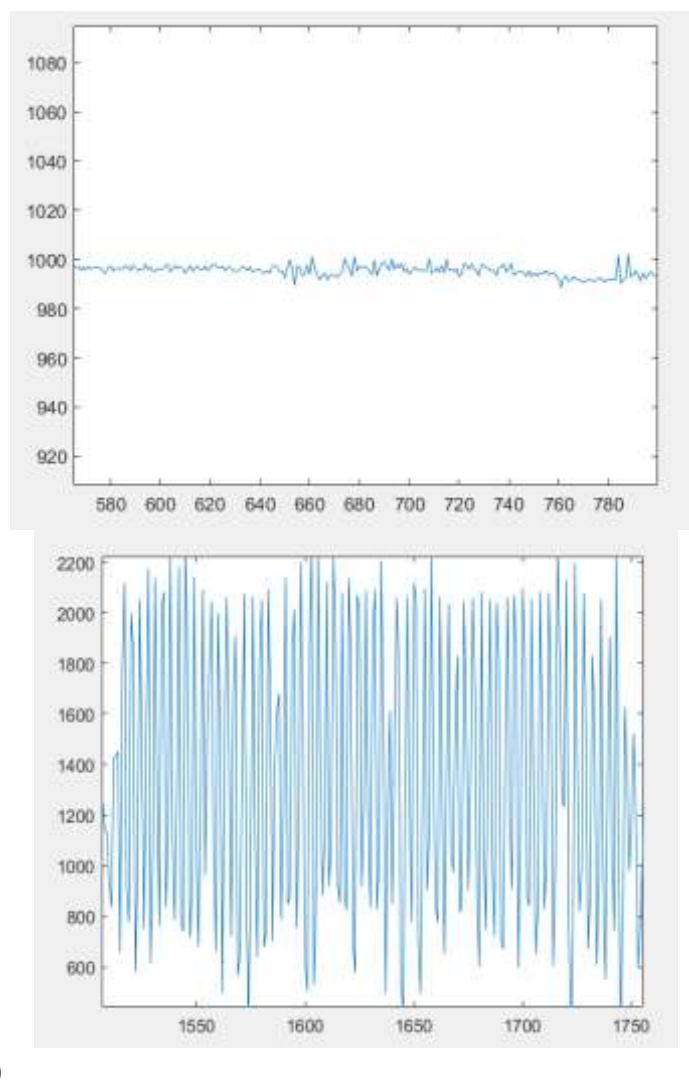


Рис. 2. Графики сигналов акселерометра при различных видах физической активности (по оси абсцисс – номер отсчета, по оси ординат – амплитуда, $g \times 10^{-3}$): а) отдых б) легкий бег.

Сравнительный анализ собранных данных с использованием амплитудно-временных и других методов, позволит выявить характерные признаки, которые будут впоследствии использованы для автоматизированного определения типа и уровня физической активности как самостоятельно, так и в составе системы мониторинга электрической активности сердца. Так мониторинг и анализ физической активности человека открывает широкие возможности в научных исследованиях, в медицинских приложениях и в повседневной жизни при мониторинге совместно с ЭКГ или автономно.

Литература

1. G. M. Weiss, K. Yoneda and T. Hayajneh, "Smartphone and Smartwatch-Based Biometrics Using Activities of Daily Living," in IEEE Access, vol. 7, pp. 133190-133202, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2940729.



2. Mobile ECG Monitoring Device with Bioimpedance Measurement and Analysis / M. Safronov, A. Kuzmin, O. Bodin [et al.] // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. – 2019. – No 24. – P. 375-380. – DOI 10.23919/FRUCT.2019.8711944.

3. Способ и аппаратно-программные средства анализа биоимпеданса для систем мобильного мониторинга ЭКГ / М. И. Сафронов, А. В. Кузьмин, О. Н. Бодин [и др.] // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 3(35). – С. 118-128. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-3-10.

4. Lim, S.E.R., Dodds, R., Bacon, D. et al. Physical activity among hospitalised older people: insights from upper and lower limb accelerometry. Aging Clin Exp Res 30, 1363–1369 (2018) <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0930-0>

5. Shawen, N., O'Brien, M.K., Venkatesan, S. et al. Role of data measurement characteristics in the accurate detection of Parkinson's disease symptoms using wearable sensors. J NeuroEngineering Rehabil 17, 52 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00684-4>

В. Д. Салтановский, В. И. Кутняков

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Самарский государственный технический университет)

За последние два года система здравоохранения РФ подверглась огромному давлению. Пандемия позволила обнаружить многие недостатки существующей системы, а также “проверила” ее на стрессоустойчивость и способность обслуживать пациентов в экстренных ситуациях. Огромные очереди в поликлиниках вызывают у пациента страх не только из-за долго времени ожидания своей очереди, но и из-за большого числа других заразных больных.

В век информационных технологий интернет становится средством, с помощью которого можно сделать все, что угодно, однако если речь заходит о здравоохранении, то мы ограничиваемся лишь дистанционной записью к врачу.

Система диагностики заболеваний позволит разгрузить систему здравоохранения, исключить неправильные диагнозы, предупредить врачебную халатность и тем самым повысить уровень жизни населения.

Алгоритм работы с системой

“Healthy” позволяет пациенту заполнить дома специальную анкету в онлайн форме, ответив на вопросы о своем самочувствии. Результаты опроса (рис. 1) обрабатываются специально обученной нейронной сетью, которая ставит пациенту предварительный диагноз. Затем результаты опроса с поставленным предварительным диагнозом отправляются на компьютер врача-терапевта по сети Интернет. На основе полученных данных врач принимает решение о



подтверждении или отклонении предложенного предварительного диагноза. Далее возможны два варианта:

1. В случае подтверждения предварительного диагноза выдаются рекомендации по лечению, благодаря чему время, затрачиваемое на обслуживание пациента, значительно сокращается.
2. В случае отклонения предварительного диагноза, врач-терапевт может поставить диагноз, который посчитает верным или предложить пациенту личное посещение больницы. В таком случае пациенту не выставляется предварительный диагноз, а указывается порядок прохождения осмотра у врачей различных специальностей, а также рекомендации по сдаче необходимых анализов.

Сервис Healthy

Женщина 55-64 года: результат опроса

Жалобы и анамнез: Пигментация кожи темно-коричневая, Недавнее потемнение кожи, в основном в складках и местах трения, не связанное с загаром, Снижение массы тела, Частые боли в животе неопределенной локализации, Тяга к соленой пище появилась, Головокружение, Нарушения процесса дефекации, Расстройства стула, Жидкий стул, Мышечная слабость, Головокружение при переходе из горизонтального в вертикальное положение, Артериальное давление снижено, Метеоризм, Аппетит снижен

Клинические анализы: Колебания артериального давления до 160/180/100-110

Отрицает: Одышка усиливается в положении лежа, Понос сменился запором на фоне сильных болей в животе, Удалены оба надпочечника, Стул черный кашицеобразный, Боль в животе острая, ярковыраженная, Истощение, Рвота, Отеки нижних конечностей, Быстрое похудение в течение последних месяцев, Полная или частичная потеря памяти, Потливость после приема пищи, жажда, не связанная с недавним обильным потоотделением и физ.нагрузкой, Боль или дискомфорт вверху живота появляется при физической нагрузке, Диарея неукротимая, Моча цвета мясных помоев, Рефлекс Бабинского, Рефлекс Бехтерева-Менделя, Рефлекс Россолимо, Отеки рыхлые, на лице или по всему телу

Правильность введенных данных подтверждаю
(ФИО) _____ 15. 3.2020
(подпись) _____

Болезнь Аддисона - очень вероятно

За: Гиперсекреция АКТГ, Тяга к соленой пище появилась, Головокружение при переходе из горизонтального в вертикальное положение, Частые боли в животе неопределенной локализации, Аппетит снижен, Снижение массы тела, Артериальное давление снижено, Расстройства стула, Мышечная слабость

Не исключено: АКТГ-зависимый гиперкортицизм

За: Гиперсекреция АКТГ

Маловероятно: Функциональный метеоризм (не являющийся следствием заболевания)

За: Метеоризм
Против: Спазмические боли в животе

Не согласен с результатом и могу объяснить, почему

Порядок посещения специалистов
1. Эндокринолог

Недостающие анализы и процедуры
кровь: анализ на гормоны
Отрицательный тест с АКТГ
Высокий уровень АКТГ в плазме крови
Низкий уровень кортизола в сыворотки крови
Низкий уровень альдостерона в плазме крови

Рис. 1. Результат опроса

Конечный продукт

Конечный продукт представляет собой сервис, встраиваемый в системы «Электронной записи к врачу». Пользователь сообщает системе тип недомогания, локализацию боли, после чего нейронная сеть определяет наиболее вероятные диагнозы на основе базы историй болезней других пациентов. Система



самостоятельно определяет к специализации какого врача относится данная область и предлагает пользователю произвести запись на ближайшее время. Пользователь заполняет анкету самостоятельно через веб-сайт или мобильное приложение. Полученные данные структурируются и вместе с предполагаемым диагнозом отправляются врачу-терапевту.

Результат анкеты состоит из:

- Жалобы и история болезней пациента
- Присутствующие симптомы
- Наиболее вероятные диагнозы
- Порядок посещения врачей
- Необходимые анализы

Решаемые проблемы

1. Постановка ошибочного диагноза врачом, к сожалению, является довольно частой практикой. Алгоритмы нейросети уменьшают вероятность врачебной ошибки, повышая шансы пациента на отсутствие осложнений и уменьшая риск получить неверное лечение. Отталкиваясь от результатов обработки запросов, врач сможет поставить правильный диагноз.
2. Сервис значительно облегчает работу специалиста и младшего медицинского персонала, связанную с регистрацией и первичной сортировкой больных. Пациент после прохождения анкеты получает наиболее предпочтительный порядок прохождения врачей. А поликлиника в свою очередь, может сразу предложить больному талоны на их посещение в удобное время, выдать направления на сдачу анализов.
3. Ведение письменной отчетности одновременно с электронной замедляет процесс прохождения врача. Проблема отпадает при появлении анкеты, заполняемой пациентом. В этом случае электронный отчет уже готов. Присутствует возможность редактирования итогового документа.
4. Почувствовав недомогание, пациент первым делом обратится за помощью к Интернету, пытаясь самостоятельно выявить болезнь по своим симптомам. Вразумительного и более-менее достоверного ответа он, разумеется, не получит, а к врачам обращаться не решится. Сервис помимо текущих симптомов также учитывает информацию о пользователе, т.е. его историю болезней, что позволяет дать более широко оценку состоянию здоровья больного.

Обучение нейронной сети

Как уже было сказано ранее, для диагностики будет использоваться обучающаяся нейронная сеть с прямой связью [1]. Для обучения будет применяться такой подход, как обучение с учителем (рис. 2). Он подразумевает, что сети предъявляется набор данных, каждый образец которых подается на входы и затем обрабатывается ею. Вычисленный выходной сигнал сравнивается с заранее известным. При несоответствии происходит вычисление ошибки методом обратного распространения и изменение весовых коэффициентов связей в сети



[2]. Значение ошибки на входе в нейрон будет равно сумме произведений значений ошибок и весов на выходах из него (1). Для лучшего понимания представлен рисунок 3.



Рис. 2. Алгоритм обучения нейронной сети с учителем

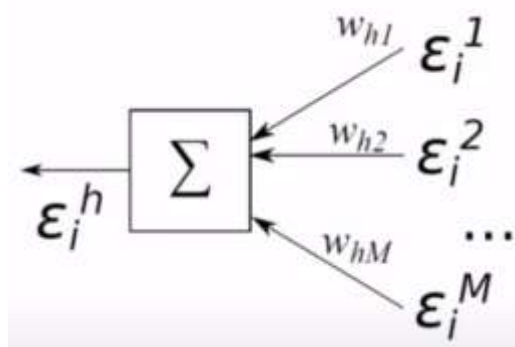


Рис. 3. Обратное распространение ошибки

$$E_i^h = \sum_{m=1}^M E_i^m W_{hm} \quad (1)$$

где E - значение ошибки, W - вес выхода, M - количество выходов.

Предъявление данных и вычисление ошибок происходит до тех пор, пока значение ошибки не станет приемлемо малым.

Обучение нейронной сети должно сопровождаться консультациями с квалифицированными врачами для того, чтобы избежать ошибок в этом процессе, которые, как следствие, могут привести к неверным диагнозам.

Литература

1. Википедия [Электронный ресурс] – Нейронная сеть: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C .- (Дата обращения 15.03.22)

2. Нихиль Б. Основы глубокого обучения. Создание алгоритмов для искусственного интеллекта следующего поколения/Нихиль Будума, Николас Локашо. -Отдельное издание. -Манн, Иванов и Фербер, 2019. - 304с.



А.А. Смагин, А.А. Булаев, Р.Г. Бильданов, В.П. Смолеха

МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

(Ульяновский государственный университет)

Технологии ядерной медицины, использующие медицинские изотопы для диагностики и терапии, в последние годы активно развиваются и внедряются в практику, и предполагают применение радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП), содержащих открытые радионуклидные источники, и молекулярные векторы, которые адресно доставляют радионуклиды до опухолевых тканей.

Особенности РФЛП обуславливают специфику и сложность их производства, которую приходится осваивать предприятиям, занимающимся производством РФЛП. Ставится задача обеспечения качества производимой продукции.

Предлагается проводить решение этой задачи путем создания вероятностной модели технологического процесса (ТП) изготовления РФЛП, позволяющей осуществлять анализ его поведения и описывать с необходимой точностью процессы, происходящие в нем. ТП рассматривается в виде черного ящика с наблюдаемыми и скрытыми переменными, предполагается, что между ними имеется зависимость, однако ее вид не детерминирован, то есть отсутствует взаимосвязь между ними, и имеется неопределенность, которая анализируется за счет введения совместного распределения вероятностей на все переменные, наблюдаемые и скрытые.

Использование вероятностного подхода позволяет построить модели и проводить моделирование таким образом, что эти неопределенности можно рассматривать путем введения совместного распределения вероятностей на все наблюдаемые и скрытые переменные. Это позволяет моделировать реальный ТП с точки зрения исследования критических ситуаций, в которых он может находиться в результате сбоя или отказа исполняемых операций из-за воздействия скрытых и отрицательно влияющих факторов.

В основу получения начального совместного распределения вероятностей целесообразно положить множество апостериорных вероятностей, полученных в результате статистического анализа многочисленных проведенных ТП в реальных условиях.

Модель ТП в виде марковского процесса представляется ориентированным графом, в котором вершины отображают состояния операций и связаны между собой переходами из i -го состояния в j -е состояние), количество вершин совпадает с числом операций, а сами переходы определены структурой ТП и производственными условиями его осуществления. В графе введены возвратные обратные переходы, по которым процесс может вернуться на одно из предыдущих состояний в случае, когда происходит сбой выполнения операции, отказ используемого оборудования или некорректные действия операторов,



выполняющих операции вручную. Переходы осуществляются по результатам выполнения текущей операции, и условие перехода представляет собой значение вероятности, которое получается либо при моделировании на стадии предварительной подготовки производства, либо при принятии решения в ходе реального исполнения ТП.

Выраженные в разных единицах измерения значения показателей качества РФЛП невозможно свести в общий комплексный показатель без трансформации их к общей шкале измерения. Наиболее применимой является безразмерная шкала. Для получения комплексной оценки качества применяются разные средневзвешенные зависимости аддитивного и мультипликативного типа.

Модель комплексного показателя должна отображать структуру свойств ТП, которые учитываются для характеристики качества составляющих его компонентов. Так, в общем виде для одноуровневой иерархической структуры системы показателей качества аддитивная математическая модель комплексного показателя имеет вид:

$$K_o = \sum_{i=1}^n m_i \times K_i, \quad (1)$$

где n – количество единичных показателей качества; m_i – коэффициент весомости i -го показателя; K_i – оценка i -го показателя качества.

Для ТП производства РФЛП основным показателем качества является корректность выполнения каждой операции, который определяется аддитивной зависимостью отдельных показателей по каждому шагу ТП.

Единичные оценки выполнения операций, составляющие комплексную оценку качества ТП, характеризуют разные стороны качества изготавливаемого РФЛП.

В этом случае низкая оценка одиночного показателя свидетельствует о некотором сохранении качества ТП, а высокая – о возможности появления риска сбоя на следующих по порядку операциях. Часто бывает трудно обосновать целесообразность применения при оценке качества тех или иных средних взвешенных показателей. В квалиметрии используется наиболее распространенный способ объединения совокупности показателей – аддитивный.

Сбой или отказ при выполнении технологической операции является главным событием, которое приводит к дополнительным затратам на восстановление ТП и связано с возможным невыполнением требований по принципу «точь-в-точь» как по времени ожидания пациентом приема изготавливаемого лекарственного препарата в назначенный срок, так и расходом их компонентов, которые являются дорогостоящими и для которых требуется сторонняя импортная поставка.

Предлагается проводить оценку по значениям отклонений вероятностей корректности выполнения каждой отдельной операции, а также по влиянию воздействия результатов предыдущих операций на текущие и учету внешних и внутренних влияющих факторов. Исходное состояние ТП описывается как начальное распределение вероятностей соответствующему штатному режиму ТП.



Отсюда необходимо иметь такой признак выявления возможных исходов выполнения операций, чтобы контроль за состоянием выполнения ТП отвечал бы следующим основным требованиям:

- информативности события, под которым понимается возможность прогнозирования сбоев на предварительном этапе подготовки производства;
- указанию вероятности сбоев и их номера операций в разных режимах моделирования ТП;
- указанию на перечень всех рискованных причинных операций;
- применимости к любым операциям независимо от их сложности и содержания;
- чувствительности к влияниям отрицательных факторов на ход выполнения ТП.

В начале хода ТП вероятности сбоя по каждой операции известны, исходя из предварительного анализа статистики множества его исполнения, и соответствуют их начальному распределению по всем шагам ТП. В составе операций ТП имеются операции, которые относятся к рискованным в ТП, результаты их выполнения приводят к тому, что они могут ухудшать корректность выполнения последующих операций. В результате их появления вероятности сбоя в связанной цепочке начинают пошагово изменяться, причем в сторону увеличения их значений, и это приводит к тому, что в одной из них вероятность достигает наибольшего значения от заданного, превышает допустимый установленный предел и возникает сбой.

Такая ситуация при моделировании интерпретируется как введение дополнительной добавки - некоторой величины вероятности в один из шагов (операции), то есть изменение ее первоначального значения.

Распространение передачи дополнительной добавки по цепочке операций (по заранее установленным значениям вероятности), величина которой пропорциональна величине отрицательно влияющих факторов, позволяет установить местоположение операции и саму операцию, при исполнении которой вероятность сбоя достигает максимума.

Отсюда в качестве индикатора предсказания и поиска сбойной операции может служить величина вероятностной добавки к вероятностям начального распределения вероятностей по множеству операций ТП.

Обозначим ее как G и назовем ее аддитивным вероятностным коэффициентом (АВК). Тогда его значение для i -ой операции будет иметь вид:

$$G_i = 1 - P_{исxi}, \quad (2)$$

где единица означает событие сбоя в i -ой операции, и его вероятность есть сумма значения вероятности $P_{исxi}$ при начальном ее распределении и необходимое значение добавки для образования этого сбоя, то есть дополнение до 1.

Максимальное значение АВК равно единице в случае, когда событие сбоя невозможно или совсем маловероятно. Минимальное значение равно нулю, когда имеется высокая исходная вероятность сбоя, то есть событие может происходить очень часто (ненадежность этой операции очень высока).

Среднее значение АВК вычисляется, как математическое ожидание:



$$G_{\text{ср}} = \sum_i^n g_i * p_i, \quad (3)$$

где g_i – АВК для i -ой операции, n -число операций. Отсюда можно получить комплексный аддитивный показатель качества ТП как:

$$Q = \sum_i^n G_{\text{ср}}. \quad (4)$$

По его значениям, найденным по результатам моделирования штатных и нештатных режимов функционирования ТП, можно путем сравнительного анализа установить косвенные оценки корректности выполняемого ТП, а по их отклонениям судить о качестве РФЛП в реальных условиях.

Важными преимуществами такого расчета индикатора являются простота и быстрота расчета при наличии значений усредненных вероятностей сбоя каждой операции, полученных на основе статистики исполнения ТП.

Поэтому изменение любого показателя качества выполнения операций при большом числе единичных показателей не оказывает существенного влияния на его комплексную оценку. Это может привести к тому, что при выходе значения какого-либо единичного показателя за предельно допустимое значение комплексная оценка качества останется высокой за счет остальных показателей. При моделировании, изменяя добавку вероятности, можно отслеживать поведение ТП в разных режимах, анализируя его свойства. Для построения зависимости этих величин необходимо чтобы зависимые и независимые переменные были заданы совместным распределением вероятностей. В качестве исходной зависимости было использовано математическое ожидание случайной величины y зависимой переменной при условии, что величина независимой переменной приняла определенное значение. Тогда такая функция будет искомой зависимостью между зависимой и независимой переменной, и уравнение $y = f(x)$ является уравнением регрессии y на x .

На практике точный вид уравнение приобретает в результате исследования и анализа данных, полученных при наблюдениях за ходом исполнения ТП изготовления РФЛП.

Для этого предлагается для множества операций ТП строить на графике зависимостей вероятностей возникновения сбоев соответствующие точки y , затем по имеющимся отсчетам вероятностей проводить аппроксимацию или интерполяцию, что будет являться аналогом условного математического ожидания по входу x . Здесь важное значение принимают количество операций и значений их вероятностей, по которым производится приближение, а также достоверность получаемых статистических данных.

Для построения модели необходима достоверная или близкая к достоверной информация о поведенческих свойствах ТП во время реальных испытаний. Такой информацией являются статистические данные о результатах функционирования ТП в реальных условиях на протяжении достаточно длительного времени - количества запусков и проведения статистического анализа (больше 50). Такие данные представляются графиком апостериорных вероятностей выполнения по каждой операции ТП, на основе которого можно определить собы-



тия сбоя, их местоположение в цепочке, частоту и другую необходимую статистику.

Таким образом, возникает задача восстановления регрессии и ее решения, для которой определяется набор переменных (параметров ТП), рассматриваемых как исходные данные (вектор наблюдаемых переменных), а по вектору признаков значений вероятностей имеется возможность получения точечной оценки попадания значения регрессии в доверительный интервал или в априорное распределение вероятностей на множестве скрытых переменных.

Подбор математической модели аналитической зависимости вероятностей сбоя от позиции операции сбоя регрессионного типа осуществляется с помощью многочлена:

$$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 \dots + a_nx^n, \quad (5)$$

в котором левая часть означает распределение вероятностей возникновения сбоев по всем операциям ТП, а коэффициенты многочлена выбирают таким образом, чтобы его график как можно ближе прилегал к опытным статистическим данным. Для адекватности используется мера отклонения графика от имеющихся значений как сумма квадратов отклонений в точках с соответствующим шагом операций на оси X. Определение коэффициентов уравнения регрессии является по сути дела идентификацией ТП, функционирование которого описывает полученное уравнение. Подбор полинома по точкам разбиения ОХ – шагом, соответствующим операциям ТП и значениям в точках разбиения и апостериорных вероятностей возникновения в них сбоев, осуществлялось с помощью стандартных процедур, в которых проводились расчеты параметров уравнения регрессии, такие как среднеквадратическое отклонение, коэффициенты детерминации, средняя ошибка аппроксимации (в процентах).

В качестве вариации аппроксимаций оценивались квадратичные, кубические представления искомой табличной зависимости, полином пятой, шестой степени. Проведенные исследования показали, что наиболее близкой аппроксимацией является полином 6-й степени вида:

$$P(x) = -0,0000000032x^6 + 0,00000048x^5 - 0,000028x^4 + 0,0008x^3 - 0,0113x^2 + 0,066x, \quad (6)$$

для которого коэффициент корреляции равен -0,53, коэффициент детерминации составляет 0,28, средняя ошибка аппроксимации равна 13,3% и $P(x)$ является описанием начального распределения вероятностей сбоя по всем операциям ТП.

Эти значения полностью удовлетворяют условиям интерполяции, присутствию сбойного события в области существования полинома, условиям аппроксимации и при попадании в вычисленный доверительный интервал, и выражение может быть принято за описание вероятностно-стохастической модели функционирования ТП изготовления РФЛП.

Построенная регрессия позволит проводить имитационное моделирование ТП с целью определения режимов его функционирования, позволяющих обеспечить качество производимого РФЛП в полном соответствии с технологией его изготовления, на предварительном этапе прогнозности сбоев и восстанов-



ления ТП, снизить время и компонентные затраты, а также использовать ее в реальном времени для оперативного контроля и вмешательства в его процесс для принятия обоснованных решений.

Литература

1. Смагин А.А., Ларин С.Н., Бильданов Р.Г., Булаев А.А. Проектирование средства проверки выполнения этапов производства радиофармпрепаратов // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). Труды Международной научно-технической конференции. под ред. С.А. Прохорова. Самара, 2021. С. 113-117.
2. Смагин А.А., Ларин С.Н., Липатова С.В., Булаев А.А. Концепция архитектуры онтологической платформы поддержки технологического процесса подготовки производства // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). Труды Международной научно-технической конференции. под ред. С.А. Прохорова. Самара, 2021. С. 110-113.
3. Бильданов Р.Г., Бильданов Р.Г., Ларин С.Н. Трехкомпонентная модель организации планирования электрохимического производства // Символ науки: международный научный журнал. 2022. № 2-2. С. 13-16.
4. Бильданов Р.Г., Бильданов Р.Г., Ларин С.Н. Оценка экономических потерь при неблагоприятных сценариях выполнения технологического процесса производства радиофармацевтических лекарственных препаратов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 6 (104). С. 72-77.
5. Бильданов Р.Г. Параметрическая модель технологического процесса производства радиофармацевтических лекарственных препаратов // Атомная энергия. 2021. Т. 131. № 2. С. 93-96.

А.А. Столбова, Е.И. Епишина

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(Самарский университет)

Современные интеллектуальные автоматизированные системы анализа медицинских изображений предназначены для облегчения работы врача и ускорения исследований на предмет наличия того или иного заболевания. В данной работе проведен аналитический обзор автоматизированных систем, используемых в России для анализа медицинских изображений: Enlitic, Цельс, Unim, Mango, Bay Labs. Все перечисленные системы, так или иначе, базируются на методах искусственного интеллекта. Цель обзора – выявление потребностей рынка, обусловленных отсутствием в системах функционала, соответствующего ожиданиям пользователей.



Результаты анализа функционала систем приведены в таблице.

Таблица. Сравнение характеристик систем анализа медицинских изображений

Система	Страна	Поддержка операционных систем	Формат изображений	Патология	Локализация	Заключение
Цельс	Россия	Windows, Linux	dicom	Опухоли, инфекция	+	+
Enlitic	США	Windows, Linux	dicom	Опухоли	+	–
UNIM	Россия	Web-приложение	dicom	Опухоли	–	–
Mango	США	Windows, Linux, Mac OS	nifti, analyze, nema, dicom	Опухоли	–	–
Bay Labs	США	Windows	УЗИ	Опухоли, повреждения тканей	–	+/-

Так, автоматизированная система «Цельс» [1] определяет наличие доброкачественных или злокачественных изменений и указывает их локализацию – выделяет именно те области на изображении, которые требуют внимания. Искусственный интеллект в системе осуществляет предварительную обработку и анализ снимков, а также формирует описание снимка. Рассмотренная система Unim [2] предназначена для исследования образцов биопсии. Рассмотрено некоммерческое общедоступное программное обеспечение Mango [3], предназначенное для просмотра, редактирования и анализа медицинских изображений, которое позволяет получить гистограммы, осуществлять анализ временных рядов, а также отображать статистику. Система Enlitic [4] предназначена для глубокого изучения и обнаружения узелков рака легких в грудной клетке по рентгеновским изображениям. Система Bay Labs использует технологию глубокого обучения для диагностирования болезней сердца [5].

Проводя сравнительный анализ систем, можно сделать вывод о том, что несмотря на достаточный технологический уровень систем, использующих искусственный интеллект, большинство из них могут быть усовершенствованы как в части точности работы, так и в части расширения перечня анализируемых патологий. Так, например, система «Цельс», которая дает верные результаты с точностью до 95% в сфере маммографии, практически не позволяет диагностировать сердечно-сосудистые заболевания. Кроме того, точность результатов интеллектуальных систем значительно снижается, если снимки сделаны на аппарате, который не поддерживается системой, т.е. изображение



отличается от изображений набора данных, который использовался для обучения сети в текущей версии.

Ожидается, что дальнейшее развитие технологий искусственного интеллекта позволит восполнить пробелы рассмотренных систем в области обработки медицинских изображений. Так, может быть предложена модель функционирования, при которой осуществляется предобработка изображений для снижения влияния различий в используемой аппаратной части на точность работы алгоритмов. Кроме этого, важным условием использования систем в России в складывающихся условиях импортозамещения является возможность работы на свободных операционных системах класса Linux. Другое выявленное направление усовершенствований по результатам анализа – подготовка текстовых рекомендаций по обрабатываемым снимкам.

Литература

1. Официальный сайт «Цельс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://celsus.ai/> (дата обращения: 09.04.2022).
2. Официальный сайт «Unim» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unim.su/> (дата обращения: 09.04.2022).
3. Официальный сайт «Mango» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ric.uthscsa.edu/mango/> (дата обращения: 09.04.2022).
4. Официальный сайт «Enlitic» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://enlitic.com/> (дата обращения: 09.04.2022).
5. Официальный сайт «Bay Labs» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://captionhealth.com/> (дата обращения: 09.04.2022).



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

В.В. Алексеев, Н.В. Орлова, А.В. Дроздова

МОБИЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

(Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина))

Мобильные измерительные системы передвигаются по заданным маршрутам и производят измерения физических величин в заданных точках, в заданное время. Распределенные мобильные информационно-измерительные системы, как правило, используются для контроля характеристик распределенных в пространстве объектов, которые могут носить как природный (например, территориальные экосистемы), так и техногенный характер (например, транспортные системы, промышленные объекты).

Использование распределенных мобильных информационно-измерительных систем для контроля состояния железнодорожного пути позволяет проводить совместную обработку результатов измерений величин дефектов от микромеханических датчиков, определяющих величины нескольких видов дефектов, и навигационной подсистемы, включающей измерительные каналы, позволяющие определять линейные и географические координаты.[1]

Передвигаясь по заданным маршрутам измерительные подсистемы распределенных мобильных информационно-измерительных систем оценки состояния железнодорожного пути, производят измерения физических величин (значений дефектов железнодорожного пути) в заданных точках, в заданное время во время каждого проезда.

Данные контрольных измерений поступают от измерительной системы в виде множества параметров дефекта, привязанных к координатам места нахождения дефекта (линейная координата, измеренная одометром, (мм), географические координаты (широта и долгота соответственно), вырабатываемые спутниковой навигационной системой, град), номеру проезда (результата измерения) и др.

При этом формируется множество результатов измерений (база контрольных измерений) $X = \{x(k, l, t)\}$, включающая $k=1, K$ мобильных измерительных систем, которые производят измерения заданной физической величины x в $l=1, L$ точках, находящихся на маршруте ее движения, в заданное время t .

Анализу подвергаются значения отклонения результатов измерения x_{li} относительно опорных значений $x_{лоп}$, $\Delta li = x_{li} - x_{лоп}$. Опорные значения $x_{лоп}$,



определяются на основе нормативной базы или в результате проведения измерений образцовыми средствами. [3]

Результат измерения отклонения значения физической величины от опорного содержит значение изменения, как самой физической величины, так и метрологические характеристики средств измерений. При этом по мере эксплуатации с течением времени изменяются как метрологические характеристики средств измерений, так и значения контролируемых величин.[2]

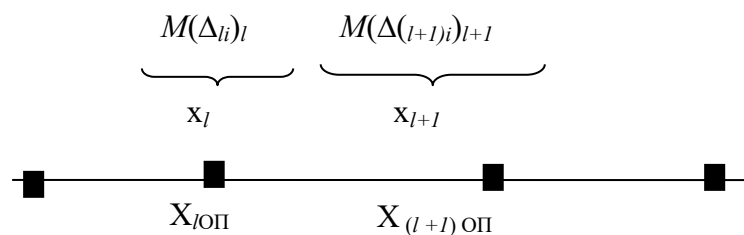
В результате по I проездам по каждому дефекту железнодорожного пути x_i отклонение результата измерений контролируемой величина от опорного значения представляет собой случайную величину с математическим ожиданием

$$M(\Delta_{li})_l = \frac{1}{I_t} \sum_{i=1}^{I_t} \Delta_{li}$$

и дисперсией

$$D(\Delta_{li})_l = \frac{1}{I_t - 1} \sum_{i=1}^{I_t} (\Delta_{li} - M(\Delta_{li})_l)^2.$$

Пример схемы участка железнодорожного пути представлен на рисунке



Отклонение по каждому дефекту математического ожидания $M(\Delta_{li})_l$ от опорного значения $x_{l ОП}$ по всему участку с учетом всех дефектов также будет случайной величиной с математическим ожиданием

$$M_y = \frac{1}{L} \sum_{L=1}^{L_y} M_{\Delta_{li}}$$

и дисперсией

$$D_y = \frac{1}{L - 1} \sum_{L=1}^{L_y} (M_{\Delta_{li}} - M_y)^2.$$

При этом, анализу могут подвергаться значения отклонения результатов измерения $x(k, l, t)$ относительно опорного значения $x_{l ОП}$ для разных подмножеств базы данных контрольных измерений:

- результаты измерений в заданной точке l , k -ой мобильной измерительной системой за определенное время t – $X_{kl} = \{x(k, l, t)\}$, где $k = \text{const}$, $l = \text{const}$, $t = \text{var}$.

- результаты измерений k -ой мобильной измерительной системой во всех точках $l = 1, L$, за определенное время ΔT_i – $X_{kL} = \{x(k, l, t)\}$, где $k = \text{const}$, $l = \text{var}$, $t = \text{const}$.



- результаты измерений k -ой мобильной измерительной системой в заданных точках l , за заданный период времени $t - X_k = \{x(k, l, t)\}$, где $k = \text{const}$, $l = \text{var}$, $t = \text{var}$.

- результаты измерений в заданной точке l , всеми мобильными измерительными системами за заданный период времени $\Delta T_i - X_{lTi} = \{x(k, l, t)\}$, где $k = \text{var}$, $l = \text{const}$, $t = \text{var}$.

Полная база данных – $X_k = \{x(k, l, t)\}$, где $k = \text{var}$, $l = \text{var}$, $t = \text{var}$.

При этом будут анализироваться характеристики [1]:

- математическое ожидание отклонения результатов измерений в заданной точке l на подмножестве X_{kl} :

$$M_{\theta lk} = T^{-1} \times \sum_{\substack{k=\text{const} \\ l=\text{const} \\ t \in \Delta T}} \theta l k t$$

- математическое ожидание отклонения результатов измерений k -ой МИС на подмножестве X_{kL} :

$$M_{\theta lk} = KL^{-1} \times \sum_{\substack{k=\text{const} \\ l \in L \\ t=\text{const}}} \theta l k t$$

- математическое ожидание отклонения результатов измерений в заданных точках l на подмножестве X_k :

$$M_{\theta lk} = LT^{-1} \times \sum_{\substack{k=\text{const} \\ l \in L \\ t \in \Delta T}} \theta l k t$$

- математическое ожидание отклонения результатов измерений в заданной точке l , всеми мобильными измерительными системами за заданный период времени на подмножестве X_{lTi} :

$$M_{\theta lk} = KT^{-1} \times \sum_{\substack{k \in K \\ l=\text{const} \\ t \in \Delta T_i}} \theta l k t$$

Считая, что значения величин дефектов железнодорожного пути являются величинами независимыми, предполагается, что математические ожидания отклонений имеют случайный характер и, в случае незначительных изменений метрологических характеристик измерительного канала, имеют значение близкое к нулю. В случае изменения метрологических характеристик измерительного канала математическое ожидание отклонений результатов измерений на всем участке будет значительно отличаться от нуля.

Таким образом, систематическая составляющая отклонения результатов измерений от опорных значений позволяет регистрировать изменение величины дефекта, или, если ее значение изменяется для всех измерений участка железнодорожного пути, характеризует изменение метрологических характеристик измерительного канала и может быть использовано как поправка для результатов измерений.



Литература

1. Анализ метрологических характеристик средств измерения распределенной мобильной измерительной системы на основе опорной модели объекта / Алексеев В.В., Королев П.Г., Орлова Н.В., Пименов Д.В.// XXII Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. SCM'2020, Санкт-Петербург, 27–29 мая 2020, С. 79–82.
2. Бортовая информационно-измерительная система оценки состояния железнодорожного пути. Метрологическое сопровождение / Алексеев В.В., Боронахин А.М., Королев П.Г., Орлова Н.В.// XXII Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. SCM'2019, Санкт-Петербург, 23–25 мая 2019, С. 21–24.
3. Опорная модель линейного участка железнодорожного полотна / Алексеев В.В., Орлова Н.В., Седунова Е.Н.// XX Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. SCM'2017, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017, С. 256–259.

Е.О. Арискин, А.И. Зотеева, А.В. Никитин, В.В. Солдаткин, И.М. Фазулов

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА БОРТУ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА С УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ И АЭРОМЕТРИЧЕСКИМИ КАНАЛАМИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ)

Известным системам измерения параметров вектора ветра на борту вертолета, построенным на основе неподвижного приемника и аэрометрических измерительных каналов [1] или с аэрометрическими и ионно-меточными измерительными каналами [2, 3] характерны усложнение конструкции приемника, аддитивные и мультипликативные погрешности выделения и преобразования амплитудных информативных сигналов.

На рисунке приведена структурно-функциональная схема бортовой системы измерения параметров вектора ветра на вертолете с ультразвуковыми и аэрометрическими измерительными каналами, при этом ультразвуковые измерительные каналы реализуются с помощью совмещенных пар излучатель-приемник частотно-пакетных ультразвуковых сигналов [4].

Ультразвуковые измерительные каналы системы включают плату 1. На ее внешней поверхности, обтекаемой воздушным потоком горизонтального вектора ветра W_{Γ} , установлены две пары 3 и 4 совмещенных пьезоэлектрических излучателей – приемников I_1-P_1 , $I_1'-P_1'$ и I_2-P_2 , $I_2'-P_2'$. Излучатели 3 I_1 и I_1' , I_2 и I_2' через модуляторы 5 M_1 и M_1' , M_2 и M_2' подключены к генератору 2 (G) синусоидальных колебаний высокой частоты (10 МГц). Совмещенные пьезоэлектрические пары излучатель – приемник I_1-P_1 , $I_1'-P_1'$ и I_2-P_2 , $I_2'-P_2'$ установлены под углом Θ_0 к оси симметрии



приемной платы, относительно которой по часовой стрелке отсчитываются положительные значения угла направления ψ вектора ветра W_r . При этом, измеряемая скорость W_r ветра в ультразвуковых измерительных каналах $И_1-П_1$ и $И_2-П_2$ направлены в сторону распространения ультразвуковых колебаний, а в ультразвуковых измерительных каналах $И_1'-П_1'$ и $И_2'-П_2'$ – действует в сторону, противоположную направлению распространения ультразвуковых колебаний. Воспринимаемые пьезоэлектрическими приемниками $П_1, П_1'$ и $П_2, П_2'$ ультразвуковые колебания с частотами f_1, f_1' и f_2, f_2' усиливаются усилителями $У_1, У_1'$ и $У_2, У_2'$ и выделяются детекторами $Д_1, Д_1'$ и $Д_2, Д_2'$.

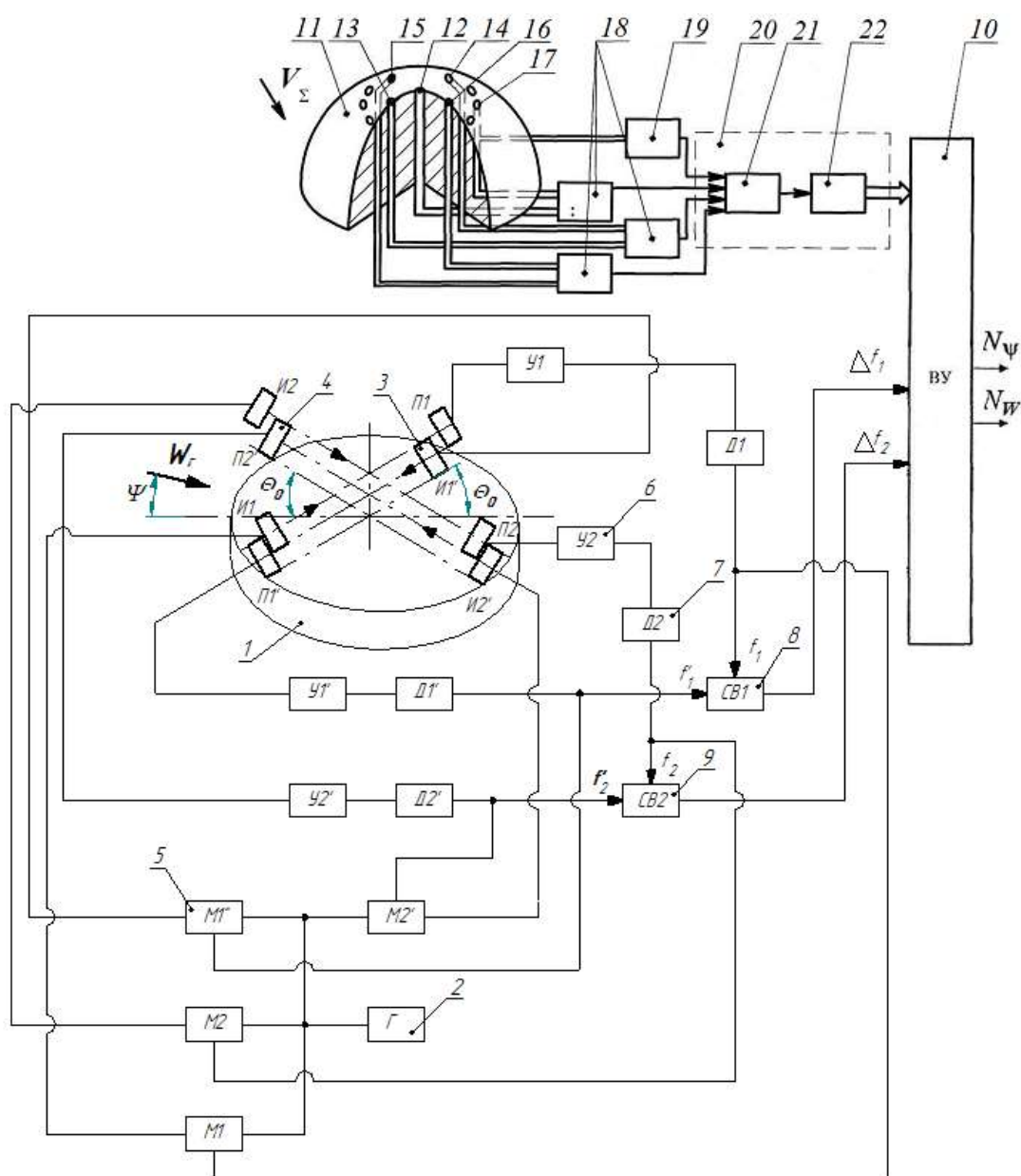


Рис. 1. Структурно-функциональная схема системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета с ультразвуковыми и аэрометрическими измерительными каналами



Частоты ультразвуковых колебаний f_1 и f_1' , выделяемые детекторами D_1 и D_1' поступают на вход схемы вычитания 8 CB_1 , на выходе которой формируется разность $\Delta f_1 = f_1 - f_1'$. Частоты f_2 и f_2' , выделяемые детекторами D_2 и D_2' , поступают на вход схемы вычитания 9 CB_2 , на выходе которой формируется разность $\Delta f_2 = f_2 - f_2'$. Разности частот Δf_1 и Δf_2 являются информативными сигналами ультразвуковых измерительных каналов, по которым по рассматриваемым ниже алгоритмам в вычислителе 10 определяются скорость W_Γ и угол направления ψ вектора ветра W_Γ .

Для измерения параметров вектора ветра на стоянке при вращении несущего винта, на стартовых и взлетно-посадочных режимах вертолета над платой 1 ультразвуковых измерительных каналов устанавливается неподвижный полусферический приемник 11, на поверхности которого расположены: отверстия 12-17 для забора давлений, определяющих скорость V_Σ и углы направления φ_1 и φ_2 вектора скорости V_Σ результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта. Воспринимаемые давления через пневмоэлектрические преобразователи 18, 19 абсолютного давления и перепадов давлений, элементы 21, 22 аналого-цифрового преобразователя 20 аэрометрических измерительных каналов поступают на вход вычислительного устройства ВУ рассматриваемой системы измерения параметров вектора ветра. Следует отметить, что аэрометрические измерительные каналы рассматриваемой системы аналогичны бортовой системы измерения параметров вектора ветра на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [2].

Применительно к совмещенной паре излучатель – приемник I_1 – P_1 , I_1' – P_1' при измерении скорости W и угла направления ψ горизонтального вектора ветра W_Γ время прохождения звуковых колебаний от излучателя до приемника будут определяться соотношениями:

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{L}{a + W \cos(\Theta_0 + \Psi)}; & t_1' &= \frac{L}{a - W \cos(\Theta_0 + \Psi)}; \\ t_2 &= \frac{L}{a + W \cos(\Theta_0 - \Psi)}; & t_2' &= \frac{L}{a - W \cos(\Theta_0 - \Psi)}, \end{aligned} \quad (1)$$

где L – расстояние между излучателями I_1 и I_1' и приемниками P_1 , P_1' ультразвуковых колебаний; a – скорость распространения звука в воздухе.

Как только первые электрические колебания, создаваемые на выходах пьезоэлектрических приемников P_1 , P_1' и P_2 , P_2' , пройдя через усилители U_1 , U_1' и U_2 , U_2' и детекторы D_1 , D_1' и D_2 , D_2' , поступают на модуляторы M_1 и M_1' , M_2 и M_2' , работающие в триггерном режиме. Модуляторы закрывают прохождение колебаний от генератора G к пьезоэлектрическим элементам излучателей I_1 , I_1' и I_2 и I_2' и посылка ультразвуковых колебаний прекратится. Модуляторы M_1 и M_1' , M_2 и M_2' вновь открываются после того как последние ультразвуковые колебания первых пакетов импульсов достигнут пьезоэлектрических элементов приемников P_1 , P_1' и P_2 , P_2' и поступление электрических колебаний к модуляторам прекратится.

В результате между пьезоэлементами пары I_1 – P_1 и I_1' – P_1' и пары I_2 – P_2



и $I_2'-P_2'$ будут проходить пакеты ультразвуковых колебаний с периодами следования $2T_1, 2T_1'$ и $2T_2, 2T_2'$. На входы схемы вычитания 8 CB_1 и схемы вычитания 9 CB_2 будут поступать процессы с частотами f_1, f_1' и f_2, f_2' , определяемых соотношениями

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{a + W \cos(\Theta_0 + \Psi)}{L}; & f_1' &= \frac{a - W \cos(\Theta_0 + \Psi)}{L}; \\ f_2 &= \frac{a + W \cos(\Theta_0 - \Psi)}{L}; & f_2' &= \frac{a - W \cos(\Theta_0 - \Psi)}{L}. \end{aligned} \quad (2)$$

На выходе схем вычитания 8 CB_1 и 9 CB_2 формируются информативные сигналы ультразвуковых измерительных каналов в виде разности частот $\Delta f_1 = f_1 - f_1'$ и $\Delta f_2 = f_2 - f_2'$, определяемые соотношениями вида

$$\Delta f_1 = \frac{2W}{L} \cos(\Theta_0 + \Psi); \quad \Delta f_2 = \frac{2W}{L} \cos(\Theta_0 - \Psi). \quad (3)$$

Тогда аналитическая зависимость для определения скорости W и угла направления ψ вектора ветра в ультразвуковых измерительных каналах будет иметь вид

$$W = \frac{L}{2} \sqrt{\Delta f_1^2 + \Delta f_2^2}, \quad \psi = \arctg \frac{\Delta f_2 - \Delta f_1}{\Delta f_1 + \Delta f_2}. \quad (4)$$

Соотношения (4) определяют алгоритмы обработки информации ультразвуковых измерительных каналов бортовой системы измерения параметров вектора ветра с ультразвуковыми и аэрометрическими измерительными каналами на стоянке до запуска силовой установки.

На других режимах эксплуатации вертолета параметры вектора горизонтального ветра W_H определяются в аэрометрических измерительных каналах в соответствии с алгоритмами, приведенными в [2, 3].

Разработанные принципы построения, структурно-функциональная схема и алгоритмы обработки информации ультразвуковых измерительных каналов позволяют обоснованно проводить проектирование системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета с ультразвуковыми и аэрометрическими измерительными каналами. В сравнении с ионно-меточными измерительными каналами, ультразвуковые измерительные каналы имеют существенно меньшее число каналов с однотипными элементами и малые погрешности выделения и преобразования частотных сигналов, что обеспечивает их конкурентные преимущества.

Литература

1. Никитин, А.В. Система измерения параметров вектора ветра и истинной воздушной скорости / А.В., Никитин, В.М. Солдаткин // Датчики и системы, 2015. – №4. – С. 48-54.
2. Арискин, Е.О. Особенности построения и алгоритмическое обеспечение системы измерения параметров вектора ветра на борту вертолета с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами / Е.О. Арискин, Р.А. Лисин, М.Р. Миннебаев, В.М. Солдаткин // Вестник КГТУ



им. А.Н. Туполева, 2018. – №2. – С. 79-87.

3. Арискин, Е.О. Модели инструментальных погрешностей системы измерения параметров вектора ветра на борту одновинтового вертолета с ионно-меточными и аэрометрическими измерительными каналами / Е.О. Арискин, В.М. Солдаткин // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2019. – Том 75. – №1. – С. 82-88.

4. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества. Изд. 3-е перераб. и доп. / П.В. Кремлевский // Машиностроение, 1975. – 776 с.

О.К. Головнин, С.В. Востокин, А.С. Сабельников

ПРОГРАММНЫЙ СЕРВИС ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МАРШРУТОВ В СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

(Самарский университет)

На данный момент существует достаточно широкий перечень автоматизированных систем в области транспортной логистики, однако всё возрастающие требования к увеличению эффективности плана и маршрутов доставок приводят к тому, что их пользователи сталкиваются с ощутимыми временными задержками при выполнении трудоемких расчетов [1]. Эффективным способом повышения оперативности решения задач транспортной логистики выступают методы параллельных вычислений [2, 3], применяемые для распределенного состояния транспортной системы [4].

Разработан программный сервис для систем транспортной логистики, обеспечивающий реализацию параллельных вычислений на основе подхода, распределяющего информационное пространство в среде геоинформационной системы [5]. Программный сервис реализует трёхзвенную клиент-серверную архитектуру. Серверная часть реализована на языке Java с использованием фреймворка Spring. Для работы серверной части необходимо наличие Java 8+, PostgreSQL 9.8 и расширения PostGIS 3.1.1. Клиентская часть реализована на языке TypeScript с помощью фреймворка Angular и библиотеки Leaflet. Для клиентской части необходимо наличие браузера Google Chrome и подключения к сети Интернет. В качестве среды разработки использовалась IntelliJ Idea 2022.

Разработанный сервис позволяет строить кратчайшие оптимизированные маршруты с учётом критериев загруженности и вида транспорта, а также с учетом различий в пунктах отправления для каждого заказа. При этом обеспечивается работа с несколькими заказами одновременно, для чего реализуется алгоритм разбиения заказов на слои электронной карты по задаваемым критериям.

В процессе разработки программного сервиса построена диаграмма вариантов использования (рисунок 1). Подраздел работы с исходными данными позволяет добавлять и удалять стартовые точки, заказы, указывать параметры построения маршрутов. Для добавления заказа необходимо указать адрес или



координаты заказа, код добавленной стартовой точки, тип заказа. Указание типа заказа позволит разбить слои по дополнительному критерию. Подраздел работы с параметрами маршрута даёт возможность указать параметры учёта пробок при построении маршрута, тип транспорта, а также параметр оптимизации маршрутов. Для выбора доступны следующие типы транспорта:

- пеший (с использованием общественного транспорта, без него);
- мобильный (самокаты, велосипеды);
- автомобильный (по видам транспортных средств).

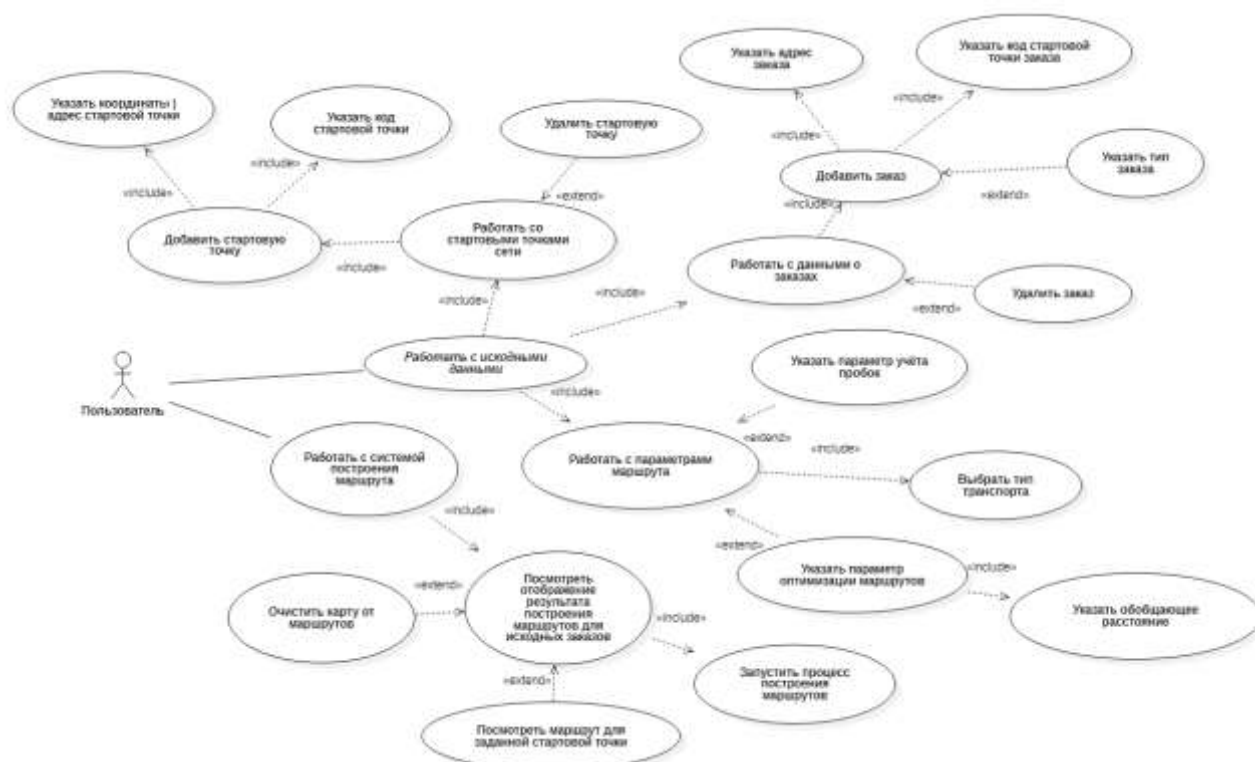


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования сервиса

Подраздел работы с подсистемой построения маршрутов даёт возможность запускать алгоритм маршрутизации для заданных списков заказов и параметров маршрута, отображать результат работы на карте (рисунок 2).

В процессе разработки программного сервиса исследована эффективность обработки списка заказов, разбитого на слои по разным критериям (рисунок 3). На вход алгоритма подавался список из 450 заказов и граф транспортной сети. Таким образом, определено, что разбиение заказов по стартовой точке с предвычислением стоимости маршрута для заданной точки с использованием параллельного алгоритма существенно ускоряет построение маршрутов для списка заказов.

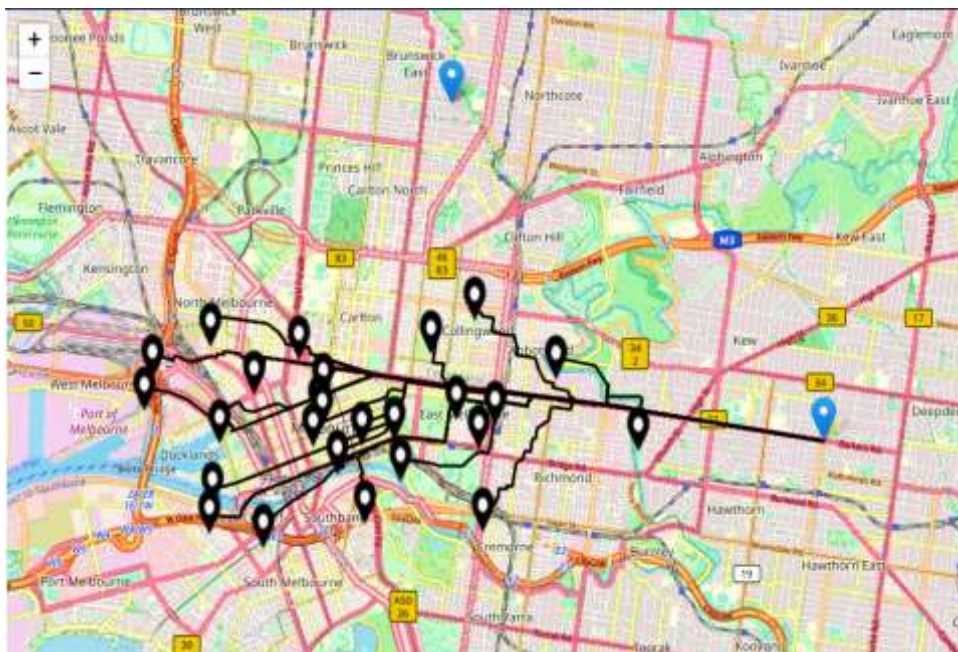


Рис. 2. Отображение маршрутов для заданной стартовой точки

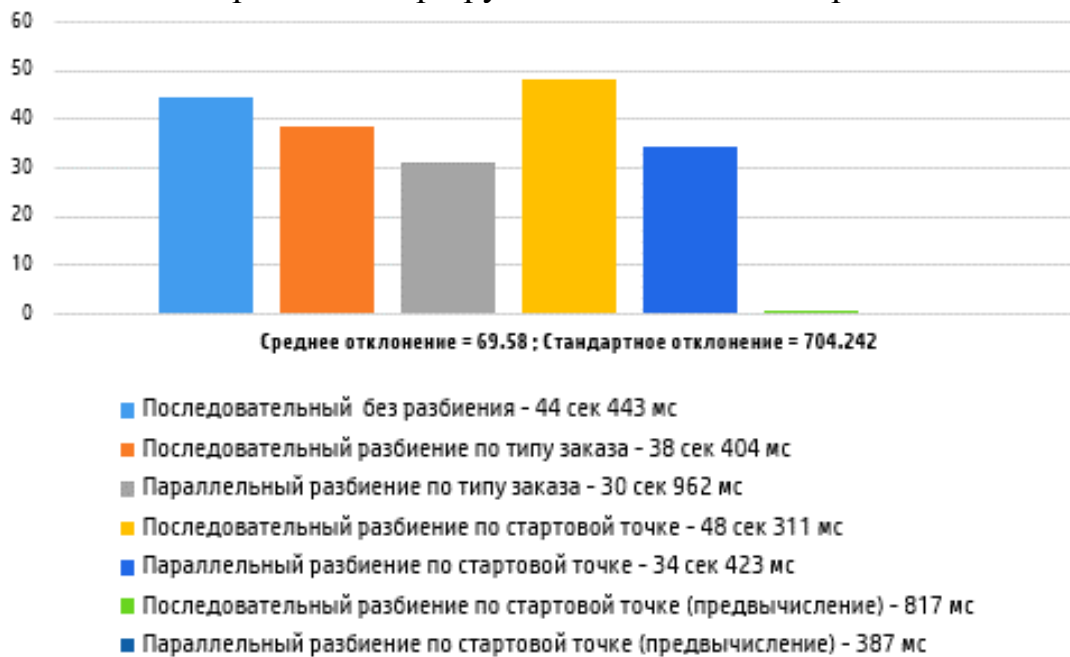


Рис. 3. Время работы алгоритма маршрутизации
для различных вариантов разбиения заказов

Ожидается, что разработанный программный сервис за счет реализации техники параллельных вычислений позволит на практике эффективно решать задачи построения маршрутов для нескольких заказов с началом маршрута в разных стартовых точках с учётом нескольких параметров маршрута в системах транспортной логистики.

Литература

1. Скалозуб, В.В. Реализация динамических, конкурентных и нечетких моделей планирования многопродуктовых потоков в транспортных сетях /



В.В. Скалзуб, Л.А. Паник // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. – 2018. – № 3(75). – С. 113-127.

2. Использование параллельных вычислений в интеллектуальной системе управления транспортными сетями / А.С. Мое [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – №. 2.

3. Масленников, С.А. Реализация параллельных вычислений в распределенной транспортной сети / С.А. Масленников, А.В. Иващенко // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2021. – Т. 1. С. 228-230.

4. Шайтура, С.В. Распределенное управление в транспортной сети / С.В. Шайтура // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – Т. 1. – № 3. – С. 25-34.

5. Головнин, О.К. Геоинформационная модель для распределения состояния информационного пространства сложноорганизованной транспортно-логистической системы / О.К. Головнин // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы конф. – Рязань: РГРТУ, 2021. –С. 215-216.

О.К. Головнин, Н.А. Кононенко

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

(Самарский университет)

Одним из самых популярных способов коммерческой перевозки грузов на настоящее время является грузовой автотранспорт, который может успешно отслеживаться в пространстве на основе материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Поскольку залогом успешности любого бизнеса является анализ и оценка информации о деятельности конкурентов, то данные ДЗЗ могут быть использованы для проведения конкурентной разведки в области грузоперевозок [1,2].

В работе предложена разрабатываемая автоматизированная система мониторинга грузоперевозок, предназначенная для осуществления бизнес-разведки по данным ДЗЗ. Система реализуется как веб-приложение. Система использует подход к распознаванию автотранспорта на основе свёрточной нейронной сети. В разрабатываемой системе учитываются следующие бизнес-процессы:

- бизнес-разведка доставки грузов конкурирующими предприятиями;
- отслеживание собственных грузоперевозок с помощью данных ДЗЗ;
- планирование собственных грузоперевозок на основе анализа данных, полученных о собственных и конкурирующих перевозках (частота, объем, маршрут и др.).



Разработанная диаграмма вариантов использования системы представлена на рисунке.

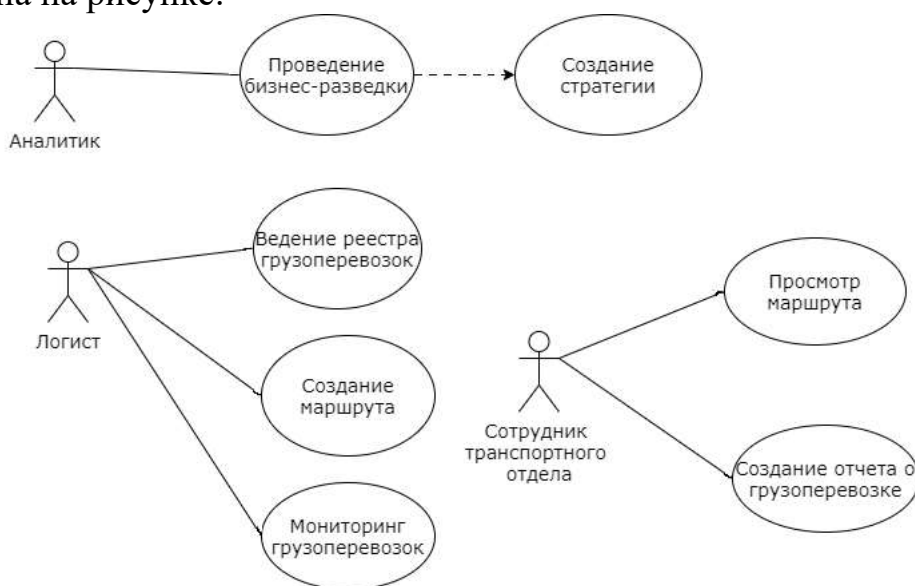


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

Основными акторами системы являются аналитик, логист и сотрудник транспортного отдела. Аналитик проводит бизнес-разведку на основе данных ДЗЗ; на основе полученных данных аналитиком составляется стратегия по развитию предприятия. Логист осуществляет ведение реестра грузоперевозок, осуществляет мониторинг автотранспорта и актуализацию маршрутов перевозок. Сотрудник транспортного отдела изучает схему маршрутов перевозок на электронной карте и формирует отчетность об осуществлённых грузоперевозках.

В системе на основе снимков ДЗЗ локализуются транспортные средства, то есть решается задача распознавания объектов (транспортных средств), которые затем классифицируются для отнесения к тому или иному типу транспортного средства и грузоперевозчику. Для решения задачи распознавания и классификации реализуется совместное применение кластерного и контурного подходов с последующей обработкой с помощью свёрточной нейронной сети [3, 4].

Определены следующие границы использования системы:

1. Система использует только данные ДЗЗ, полученные легальным путём, и электронные карты, находящиеся в открытом доступе.
2. Система предлагает варианты осуществления доставок и маршрутную схему, выбор стратегии остается за сотрудниками аналитического и логистического отделов.

Ожидается, что использование разрабатываемой системы позволит повысить эффективность процессов проведения конкурентной разведки и мониторинга грузового автотранспорта в логистических организациях.



Литература

1. Горшкова, С.А. Бизнес-разведка как составляющая обеспечения экономической безопасности бизнеса / С.А. Горшкова. – М. Сборники конференций НИЦ Социосфера, 2020. – С. 135-138.
2. Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2013. – 592 с.
3. Кононенко, Н.А. Методы и средства распознавания визуально неразличимых объектов на спутниковых снимках / Н.А. Кононенко // Новые информационные технологии в научных исследованиях: тезисы докладов конф. – Рязань: РГРТУ, 2021. – С. 294-295.
4. Метод синтеза тематического слоя объектов транспортной сети на основе материалов космической съемки / Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Информационные технологии. – 2017. – Т. 23. – № 11. – С. 808-816.

А.Е. Горбунов, Б.И. Мифтахов, В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин

ПОСТРОЕНИЕ И ОЦЕНКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОЛЁТА С НЕВЫСТУПАЮЩИМ ПРИЕМНИКОМ ПОТОКА

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ)

Для управления и обеспечения безопасности полета самолета в неспокойной атмосфере необходима информация о величине и составляющих вектора истинной воздушной скорости, аэродинамических углах атаки и скольжения, барометрической высоте и вертикальной скорости, о числе Маха и других воздушных сигналах, определяющих аэродинамические характеристики и динамику движения самолета относительно окружающей воздушной среды [1].

Измерение воздушных сигналов самолета осуществляется бортовыми средствами, которые реализуют аэрометрический (аэродинамический) и флюгерный методы с помощью вынесенных в набегающий воздушный поток приемников воздушных давлений, флюгерных датчиков аэродинамических углов, приемников температуры торможения набегающего потока, распределенных по фюзеляжу самолета [2, 3]. При этом, вынесенные за обшивку фюзеляжа датчики и приемники первичной информации нарушают аэродинамику самолета, особенно при маневрировании, увеличивают заметность движения самолета, являются причиной погрешностей, зависящих от параметров движения и окружающей среды [4, 5].

Значительные конкурентные преимущества обеспечиваются при построении системы воздушных сигналов самолета с одним (интегрированным) неподвижным невыступающим приемником набегающего воздушного потока, построенной на

основе ионно-меточного датчика, вписанного в контур фюзеляжа [6].

На рисунке приведена функциональная схема системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока, построенной на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки [7].

Для обеспечения измерения всех воздушных сигналов самолета предложено [6] на обтекаемой поверхности системы приемных электродов ионно-меточного датчика расположить отверстие-приемник 4 (см рисунок) для забора статического давления P_H набегающего воздушного потока, которое пневмоканалом 5 связано со входом датчика абсолютного давления ДАД, например цифрового, выход которого подключен ко входу вычислительного устройства ВУ, обеспечивающего вычисление всех высотно-скоростных параметров самолета, в соответствии с разработанными алгоритмами [5].

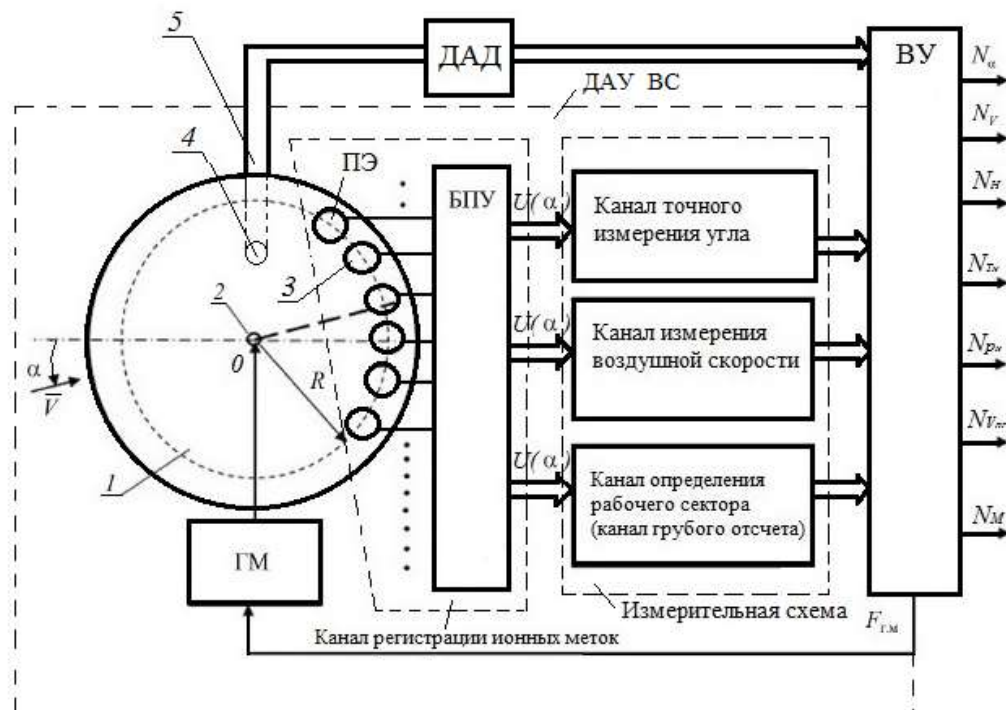


Рис. 1. Функциональная схема системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником набегающего воздушного потока

Одна группа методических погрешностей системы, как и традиционных систем [2, 3], обусловлена аэродинамическими искажениями набегающего воздушного потока в месте установки ионно-меточного датчика.

Из-за возмущений, вносимых движением самолета, давление P_M в месте расположения отверстия-приемника на внешней поверхности ионно-меточного датчика отличается от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока на величину аэродинамического искажения ΔP_a , т.е.

$$P_M = P_H + \Delta P_a = P_H + K_P q, \quad (1)$$

где $K_P = \overline{P_M}$ – безразмерный коэффициент местного статического давления, определяемый при летных испытаниях системы на конкретном типе само-



лета для конкретного места установки ионно-меточного датчика для всех характерных режимов полета.

Поэтому барометрическая высота H_m , определяемая в каналах вихревой системы по давлению P_m в соответствии со стандартной зависимостью в диапазоне высот до 11000 м, будет иметь вид

$$H_m = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_m}{P_0} \right)^{\tau R} \right] = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right] + \left(\frac{T_0}{\tau} \frac{\Delta P_a}{P_0} \right)^{\tau R} = H + \Delta H_a, \quad (2)$$

$$\Delta H_a = \left(\frac{T_0}{\tau} \frac{\Delta P_a}{P_0} \right)^{\tau R} = \left(\frac{T_0}{\tau} \frac{K_P \rho_H V_B^2}{2P_0} \right)^{\tau R},$$

где T_0 и P_0 – абсолютные температура и давление воздуха на высоте $H=0$; τ и R – температурный градиент и газовая постоянная окружающей воздушной среды; $\Delta H_a = H_m - H$ – методическая аэродинамическая погрешность определения барометрической высоты из-за искажения статического давления, воспринимаемого на поверхности ионно-меточного датчика.

Методическая аэродинамическая погрешность $\Delta V_{пр}^{P_m}$ определения приборной скорости в месте установки вихревого датчика будет определяться выражением

$$\Delta V_{пр}^{P_m} = V_{пр}^{P_m} - V_{пр} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{\rho_0 T_0 P_H}{2P_0^2 T_H} (1 + K_P) V_B^2 + 1 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} -$$

$$- \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{\rho_0 T_0}{4P_0^2 T_H} V_B^2 + 1 \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}. \quad (3)$$

Как показали расчеты, значения аэродинамической погрешности $\Delta V_{пр}^{P_m}$ канала приборной скорости, обусловленной отличием местного статического давления P_m от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока при регламентируемом значении $K_P=0,05$ в диапазоне высот от 0 до 11000 м и скорости полета от 50 до 1200 км/ч изменяются от 0,35 м/с (1,26 км/ч) до 9,65 м/с (34 км/ч), т.е. составляет около 2,5...2,8% от величины приборной воздушной скорости. При увеличении (уменьшении) K_P значения методической аэродинамической погрешности $\Delta V_{пр}^{P_m}$ пропорционально увеличивается (уменьшается).

Причиной другой группы методических аэродинамических погрешностей системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока является отличие истинной воздушной скорости невозмущенного набегающего воздушного потока от истинной воздушной скорости, измеренной ионно-меточным датчиком аэродинамического угла в месте его установки на фюзеляже.



Искажения невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа, вносимое движением самолета, приводит к увеличению местной истинной воздушной скорости $V_{ВМ}$ в месте установки ионно-меточного датчика. Это увеличение можно оценить через увеличение скоростного напора $P_{дин}^M = \frac{\rho_H V_{ВМ}^2}{2}$ в месте расположения вихревого датчика, определяемой как $P_{дин}^M = (1 + K_V) P_{дин}$, где $P_{дин}$ – расчетное значение скоростного напора невозмущенного набегающего потока; K_V – безразмерный коэффициент, который зависит от параметров полета и определяется при летных испытаниях для характерных режимов полета самолета. Тогда методическую аэродинамическую погрешность ΔV_{Ba} измерения истинной воздушной скорости в месте установки ионно-меточного датчика можно оценить выражением

$$\Delta V_{Ba} = \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{(1 + K_V) \rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} - \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}, \quad (4)$$

Как показали расчеты, значения методической аэродинамической погрешности ΔV_{Ba} канала истинной воздушной скорости для значения $K_V=0,05$ в диапазоне высот от 0 до 11000 м при изменении скорости полета от 50 до 1200 км/ч изменяется от 0,34 м/с (1,2 км/ч) до 6,25 м/с (22,5 км/ч), при значении $K_V=0,02$ – изменяется от 0,14 м/с (0,5 км/ч) до 2,53 м/с (9,1 км/ч), при значении $K_V=0,01$ – изменяется от 0,07 м/с (0,25 км/ч) до 1,27 м/с (4,6 км/ч).

Таким образом, искажение невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа в месте установки ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости приводит к дополнительным методическим аэродинамическим погрешностям измерительных каналов системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока, которые необходимо учитывать при тарировке системы.

Литература

1. Макаров, Н.Н. Система обеспечения безопасности функционирования бортового эргатического комплекса: теория, проектирование, применение / Н.Н. Макаров; под ред. доктора техн. наук В.М. Солдаткина. – М.: Машиностроение / Машиностроение-Полет, 2009. – 760 с.
2. Боднер, В.А. Приборы первичной информации / В.А. Боднер. – М.: Машиностроение, 1981. – 344 с.
3. Браславский, Д.А. Приборы и датчики летательных аппаратов / Д.А. Браславский. – М.: Машиностроение, 1974. – 392 с.
4. Солдаткин, В.М. Методы и средства измерения аэродинамических уг-



лов летательного аппарата / В.М. Солдаткин. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. – 448 с.

5. Ключев, Г.И. Измерители аэродинамических параметров летательных аппаратов: Учебное пособие / Г.И. Ключев, Н.Н. Макаров, В.М. Солдаткин, И.П. Ефимов. – Ульяновск: Изд-во Ульяновск. гос. техн. ун-та, 2005. – 509 с.

6. Солдаткин, В.М. Теоретические основы построения системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока / В.М. Солдаткин, В.В. Солдаткин, Д.Л. Крылов // Мехатроника, автоматизация, управление, 2017. – Том 18. – №7. – С. 495-502.

7. Ганеев, Ф.А. Ионно-меточный датчик аэродинамического угла и воздушной скорости с логометрическими информативными сигналами и интерполяционной схемой обработки / Ф.А. Ганеев, В.М. Солдаткин // Известия вузов. Авиационная техника, 2010. – №3. – С.46-50.

В.Д. Демина, О.В. Ермилина

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

(Пензенский государственный университет)

Светофорная сигнализация является одним из основных управляющих элементов дорожного движения. Для эффективности регулирования транспортного потока необходимо перенастроить режимы работы светофорной сигнализации в зависимости от характера движения транспортного потока.

Предложим модель движения транспорта на перекрестке. Пусть на перекрестке (рисунок 1) есть два направления: 1-4 и 2-3, которые разделены на два противоположных потока. Все четыре потока могут двигаться в различных направлениях без разворота (направо, налево, прямо).

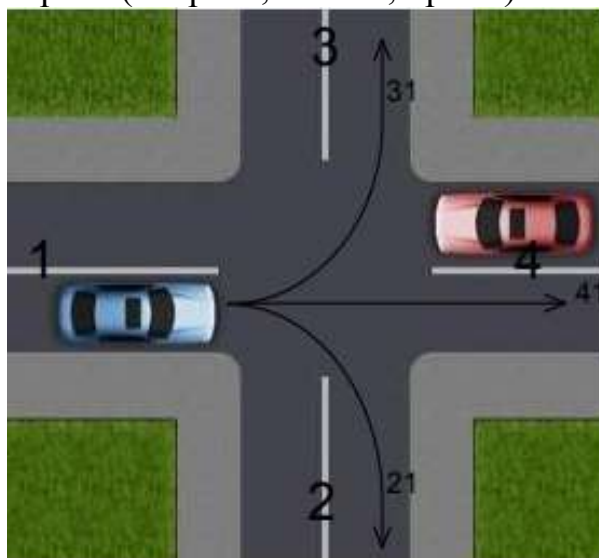
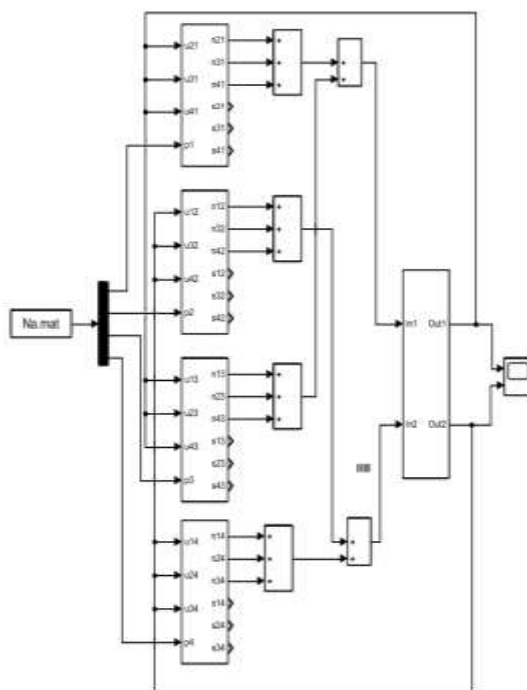


Рис. 1. Схема перекрестка с направлениями движений



Были зарегистрированы интенсивности входящих транспортных потоков. На основе длины очереди будем рассчитывать разрешающий сигнал с помощью построенной Simulink-модели перекрестка по двум направлениям (рисунок 2). Если на одном из направлений число ожидающих машин превышает их количество на другом, то будем давать разрешающий сигнал на движение. При выходе из каждого из блоков учитывается количество транспортных средств в очереди и количество транспортных средств на выходе из перекрестка.



u_{ij} – разрешающие сигналы на направлениях;

p_i – плотности входных потоков;

n_{ij} – количество транспортных средств по направлениям;

s_{ij} – плотности выходных транспортных потоков по направлениям.

Рис. 2. Simulink-модель рассматриваемого перекрестка

На рисунке 3 представлены рассчитанные управляющие воздействия светофорной сигнализации, по конфликтным направлениям, которые имеют свою периодичность.

На рисунке 4 изображено изменение интенсивности скопления транспортных средств на перекрестке по конфликтным направлениям. Периодичность разрешающего сигнала ведет к периодичности выходного транспортного потока при данных интенсивностях транспортных средств.

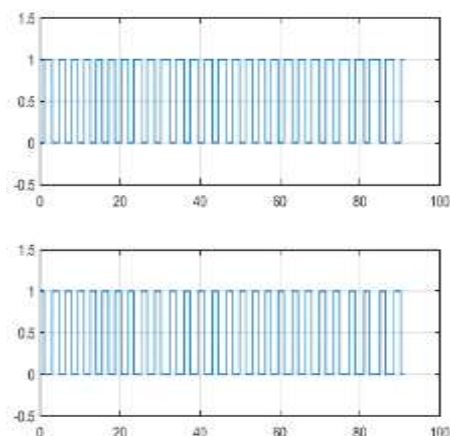


Рис. 3. Воздействие СС по конфликтным направлениям

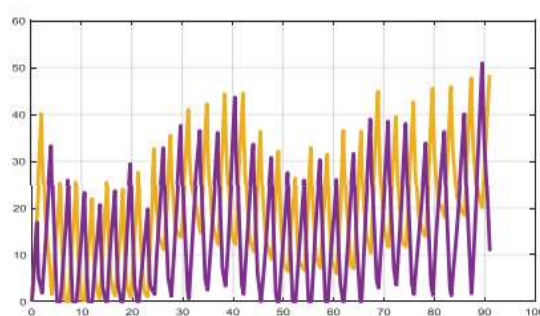


Рис. 4. Количество транспортных средств на перекрестке

Средняя длина очереди по одному направлению за 15 циклов светофора составила 15,375, по другому конфликтному направлению: 14,1324.

Рассмотрим систему управления транспортными потоками с использованием нечеткого регулятора, управление транспортными потоками на перекрестке по длине очереди по каждому направлению. Поэтому следует выделить базу лингвистических переменных, состоящих из разницы длин очередей по конфликтным направлениям и из выходных сигналов светофора по каждому направлению. Предлагается использовать алгоритм на базе функции принадлежности.

База правил формировалась, исходя из разницы длин очередей по конфликтному направлению. На рисунке 5 представлено переключение светофорной сигнализации по конфликтным направлениям. На рисунке 6 представлен график изменения длин очереди транспортных потоков по двум конфликтным направлениям.

Средняя длина очереди по одному направлению составила 9,8965, по другому конфликтному направлению - 9,0894.

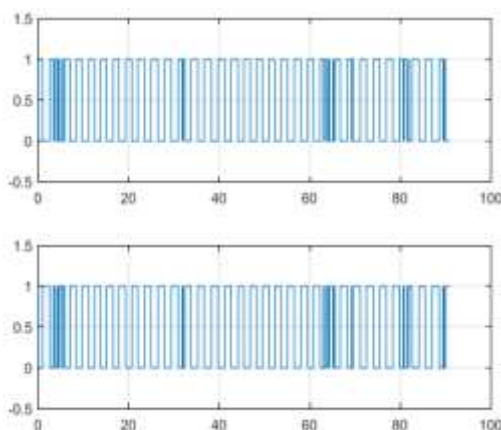


Рис. 5. Переключение сигнала на перекрестке

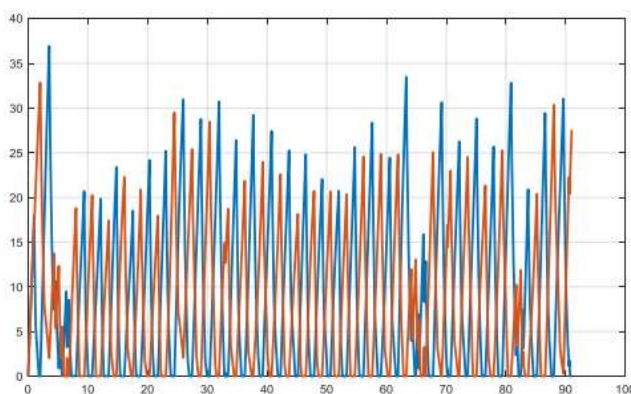


Рис. 6. Длина очереди по двум конфликтным направлениям

Пользуясь такой моделью перекрестка, представленной в проекте, появляется возможность отслеживать наиболее эффективный период работы системы по длине очереди. Принцип оптимизации основан на минимизации длины очереди транспортных потоков, что позволяет наиболее эффективно использовать транспортное полотно, избегая нежелательных заторовых ситуаций. На разработанной модели перекрестка представлена система с нечетким регулированием сигналов светофора. Оценивается среднее время простоя с фиксированным циклом светофора и с нечетким регулятором. С использованием нечеткого регулятора средняя очередь на перекрестке уменьшилась на 11 %.

Литература

1. Клиновштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения. 5 изд. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
2. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. М.: Мир, 1966. 280 с.
3. Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. М.: Наука, 1977. 408 с.
4. Гаврилов А. А. Моделирование дорожного движения. М.: Транспорт, 1980. 190 с.



5. Тихонов, В.И. Случайные процессы. Примеры и задачи. Т. 1 – Случайные величины и процессы: учеб. Пособие для вузов / В.И. Тихонов, Б.И. Шахтарин, В.В. Сизых. – М.: «Радио и связь», 2003. – 400 с.

6. . Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные сиситемы: учеб. Пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.

Е.С. Ефремова, К.В. Солдаткина

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВИХРЕВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ДОЗВУКОВОГО САМОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ)

Традиционные средства измерения воздушных сигналов построены на основе нескольких датчиков и приемников первичной информации, распределённых по поверхности фюзеляжа (флюгерные датчики углов атаки и скольжения, приемники воздушных давлений и температуры наружного воздуха), вынесенных в набегающий воздушный поток. При этом восприятие, выделение, преобразование и обработка амплитудных первичных информативных сигналов в виде углов поворота флюгера, абсолютных давлений, перепадов давлений, электрического сопротивления и других неизбежно приводит к аддитивным и мультипликативным погрешностям, зависящих от параметров набегающего воздушного потока и атмосферы [1, 2].

Значительно меньшие потери информации при выделении, преобразовании и обработке частотно-временных первичных информативных сигналов, их восприятие с помощью одного многофункционального приемника, а также естественная возможность получения выходных сигналов непосредственно в цифровой форме определяют перспективность вихревой системы воздушных сигналов [3, 4], построенной на основе оригинального вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [4].

При исследовании точности измерения высотно скоростных параметров в каналах вихревой системы воздушных сигналов самолета особый интерес представляют методические погрешности, связанные с особенностями восприятия первичной информации вихревым датчиком и новыми алгоритмами вычисления воздушных сигналов.

Одна группа методических погрешностей вихревой системы, как и традиционных систем [1, 2], обусловлена аэродинамическими искажениями набегающего воздушного потока в месте установки вихревого датчика.

Из-за возмущений, вносимых движением самолета, давление P_m в месте расположения отверстия-приемника на скользящей поверхности струевыпрямителя вихревого датчика отличается от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока на величину аэродинамического искажения ΔP_a , т.е.



$$P_m = P_H + \Delta P_a = P_H + K_P q, \quad (2)$$

где $K_P = \overline{P_m}$ – безразмерный коэффициент местного статического давления, определяемый при летных испытаниях системы на конкретном типе самолета для конкретного места установки вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости, для всех характерных режимов полета.

Поэтому барометрическая высота H_m , определяемая в каналах вихревой системы по давлению P_m в соответствии со стандартной зависимостью в диапазоне высот до 11000 м, будет иметь вид

$$H_m = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_m}{P_0} \right)^{\tau R} \right] = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right] + \left(\frac{T_0}{\tau} \frac{\Delta P_a}{P_0} \right)^{\tau R} = H + \Delta H_a, \quad (3)$$

$$\Delta H_a = \left(\frac{T_0}{\tau} \frac{\Delta P_a}{P_0} \right)^{\tau R} = \left(\frac{T_0}{\tau} \frac{K_P \rho_H V_B^2}{2 P_0} \right)^{\tau R},$$

где $T_0 = 288,15$ К и $P_0 = 101325$ Па – абсолютные температура и давление воздуха на высоте $H=0$; $\tau = 0,0065$ К/м и $R = 29,27$ м/К – температурный градиент и газовая постоянная окружающей воздушной среды; $\Delta H_a = H_m - H$ – методическая аэродинамическая погрешность определения барометрической высоты из-за искажения статического давления, воспринимаемого на скользящей поверхности струевыпрямителя вихревого датчика.

Как показали расчеты, при изменении коэффициента местного статического давления от $K_P = 0,05$ до $K_P = 0,2$ методическая аэродинамическая погрешность ΔH_a канала барометрической высоты в диапазоне высот от 0 до 11000 м и дозвуковых скоростей полета изменяется от $\Delta H_{a \min} = 0,75 \dots 2,5$ м, до $\Delta H_{a \max} = 4 \dots 5,2$ м.

Отклонение местного статического давления P_m , воспринимаемого на скользящей поверхности струевыпрямителя вихревого датчика, от статического давления P_H невозмущенного набегающего потока является причиной и методической аэродинамической погрешности канала приборной скорости вихревой системы воздушных сигналов.

Методическая аэродинамическая погрешность $\Delta V_{пр}^{P_m}$ определения приборной скорости в месте установки вихревого датчика будет определяться выражением

$$\Delta V_{пр}^{P_m} = V_{пр}^{P_m} - V_{пр} = \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{\rho_0 T_0 P_H}{2 P_0^2 T_H} (1 + K_P) V_B^2 + 1 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} - \sqrt{2gRT_0 \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(\frac{\rho_0 T_0}{4 P_0^2 T_H} V_B^2 + 1 \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}. \quad (4)$$

Как показали расчеты, значения аэродинамической погрешности $\Delta V_{пр}^{P_m}$



канала приборной скорости, обусловленной отличием местного статического давления P_m от статического давления P_H невозмущенного набегающего воздушного потока при регламентируемом значении $K_p=0,05$ в диапазоне высот от 0 до 11000 м и скорости полета от 50 до 1200 км/ч изменяются от 0,35 м/с (1,26 км/ч) до 9,65 м/с (34 км/ч), т.е. составляет около 2,5...2,8% от величины приборной воздушной скорости. При увеличении (уменьшении) K_p значения методической аэродинамической погрешности $\Delta V_{пр}^{P_m}$ пропорционально увеличивается (уменьшается).

Искажения невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа, вносимое движением самолета, приводит к увеличению местной истинной воздушной скорости V_{B_m} в месте установки вихревого датчика. Это увеличение можно оценить через увеличение скоростного напора $P_{дин}^m = \frac{\rho_H V_{B_m}^2}{2}$ в месте расположения вихревого датчика, определяемой как $P_{дин}^m = (1 + K_V) P_{дин}$, где $P_{дин}$ – расчетное значение скоростного напора невозмущенного набегающего потока; K_V – безразмерный коэффициент, который зависит от параметров полета и определяется при летных испытаниях для характерных режимов полета самолета. Тогда методическую аэродинамическую погрешность ΔV_{Ba} измерения истинной воздушной скорости в месте установки вихревого датчика можно оценить выражением

$$\Delta V_{Ba} = \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{(1 + K_V) \rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} - \sqrt{2gRT_H \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}. \quad (5)$$

Как показали расчеты, значения методической аэродинамической погрешности ΔV_{Ba} канала истинной воздушной скорости для значения $K_V=0,05$ в диапазоне высот от 0 до 11000 м при изменении скорости полета от 50 до 1200 км/ч изменяется от 0,34 м/с (1,2 км/ч) до 6,25 м/с (22,5 км/ч), при значении $K_V=0,02$ – изменяется от 0,14 м/с (0,5 км/ч) до 2,53 м/с (9,1 км/ч), при значении $K_V=0,01$ – изменяется от 0,07 м/с (0,25 км/ч) до 1,27 м/с (4,6 км/ч).

Методические аэродинамические погрешности определения приборной скорости и числа Маха будут равны



$$\Delta V_{\text{пра}} = \sqrt{2gRT_0 \frac{k}{k-1} \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_0 P_H}{2P_0^2 T_H} (1 + K_V) V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} - \sqrt{2gRT_0 \frac{k}{k-1} \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_0 P_H}{2P_0^2 T_H} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}; \quad (6)$$

$$\Delta M_a = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} (1 + K_V) V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]} - \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[\left(1 + \frac{\rho_0 T_0}{2P_0 T_H} V_B^2 \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}, \quad (7)$$

где $\Delta V_{\text{пра}} = V_{\text{пр м}} - V_{\text{пр}}$ и $\Delta M_a = M_{\text{м}} - M$ – методические аэродинамические погрешности определения приборной скорости и числа Маха по информации вихревого датчика, установленного на фюзеляже самолета.

Как показывают расчеты, методическая аэродинамическая погрешность $\Delta V_{\text{пра}}$ канала приборной скорости зависит от высоты и скорости полета. При $K_V = 0,01$, $H = 0$ и $V_B = 50$ км/ч $\Delta V_{\text{пра}} = 0,07$ м/с (0,252 км/ч), при $V_B = 1200$ км/ч $\Delta V_{\text{пра}} = 1,27$ м/с (4,6 км/ч). При $K_V = 0,01$, $H = 11000$ м и $V_B = 50$ км/ч – $\Delta V_{\text{пра}} = 0,1$ м/с (0,36 км/ч), при $V_B = 1200$ км/ч – $\Delta V_{\text{пра}} = 1,41$ м/с (5,1 км/ч). При $K_V = 0,02$ и $K_V = 0,05$ в исследуемом диапазоне высот и скоростей погрешности $\Delta V_{\text{пра}}$ пропорционально увеличиваются.

Значения методической аэродинамической погрешности ΔM_a канала числа Маха, обусловленной отличием местной истинной воздушной скорости $V_{\text{В м}}$ в месте расположения вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости от истинной воздушной скорости V_B невозмущенного набегающего потока не зависит от высоты полета и при $K_V = 0,01$ изменяется от $\Delta M_a = 0$ при $V_B = 50$ км/ч до $\Delta M_a = 0,004$ при $V_B = 1200$ м/ч. При $K_V = 0,02$ методическая аэродинамическая погрешность ΔM_a в исследуемом диапазоне скоростей изменяется от $\Delta M_a = 0$ до $\Delta M_a = 0,008$.

Таким образом, искажение невозмущенного воздушного потока вблизи фюзеляжа в месте установки вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости приводит к методическим аэродинамическим погрешностям измерительных каналов вихревой системы воздушных сигналов самолета, которые необходимо учитывать при тарировке, обеспечивая их значения на уровне погрешностей традиционных систем.

Литература

1. Ключев, Г.И. Измерители динамических параметров летательных аппаратов / Г.И. Ключев, Н.Н. Макаров, В.М. Солдаткин, И.П. Ефимов: Учебное пособие. – Ульяновск: Изд-во Ульяновск. гос. техн. ун-т, 2005. – 590 с.
2. Браславский, Д.А. Авиационные приборы и автоматы: учебник для авиационных вузов / Д.А. Браславский, С.С. Лагунов, Д.С. Пельпор. –



М.: Машиностроение, 1978. – 432 с.

3. Ефремова, Е.С. Вихревая система воздушных сигналов летательного аппарата с пространственно распределенным приемником потока / Е.С. Ефремова // Нелинейный мир. – 2017. – №1. – С. 78-84.

4. Пат. 2506596 Российской Федерации, МПК G 01 P 5/20. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А.Н. Туполева-КАИ. – № 2012130110/28; заявл. 16.07.2012; опубл. 24.04.2013, Бюл. № 12.

Е.С. Ефремова, В.С. Солдаткин

ПОСТРОЕНИЕ И РАСЧЕТ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ВИХРЕВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ ДОЗВУКОВОГО САМОЛЕТА

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ)

Современные средства измерения воздушных сигналов реализуют аэрометрический, аэродинамический и флюгерный методы и построены на основе приемников воздушных давлений, приемников температуры торможения и датчиков аэродинамических углов атаки и скольжения, распределенных на фюзеляже и вынесенных в набегающий воздушный поток за пределы пограничного слоя самолета [1, 2]. Это приводит к усложнению и увеличению массы построенной на их основе системы, нарушению аэродинамики самолета, особенно при маневрировании.

Возможность достижения меньших потерь информации при восприятии, выделении, преобразовании, передаче и обработке частотно-временных информативных сигналов, формируемых одним многофункциональным приемником, получения выходных сигналов в цифровой форме определяют перспективность работ по созданию системы воздушных сигналов, построенной на основе вихревого метода [3].

В основу построения вихревой системы измерения воздушных сигналов положен эффект формирования и периодического срыва вихрей с поверхности установленных в набегающем воздушном потоке плохобтекаемых геометрических тел и образования за ними так называемых «вихревых дорожек Кармана» с частотами срыва вихрей, пропорциональных истинной воздушной скорости V набегающего потока и обратно пропорциональных характерному размеру l тела [4].

Основным конструктивным элементом рассматриваемой системы (см. рисунок) является оригинальный вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости [5], который содержит два клиновидных тела 1 , расположенных ортогонально друг к другу своими основаниями встречно набе-

гающему воздушному потоку, вектор скорости $V = -V_B$ которого равен по величине и обратный по знаку вектору V_B истинной воздушной скорости самолета. На тыльных поверхностях клиновидных тел расположены приемники 2 пульсаций давлений, выходы которых подключены к устройствам 3 регистрации частот f_1 и f_2 вихреобразования за клиновидными телами. Выходы устройств 3 регистрации частот вихреобразования подключены ко входу устройства обработки 4.

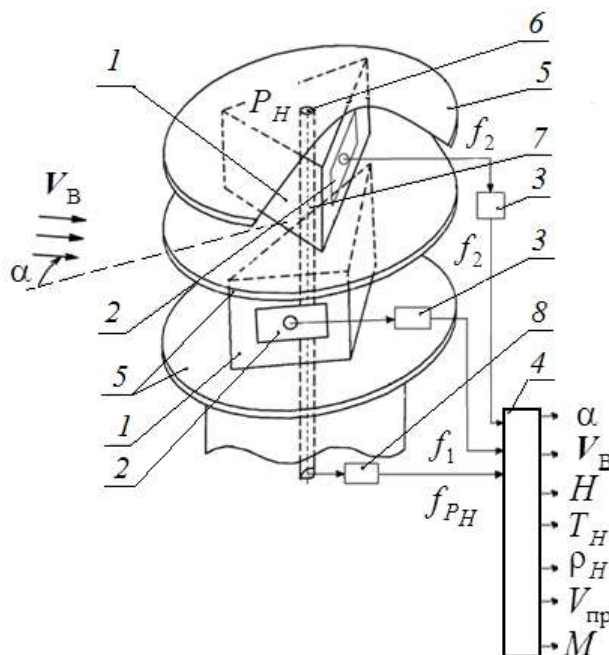


Рис. 1. Конструктивно-функциональная схема вихревой системы
воздушных сигналов летательного аппарата

Для расширения функциональных возможностей вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости и обеспечения измерения других воздушных сигналов, определяющих движение самолета относительно окружающей воздушной среды – барометрической высоты H , температуры T_H наружного воздуха на высоте полета H , плотности воздуха ρ_H на высоте полета H , приборной скорости $V_{пр}$, числа Маха M и других связанных с ними параметров, предложено [6] на верхней или нижней поверхности одного струевыпрямителя 5, например, верхнего, установить отверстие-приемник 6 статического давления P_H 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_H} , пропорциональной статическому давлению P_H набегающего воздушного потока, подключен ко входу устройства обработки 4. Устройство обработки 4 выполнено в виде вычислителя, реализующего разработанные алгоритмы определения всех высотно-скоростных параметров движения самолета относительно окружающей воздушной среды.

При анализе погрешностей измерения воздушных сигналов самолета в измерительных каналах системы на основе вихревого датчика аэродинамиче-



ского угла и истинной воздушной скорости с встроенным приемником статического давления необходимо учитывать методические и инструментальные статистические погрешности, собственные и вынужденные динамические погрешности.

В процессе летных испытаний системы воздушных сигналов проводится уточнение алгоритмов формирования и обработки первичной информации, а, следовательно, и учет систематических составляющих методических статической погрешности измерительных каналов системы [6].

Потенциальная статическая точность канала определения барометрической высоты будет определяться инструментальной погрешностью используемого датчика абсолютного давления. Используя выражение для определения барометрической высоты [1], связь статической погрешности ΔH измерения барометрической высоты H с инструментальной погрешностью ΔP_H используемого датчика абсолютного давления можно оценить соотношением

$$\Delta H = 2396,53 \frac{1}{P_H^{0,807169}} \Delta P_H. \quad (1)$$

Определим значение статической погрешности ΔH канала измерения барометрической высоты при использовании в качестве датчика абсолютного давления отечественный датчик типа ДДЧП [www.aeroprbor.ru]. При допустимой относительной погрешности указанного датчика, равной 0,01%, в диапазоне изменения высот от 0 до 11000 м, при измерении статического давления в диапазоне от 101325 Па до 19399,4 Па инструментальная погрешность измерения барометрической высоты не превышает $\Delta H = \pm 5 \dots 10$ м.

Как показывает анализ [6], инструментальная погрешность вихревого датчика по каналу истинной воздушной скорости не превышает $\Delta V_{\max} = \pm 2,8$ км/ч, по каналу аэродинамического угла – $\Delta \alpha = \pm 0,13^\circ$.

Для оценки инструментальной погрешности ΔT_H определения температуры наружного воздуха можно использовать известное соотношение [1]

$$T_H = T_0 - \tau H. \quad (2)$$

В этом случае инструментальная погрешность ΔT_H определения температуры наружного воздуха однозначно связана с погрешностью ΔH канала барометрической высоты, которая определяется инструментальной погрешностью используемого датчика абсолютного давления.

При использовании отечественного датчика абсолютного давления типа ДДЧП инструментальную погрешность определения температуры наружного воздуха можно оценить как

$$\Delta T_H \leq \tau \Delta H \leq \pm (0,0325 \dots 0,065) \text{ К}. \quad (3)$$

В первом приближении погрешность $\Delta V_{\text{пр}}$ определения приборной скорости в каналах вихревой системы измерения воздушных сигналов можно оценить как

$$\Delta V_{\text{пр}} = \sqrt{\Delta_H} \Delta V_B = \sqrt{\frac{P_H T_0}{P_0 T_H}} \Delta V_B. \quad (4)$$

Подставляя численные значения входящих величин, получим



$$\Delta V_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{288,15 P_H}{101325 T_H}} \Delta V_B = \sqrt{0,284 \cdot 10^{-2} \frac{P_H}{T_H}} \Delta V_B. \quad (5)$$

При максимальном значении погрешности измерения истинной воздушной скорости вихревого датчика $\Delta V_B \leq \pm 2,8$ км/ч (0,8 м/с) на высоте $H=0$ – $\Delta V_{\text{пр}} \leq \pm 0,8$ м/с (2,8 км/ч), на высоте $H=11000$ м $\Delta V_{\text{пр}} \leq \pm 0,24$ м/с (0,86 км/ч).

Для оценки погрешности определения числа Маха воспользуемся соотношением вида [1]

$$M = \frac{V_B}{\sqrt{2gRT_H}}. \quad (6)$$

Тогда инструментальная погрешность ΔM определения числа Маха вихревой системы можно оценить соотношением

$$\Delta M = \frac{\partial M}{\partial V_B} \Delta V_B + \frac{\partial M}{\partial T_H} \Delta T_H = \frac{1}{\sqrt{2gRT_H}} \Delta V_B + \frac{V_B}{2\sqrt{2gRT_H}} \Delta T_H. \quad (7)$$

Подставив численные значения входящих величин, получим

$$\Delta M = \frac{0,04}{\sqrt{T_H}} \Delta V_B + \frac{0,02 V_B}{T_H} \Delta T_H. \quad (8)$$

При расчетных значениях $V_B = 300$ м/с, $\Delta V_B \leq \pm 2,8$ км/ч (0,8 м/с), $\Delta T_H \leq \pm 0,0325 \dots 0,065$ К получим: при $H = 0$ – $\Delta M \leq \pm 0,002$; при $H = 1100$ м – $\Delta M \leq \pm 0,0013$.

Рассмотренная методика позволяет оценить статические погрешности измерительных каналов системы воздушных сигналов дозвукового самолета на основе вихревого датчика аэродинамических углов и истинной воздушной скорости с встроенным приемником статического давления и при других исходных данных.

Литература

1. Боднер, В.А. Приборы первичной информации / В.А. Боднер. – М.: Машиностроение, 1981. – 344 с.
2. Клюев, Г.И. Измерители аэродинамических параметров летательных аппаратов: Учебное пособие / Г.И. Клюев, Н.Н. Макаров, В.М. Солдаткин, И.П. Ефимов / под ред. В.А. Мишина. – Ульяновск: Ул ГТУ, 2005. – 509 с.
3. Киясбейли, А.Ш. Вихревые измерительные приборы / А.Ш. Киясбейли, М.Е. Перельштейн. – М.: Машиностроение, 1972. – 152 с.
4. Пат. 2556760 Российской Федерации, МПК G 01 P 5/00. Вихревой датчик аэродинамического угла и истинной воздушной скорости / Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А.Н. Туполева-КАИ. – № 2014116035/28; заявл. 21.04.2014; опубл. 20.07.2015, Бюл. № 20.
5. Солдаткина, Е.С. Анализ метрологических характеристик вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – №2. – С. 111-117.



6. Харин, Е.Г. Технология летных испытаний бортового оборудования с применением комплекса бортовых траекторных измерений / Е.Г. Харин, И.А. Копылов. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2012. –360 с.

В.А. Малышева, Ю.В. Веселова

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В современном мире предъявляются повышенные требования к качеству предоставляемых услуг, как следствие усложняются логистические процессы. С развитием информационных технологий возникает возможность автоматизации систем управления логистическими потоками. Эффективность логистики определяется синхронностью перемещения материальных, финансовых и сервисных потоков, достоверной оценкой их объема, структуры и качества. Для координации этих потоков и применяются информационные технологии.

ИТ-технологии, минимизирующие человеческий фактор в процессах, могут обеспечить полный контроль над реализацией цепочки поставок в современных условиях. Интернет вещей (IoT), гаджеты, искусственный интеллект (ИИ) – все это позволило создавать полностью автоматизированные логистические маршруты.

Поставщики услуг 3PL занимают лидирующие позиции в области цифровизации логистики и цифровой трансформации цепочек поставок в мире.

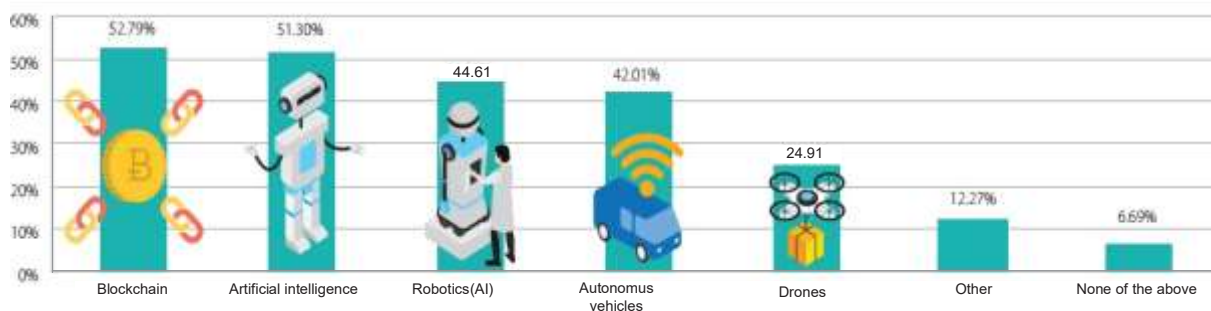


Рис. 1. Цифровые технологии, используемые крупнейшими 3PL-провайдерами

В результате проведенного анализа технологий (см. рисунок 1) были выявлены и систематизированы тенденции общих направлений развития логистики и её цифровизация. [5]

Цифровизация — это процесс внедрения новых технологических решений, которые наряду с другими ресурсами модернизируют процессы в цепочке поставок. Компании получают положительные отзывы от своих клиентов и, как следствие, увеличение продаж. Технологические решения,



основанные на концепции Интернета вещей (IoT), нашли широкое применение в логистике. Интернет вещей — это система взаимосвязанных вычислительных устройств, которая позволяет передавать данные по сети без ручного ввода. Интернет вещей помогает компаниям контролировать запасы, управлять ими и оптимизировать транспортные маршруты.

Цифровизация набирает обороты, и мы можем получать огромное количество данных из различных источников в рамках цепочки поставок. Поэтому сегодня компании часто используют большие данные (крупномасштабный и сложный набор данных) в качестве источника информации для анализа. Это позволяет прогнозировать периоды пиковой нагрузки, нехватку поставок и другие ситуации, что означает принятие более точных стратегических решений, занятие лучших позиций на рынке и значительное превосходство над конкурентами. По данным Совета профессионалов по управлению цепочками поставок, более 90% грузоотправителей и логистических компаний считают чрезвычайно важным принимать решения на основе данных. Анализ больших данных повышает качество и производительность бизнеса за счет прогнозирования спроса, управления запасами, оптимизации маршрутов и эффективного управления персоналом.[4]

Передовые решения, основанные на искусственном интеллекте (ИИ), используются во многих задачах цепочки поставок, особенно в складских операциях. И способствовал трансформации методов работы поставщиков логистических услуг. Это произошло в результате тенденции к автоматизации и постоянному совершенствованию компьютерных технологий. Искусственный интеллект расширит человеческий опыт с помощью систем, которые помогут человеку генерировать новые идеи на основе больших данных и решать сложные проблемы. В логистике ИИ позволяет автоматизировать вспомогательные операции, прогнозирование, управление активами, а также создавать новые модели взаимодействия с клиентами. Роль роботов заключается в том, чтобы помогать работникам выполнять рутинные задачи и тяжелую физическую работу.

Благодаря достижениям в области искусственного интеллекта, а также увеличению инвестиций в разработку датчиков и систем видения, беспилотные летательные аппараты меняют способ сборки, управления и эксплуатации транспортных средств, а также процедуры технического обслуживания. Самоуправляемые автомобили (от грузовиков до роботов-курьеров) также влияют на логистические процедуры, повышая уровень безопасности, эффективности и качества. За последние несколько лет автономный транспорт занял достойное место на складах и складских комплексах. Следующим этапом эволюции станет использование беспилотных транспортных средств в общественных местах, таких как автомагистрали и городские дороги, и это повлечет за собой дальнейшую оптимизацию логистических операций и повышение безопасности.[1]

Сложные, изменчивые рабочие среды - идеальный вариант для внедрения облачных технологий. Они не только позволяют создать ряд новых бизнес-моделей, основанных на принципе представления логистики как вида услуг (Logistics as a Service - LaaS). Облачные технологии также помогают поставщи-



кам логистических услуг активировать или деактивировать отдельные услуги по запросу (с оплатой при использовании). Это позволяет поставщикам услуг расширять свою модель без традиционных затрат на разработку, настройку и обслуживание собственной ИТ-инфраструктуры.

3D-печать, которая относится к технологиям аддитивного производства (AM), – это быстрый процесс создания прототипов. В условиях растущего потребительского спроса на индивидуальные продукты все более актуальными становятся технологии производства с минимальным количеством отходов, а также разработка и распространение узконаправленных категорий и технологий. 3D-печать дает импульс развитию логистической отрасли за счет диверсификации производственных стратегий. Некоторые компании могут отказаться от традиционных производственных процессов и внедрять инновации, а вместо этого сочетать технологию 3D-печати с методами массового производства. Поставщики логистических услуг смогут обслуживать более сложные производственные сети и использовать преимущества сети 3D-принтеров для предоставления новых логистических услуг.

Blockchain и другие технологии распределенного реестра могут значительно снизить сложность глобальных цепочек поставок. Благодаря технологии blockchain, за счет поддержки автоматизации административных и коммерческих процессов, цепочки поставок могут стать более прозрачными для участников. Концепция смарт-контрактов также создаст возможности для развития новых услуг и бизнес-моделей в области логистики.[3]

Внедрение стандартных контейнеров изменило всю мировую грузовую индустрию, значительно повысив производительность и упростив торговлю. Однако необходимость диверсификации объемов контейнеров, а также временные и финансовые ограничения требуют изменения форматов контейнеров и процессов упаковки. Это особенно необходимо в контексте общего использования логистических сетей и развития городской доставки. Новые формы упаковки также необходимы для обработки массы единичных заказов, отправляемых в электронной торговле.

Ужесточение правил и ограничений на ресурсы вынуждают логистические компании искать новые способы снижения энергопотребления. Основной задачей в этом направлении является сокращение выбросов CO₂ транспортными средствами до нуля. К 2025 году требования к экологичности транспортного средства будут только возрастать. Клиенты также могут оказывать давление на транспортные компании, чтобы они следовали "зеленой" дорожной карте. [2]

Таким образом, благодаря внедрению современных цифровых технологий, повышается эффективность управления логистическими системами, в рамках которых происходит тесная интеграция цепей поставок с основными системами складирования, транспортировки и управления товародвижением для выполнения и сквозного мониторинга процесса доставки грузов от отправителей до получателей. А также обеспечивается максимально быстрая адаптация транспортно - логистического предприятия к существующей рыночной обстановке, увеличение прибыли и получение очевидных конкурентных преимуществ.



Литература

1. Иванова, Е. А. Применение информационных технологии на железнодорожном транспорте / Е. А. Иванова, Ю. В. Веселова // Финансовая культура населения как фактор экономического роста : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 28 октября 2020 года. – Уфа: Первая типография, 2020. – С. 190-192.
2. Компетенции "будущего" в условиях цифровой экономики / Н. В. Кожухова, Е. П. Серпухова, Ю. В. Веселова, Д. А. Кожухова // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – Т. 11. – № 7. – С. 1875-1892. – DOI 10.18334/erpp.11.7.112993.
3. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор/В. В. Дыбская, В. И. Сергеев, Н. Н. Лычкина и др. ; под общ. и науч. ред. В. И. Сергеева ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. — 190с.
4. Информационно управленческий портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal-u.ru/>
5. Тенденции развития логистических технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.transmetrics.ai/blog/supply-chain-logistics-technology-trends/>

Т.И. Михеева, Н.М. Клепиков

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ В «ITSGIS»

(Самарский университет, ИнтелТранС)

Описание реализованной программы

В результате выполнения научно-исследовательской работы разработана программа на языке Python в среде разработки Jupyter Notebook с использованием в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS». Данный язык удобен и популярен в использовании, благодаря его синтаксису и большому количеству библиотек. На «ITSGIS», в которую внедрена подпрограмма, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616700.

В разработанном плагине «ITSGIS» на первом этапе использованы библиотеки OpenCV и PIL. Данные библиотеки необходимы для работы с цветовым пространством изображения, с его размером, а также позволяют читать, отображать и записывать изображения. Далее с помощью библиотек для глубокого обучения Keras и Tensorflow создана и обучена модель сверточной нейронной сети. Данные библиотеки, используемые в паре, позволяют работать с построенными моделями глубокого обучения.



Во время разработки программы также использовалась библиотека Numpy, помогающая обрабатывать многомерные массивы и создавать высокоуровневые математические функции.

При помощи библиотеки Pandas происходит обработка текстовых данных, в том числе и обработка названий знаков дорожного движения в таблицах формата .csv.

Библиотека Matplotlib позволяет нам реализовать визуализацию зависимости точности распознавания с увеличением эпох, а также график потерь с увеличением эпох.

Подготовка выборки для нейронной сети

В качестве данных для исследований и разработки использована выборка, состоящая из 51883 изображения знака дорожного движения. Изначально изображения имели различное разрешение, но в процессе предобработки данные приведены к единому размеру 50×50 пикселей.

Выборка состояла из изображений, разделенных на 43 класса в соответствии с наименованием знака дорожного движения.

На данный момент обучение проходит за 50 эпох, но в будущем с увеличением датасета количество эпох будет возрастать до 200.

Следует отметить, что изображения сделаны в различных условиях, то есть при различном скоростном режиме (присутствуют смазанные знаки), в различных погодных условиях и в различное время суток. Примеры изображений из выборки можно увидеть на рисунке 1.



Рис. 1. Пример исходных изображений из общей выборки

Так как изображения дорожных знаков в выборке имеют еще и разные цветовые переходы и получены с различных устройств, необходимо привести их к единому виду. Это важно сделать для того, чтобы увеличить точность алгоритма [1].



Чтобы изменить цветовое пространство каждого изображения в выборке, то есть привести все изображения к единому цветовому пространству, нужно применить метод компьютерного зрения для перевода цветного изображения в изображение в градации серого [2]. Примеры изображений из выборки в градации серого можно увидеть на рисунке 2.



Рис. 2. Пример изображений из общей выборки в градации серого

Таким образом, на вход нейронной сети подается 51883 изображение размером 50×50 пикселей в градации серого.

Распознавание дорожных знаков с использованием сверточной нейросети

Разработана сверточная нейронная сеть, состоящая из 5 сверточных слоев. Кроме сверточных слоев в сверточной сети было использовано 5 слоев пулинга и 2 полносвязных слоя.

Для обучения сверточной нейронной сети было использовано 80% изображений из всей выборки, то есть 41506 изображений. Для контроля и оценки эффективности сверточной нейронной сети были взяты оставшиеся 20% изображений от всей выборки, то есть 10377 изображений [3].

Данные, по которым обучается сверточная нейронная сеть, представляют собой обучающую выборку. Данные, на которых оценивается качество работы нейронной сети, представляют собой тестовую выборку. Тестовую выборку еще также называют контрольной.

Обучение сверточной нейронной сети производилось в течении 50 эпох и заняло несколько часов [4, 5].

После обучения, сеть выдает вероятность того, что изображение относится к каждому из 43 классов. Далее вычисляется максимальная вероятность из



этих трех вероятностей для каждого изображения. В итоге изображение относят к тому классу, вероятность принадлежности к которому выше всего.

Для исследования эффективности работоспособности данного нейросетевого алгоритма была рассчитана такая метрика как средняя точность ранжирования меток (LRAP). Данная метрика вычисляется по следующей формуле:

$$LRAP(y, \hat{f}) = \frac{1}{n_{\text{samples}}} \sum_{i=0}^{n_{\text{samples}}-1} \times \frac{1}{\|y_i\|_0} \sum_{j:y_{ij}=1} \times \frac{|\mathcal{L}_{ij}|}{\text{rank}_{ij}}. \quad (1)$$

Средняя точность ранжирования меток (LRAP) усредняет по выборкам ответ на следующий вопрос: для каждой основной метки истинности, какая доля меток с более высоким рейтингом была истинной? Данная метрика всегда строго больше 0, а идеальное значение равно 1 [6].

Для реализованной сверточной нейронной сети значение средней точности ранжирования меток составило 0,98 или 98%, что достаточно близко по значению к 1.

Кроме метрики также был построен график зависимости величины потерь от номера эпохи (рис. 3). С увеличением числа эпох величина потерь уменьшается, то есть мы можем сделать вывод о том, что обучение идет верно, и что переобучения нет [7].

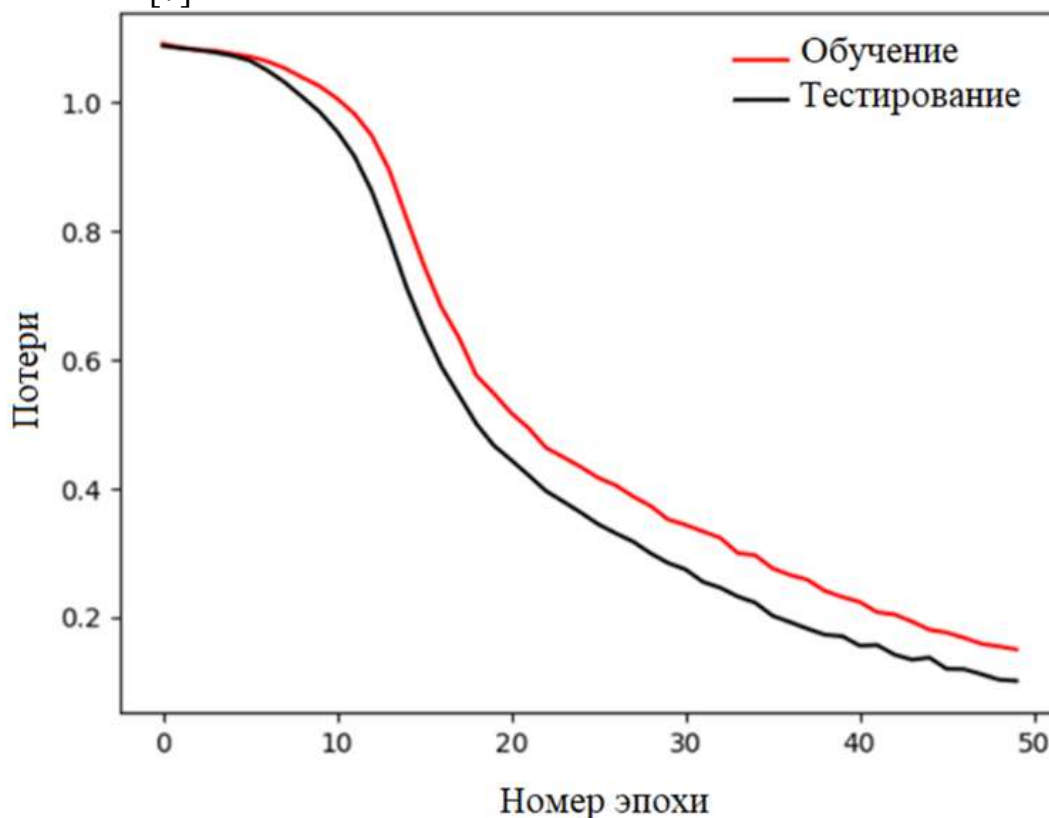


Рис. 3. График зависимости величины потерь от эпохи обучения

Кроме графика потерь также построен график точности в зависимости от эпохи (рис. 4). Точность увеличивается постепенно с увеличением эпохи и показывает отношение верных ответов к сумме всех ответов [8].

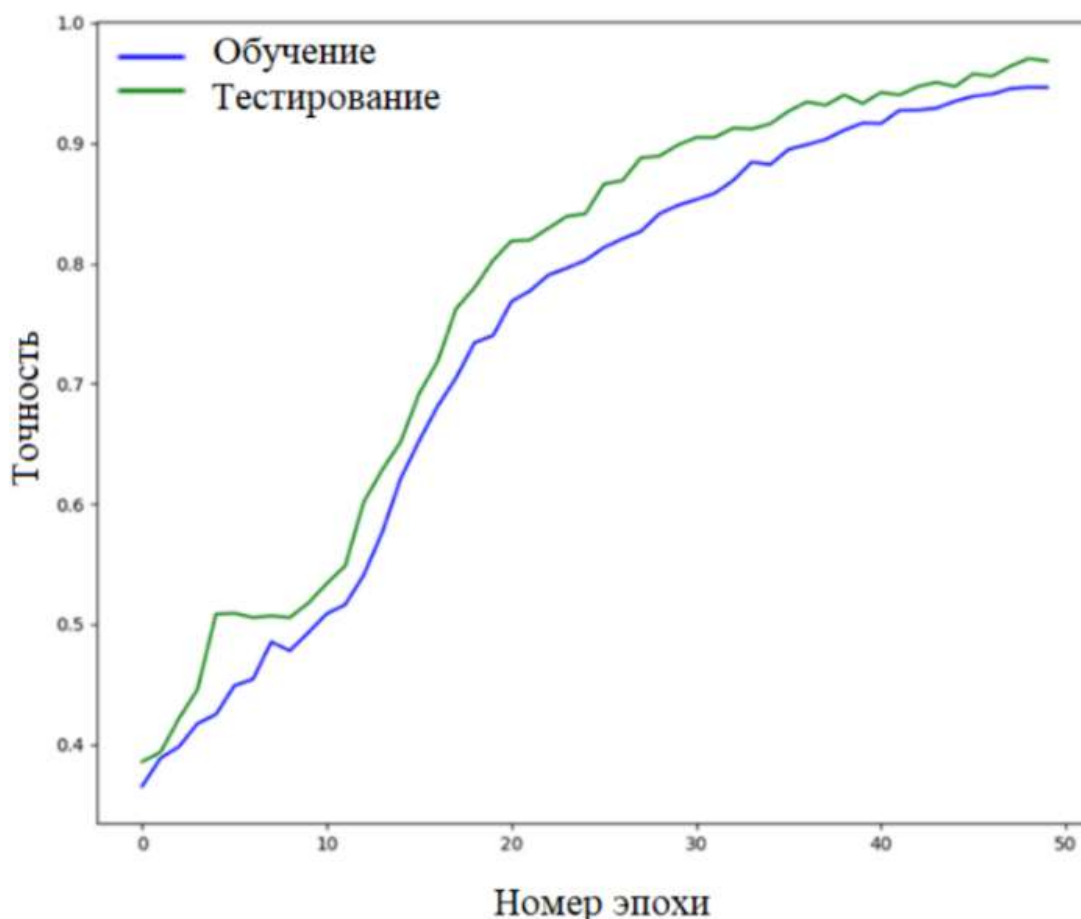


Рис. 4. График зависимости точности от эпохи обучения

Литература

1. Клепиков, Н.М. Исследование алгоритмов распознавания дорожных знаков / Н.М. Клепиков, Т.И. Михеева // IT & Transport.–2021. – №14. – С. 46-57.
2. Михеев С.В. Предикатные модели для экспертизы дислокации дорожных знаков [Текст] // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 157-163.
3. Belaroussi R. Road sign detection in images: A case study [Текст] / R. Belaroussi, P. Foucher, B. Soheilian // International conference on pattern recognition. – 2010. – P.23-26.
4. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
5. Тадеусевич Р. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ [Текст] / Р. Тадеусевич. – М. : Горячая линия-Телеком, 2011. – 408 с.
6. Клепиков Н.М. Методы распознавания дорожных знаков в среде «ITSGIS» [Текст] / Н.М. Клепиков, Т.И. Михеева // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). – Самара, 2021. – С. 470-476.
7. Михеева Т.И. Системный анализ объектов транспортной инфраструктуры в геоинформационной среде [Текст] // Программные продукты и системы. – 2018. – № 1 (31). – С. 12–18.



8. Mikheeva T. Recognition of Urban Transport Infrastructure Objects Via Hyperspectral Images / T. Mikheeva, O. Saprykin, A. Fedoseev // Proceedings of the 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems. – Rome, Scitepress, 2016. – P.203-208.
9. Головнин, О.К. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных средах / О.К. Головнин, Т.И. Михеева, А.В. Сидоров // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 5 (66). – С. 131-138.
10. Михеева, Т.И. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети / Т.И. Михеева, А.В. Сидоров, О.К. Головнин // Перспективные информационные технологии: труды Международной научно-технической конференции, Самара, 04–06 декабря 2013 года / Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2013. – С. 236-241.
11. Kaehler, A. Learning OpenCV 3, Computer Vision in C++ with the OpenCV Library [Текст] / A. Kaehler, G. Bradski // Learning OpenCV. – 2015. – P.31-42.
12. Healy, D. Transport accident commission [Текст] / D. Healy, J. Truong // Intelligent speed assist technology and navaid systems – seizing the moment. – 2009. – №1. – P. 35-39.
13. Satoshi, S. Topological structural analysis of digitized binary images by border following [Текст] / S. Satoshi // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. – 1985. – Vol. 30. – P.25-46.

Т.И. Михеева, Н.М. Клепиков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ В «ITSGIS»

(Самарский университет, ИнтелТранС)

Экспериментальные исследования

Для каждого тестового изображения решим задачу классификации и найдём процент верной классификации (таблица 1).

Средний показатель качества распознавания на синтетической тестовой выборке составляет 98,21%, что является доверительным показателем [1].

Необходимо воспользоваться алгоритмом сегментации и экспериментально оценить качество работы на реальном видеопотоке (таблица 2). Следует отметить, что видео записано в ясную погоду.

Алгоритм сегментации из-за своих недостатков неустойчив к некоторому роду шумов, например, частичному перекрытию знаков. Шумы появляются из-за низкого качества видеоматериала – малого разрешения, плохой стабилизации записывающего устройства или недостаточной цветопередачи.



После прохождения алгоритма сегментации изображения знаков дорожного движения масштабируются и подаются на вход обученной нейронной сети [2].

Таблица 1. Результаты классификации сгенерированных тестовых и реальных изображений

Тип дорожного знака	% распознавания тестовых изображений	% распознавания реальных изображений
Ограничение скорости	98,12	96,96
Въезд запрещен	98,08	98,09
Обгон запрещен	98,64	97,47
Отмена запрета обгона	98,47	97,83
Движение прямо	97,79	98,10
Движение налево	98,49	97,06
Движение направо	98,53	98,12
Движение прямо или налево	98,32	97,82
Движение прямо или направо	98,01	97,07
Переходный переход	96,91	97,64
Главная дорога	98,11	97,63
Уступите дорогу	98,72	97,29

Средний показатель качества распознавания на изображениях, сегментированных с реального видеопотока, составляет 97,64%, что является достоверным показателем [3].

Так как на реальном видеопотоке не присутствовали знаки ограничения скорости всех десяти наименований, результаты распознавания знаков этого класса были объединены в таблице.

Таблица 2. Результат работы детектирования дорожных знаков на видеопотоке

Тип контура дорожного знака	Общее количество знаков на видео	Количество верно выделенных знаков	% верного выделения
Треугольник	69	55	79,71
Квадрат (прямоугольник, ромб)	45	37	82,22
Окружность (эллипс)	40	35	87,50
ИТОГО	154	127	82,46

Исходя из проведенных экспериментов, можно сделать вывод, что процент классификации изображений в режиме реального времени чуть меньше, чем у тестовых изображений. Данное различие объясняется тем, что изображения, обучаемые на нейронной сети, имеют такое же происхождение, что и тестовые синтезированные изображения. В свою очередь, реальные изображения



не имеют сходства с изображениями, находящимися в обучающей выборке [4, 5].

Интеграция в интеллектуальную транспортную геоинформационную систему ITSGIS

«ITSGIS» – интеллектуальная транспортная геоинформационная система с многослойной электронной картой того или иного города. «ITSGIS» обеспечивает работу с различными инфраструктурными и специализированными геообъектами [6]. «ITSGIS» необходима для автоматизированной работы, которая выполняет функции учета городских объектов инфраструктуры на основе интеллектуальной транспортной геоинформационной системы.

«ITSGIS» позволяет: визуализировать карты распространённых форматов, редактировать карту с помощью базовых графических функций, гибко настраивать пользовательский интерфейс, разрабатывать разнообразные плагины.

В «ITSGIS» разграничены права доступа пользователей на основе георолей: одному виду пользователей разрешён только просмотр какой-либо информации, в свою очередь, второй вид клиентов обладает правом редактирования тех или иных данных. Следует отметить, что права определяются как с учетом слоя доступа, так и области на карте.

Плагины увеличивают функциональность интеллектуальной транспортной геоинформационной системы и позволяют выполнять работу над специализированными геообъектами – точечными, линейными и полигональными геометриями на электронной карте с прикрепленной семантикой.

Плагин «Дорожные знаки»

«ITSGIS. Дорожные знаки» – это интеллектуальная транспортная геоинформационная система, которая включает в себя электронную карту и автоматизированную информационную систему, обеспечивающую работу с геообъектами – дорожными знаками. Плагин дополняет основной модуль интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS».

Данный плагин решает следующие задачи: дислоцирование знаков дорожного движения на электронную карту города с проверкой разрешённости установки геообъекта, редактирование объекта (рисунок 1), изменение направления установленного объекта и его местоположения, проверка наличия установленных объектов на улично-дорожной сети (рисунок 2), создание сводных ведомостей и отчетов об установленных объектах [7].

Дорожный знак на электронной карте ставится в соответствии с ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения». Дорожные знаки обозначаются в виде точечных объектов с семантической информацией.

В плагине предусмотрена дислокация знаков на следующие виды опор: независимая, опора-кронштейн, световая, опора-растяжка.

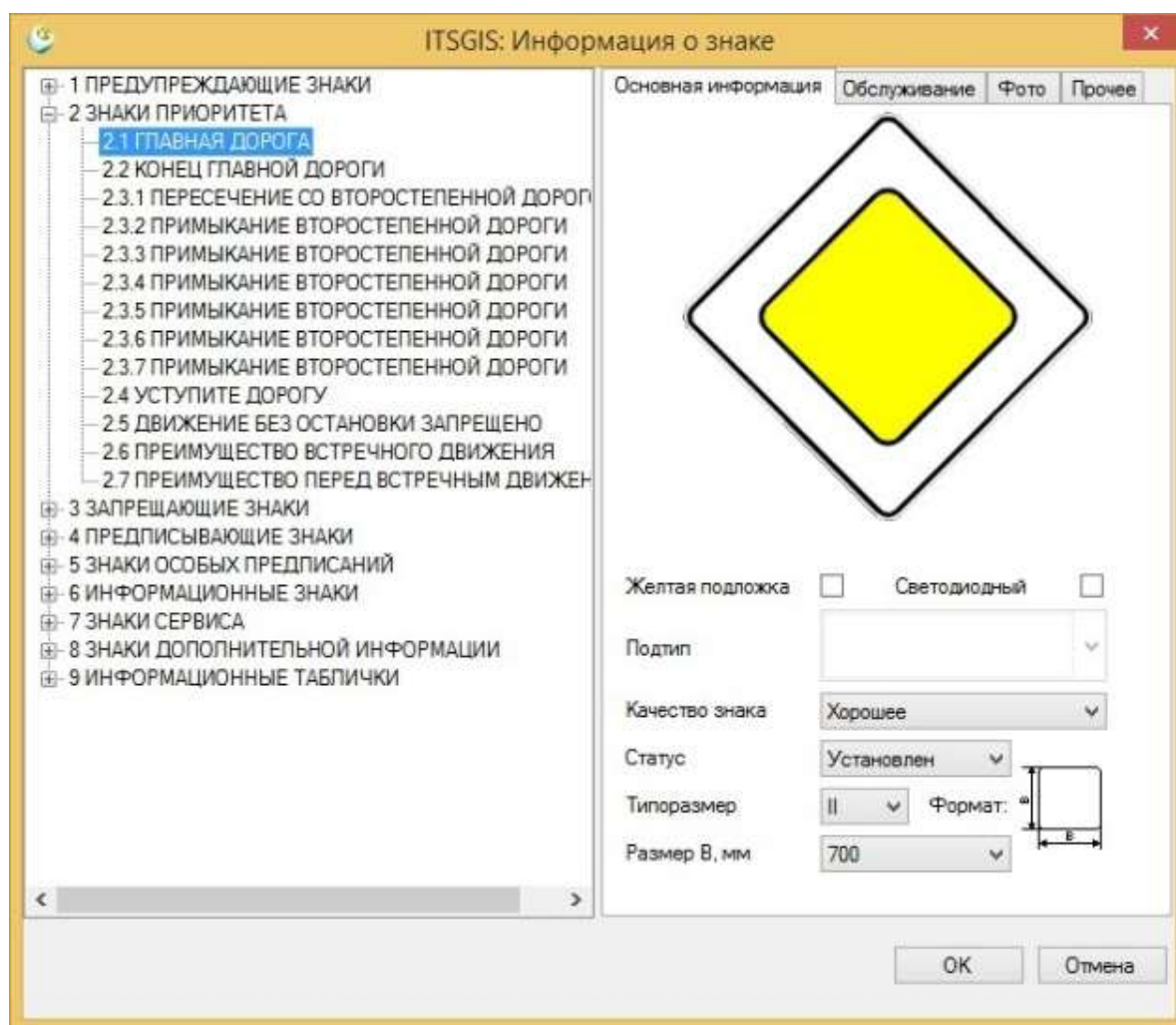


Рис. 1. Добавление информации о дорожном знаке

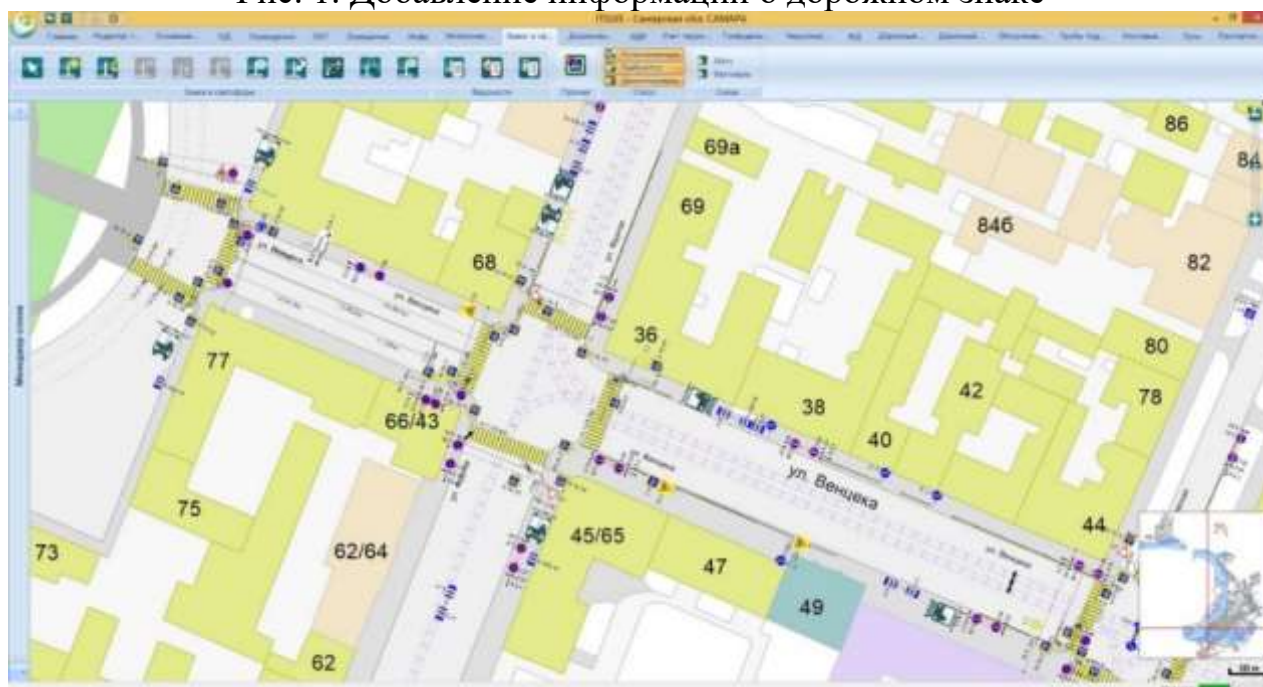


Рис. 2. Дислоцированные дорожные знаки на карте в «ITSGIS»



Для учета и мониторинга дорожных знаков разработан модуль, обеспечивающий работу со сводной ведомостью дорожных знаков с подробной информацией (рисунок 3). Сводная ведомость необходима для просмотра информации о знаках: плохого качества, установленных на определенной улице, несоответствующих ГОСТУ и др.

Адрес	Номер по ГОСТ	Наименование
пр. Кирова	8.24	РАБОТАЕТ ЭВАКУАТОР
пр. Кирова	3.27	ОСТАНОВКА ЗАПРЕЩЕНА
пр. Кирова	8.2.3	ЗОНА ДЕЙСТВИЯ
пр. Кирова	8.24	РАБОТАЕТ ЭВАКУАТОР
пр. Кирова	3.27	ОСТАНОВКА ЗАПРЕЩЕНА
пр. Кирова	2.4	УСТУПИТЕ ДОРoГУ
пр-т. Масленникова	6.10.1	УКАЗАТЕЛЬ НАПРАВЛЕНИЙ
Красноглинское шоссе, 41-й километр	5.16	МЕСТО ОСТАНОВКИ АВТОБУСА И (ИЛИ) ТРОПЛЕЙБ
Красноглинское шоссе, 41-й километр	5.16	МЕСТО ОСТАНОВКИ АВТОБУСА И (ИЛИ) ТРОПЛЕЙБ
ул. Фрунзе неч / ул. Венцека неч	5.19.2	ПЕШЕХОДНЫЙ ПЕРЕХОД
ул. Фрунзе неч / ул. Венцека неч	5.19.1	ПЕШЕХОДНЫЙ ПЕРЕХОД
Красноглинское шоссе, 41-й километр	5.16	МЕСТО ОСТАНОВКИ АВТОБУСА И (ИЛИ) ТРОПЛЕЙБ
Красноглинское шоссе, 41-й километр	5.16	МЕСТО ОСТАНОВКИ АВТОБУСА И (ИЛИ) ТРОПЛЕЙБ
ул. Венцека	5.16	МЕСТО ОСТАНОВКИ АВТОБУСА И (ИЛИ) ТРОПЛЕЙБ
ул. Венцека	5.16	МЕСТО ОСТАНОВКИ АВТОБУСА И (ИЛИ) ТРОПЛЕЙБ
ул. Осетинская	2.4	УСТУПИТЕ ДОРoГУ
ул. Осетинская	2.4	УСТУПИТЕ ДОРoГУ
ул. Осетинская	2.4	УСТУПИТЕ ДОРoГУ
ул. Осетинская	2.4	УСТУПИТЕ ДОРoГУ
	3.18.1	ПОВОРОТ НАПРАВО ЗАПРЕЩЕН

Количество: 34158

Рис. 3. Сводная ведомость дорожных знаков

На рисунке 4 продемонстрирован наглядный пример распознавания дорожного знака в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS [8].

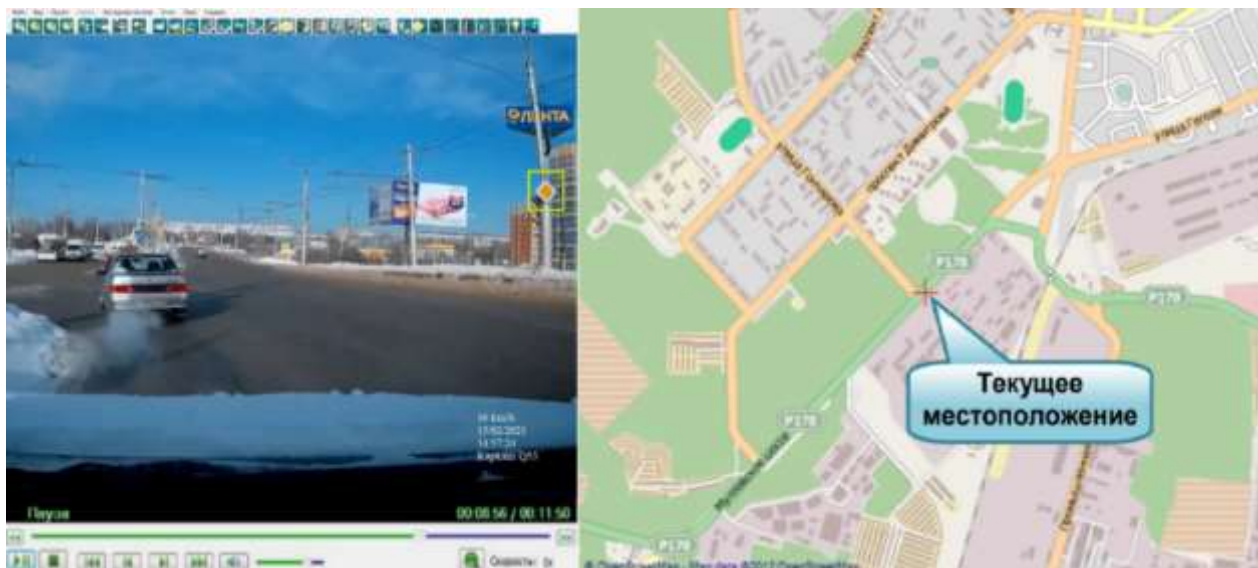


Рис. 4. Демонстрация обнаружения дорожного знака в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS

Литература

1. Vasyugova S.A. Driving in emergencies with use of system of the help to the driver [Текст] / S.A. Vasyugova, A.B. Nikolaev // International journal of arts & sciences. – 2016. – №4. – P. 90-101.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
3. Клепиков Н.М. Методы распознавания дорожных знаков в среде «ITSGIS» [Текст] / Н.М. Клепиков, Т.И. Михеева // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021). – Самара, 2021. – С. 470-476.
4. Zhang, Z. CNN Optimization and its application in traffic signs recognition based on GRA [Текст] / J. Residuals // Science Technology. – 2016. – №3. – P. 23-35.
5. Demir, H. Quantum dot integrated LEDs using photonic and excitonic color conversion [Текст] / H. Demir, S. Nizamoglu, T. Erdem // Nano today. – 2011. – №6. – P. 632-647.
6. Multiobjectives bi-histogram equalization for image contrast enhancement [Текст] / Y. C. Hu, K. W. Lai, M. Salim, I. Maheza // Complexity. – 2014. – №20. – P. 22-36.
7. Gonzalez, R. Digital image processing 3rd edition [Текст] / R. Gonzalez, R. Woods // Digital image processing. – 2005. – №7. – P. 42-51.
8. Canny, J. A Computational Approach to Edge Detection [Текст] / J. Canny // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1986. – №6. – P. 679-698.
9. Suzuki, S. Topological structural analysis of digital binary images by border following [Текст] / S. Suzuki, K. Abe // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. – 1985. – №5. – P. 32-46.
10. Михеева, Т.И. Метод синтеза системы зонального сетевидного управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев,



О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 4-4. – С. 799-807.

11. Saprykin, O. Recognition of urban transport infrastructure objects via hyperspectral images / O. Saprykin, A. Fedoseev, T. Mikheeva // VEHITS 2016 - 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems, Proceedings : 2, Rome, 23–24 апреля 2016 года. – Rome, 2016. – P. 203-208.

Т.И. Михеева, М.М. Петряев

РАСПОЗНАВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕООбЪЕКТОВ В ПЛАГИНЕ «ПАМЯТНИКИ» в ITSGIS

(Самарский университет, ИнтелТранС)

Распознавание геообъекта

Геообъекты на интерактивной электронной карте в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» – это совокупность цифровых данных (геоинформации, семантической информации, координаты), которым, как правило, соответствует реальный объект на местности (памятник, гора, дом и т.д.) или группа объектов (район, город и т.п.) или часть объекта или не имеется соответствия (подписи, горизонталы, сетка масштаба и т.д.) в различных плагинах «ITSGIS». Географический объект (геообъект) – программный объект «ITSGIS», являющийся аналогом объекта реального мира.

Отдельные геообъекты векторной карты логически объединяются по слоям, согласно характеру локализации и признакам, устанавливаемым в базу данных. При этом образуется определенная иерархическая структура представления данных, применяемая при решении различных прикладных задач. Из сведений об объекте составляется специализированная структура данных, согласно утвержденного стандарта [1].

Структура данных электронных векторных карт продолжает структуру цифровых карт сведениями, применяемыми при визуализации соответствующих геообъектов с определенными семантическими характеристиками (например, памятник с особым покрытием и совместно с другими типами геообъектов).

Описание видов геообъектов и их семантических характеристик плагинов «ITSGIS» содержит информацию о системе кодирования (классификации) различных объектов, параметров и их значений [2].

Для добавления пользовательской дислокации на карту и решения различных задач, содержимое цифрового классификатора существенно расширено средствами редактора классификатора «ITSGIS», а также преобразовано в текстовый табличный вид и передано на печатающее устройство или сохранено в файле. Во время загрузки цифровых векторных карт из формата SXF в базу данных «ITSGIS» происходит преобразование цифровых карт в электронные



при помощи задания логических связей геообъектов цифровых карт и соответствующими записями классификатора карты.

Геообъект «Памятник» характерен тем, что позволяет дать визуальную информацию об объекте в определенном месте на интерактивной карте [3]. Памятник – сооружение, поддерживающее воспоминания о многих данных. При решении об установке памятника организация должна учитывать разные критерии.

Памятники подразделяются на множество разных типов: статуя личности; скульптура; технические памятники; монументы; обелиски; мемориальные комплексы; памятные знаки; стелы; кресты; барельефы. Этот перечень неполон и служит лишь для удобства классификации геообъектов.

Статуя личности классифицируется на бюст, конная статуя, статуя в полный рост. Скульптура классифицируется на скульптуру животного, скульптуру предмета, фонтан, скульптуру человека, абстрактную скульптуру, кинетическую скульптуру, скульптуру смешанного типа. Технические памятники делятся на танк, самолет, БТР, корабль, пушка, авто, мотоцикл, поезд, ракета.

Необходимо отметить и другие немаловажные свойства памятников: материал, из которого изготовлен памятник, размеры (высота, ширина, длина): фактические размеры устанавливаемого объекта.

Структура геоинформационной системы

«ITSGIS» – интеллектуальная транспортная геоинформационная система, оперирующая пространственными данными, цифровой моделью материального или абстрактного объекта реального или виртуального мира с указанием идентификатора, кода характера локализации, позиционирования геообъекта и его атрибутивных данных.

Объектом «ITSGIS» является объект реальной геосистемы, описываемый одним или несколькими геометрическими векторными примитивами, а также набором атрибутов. Геометрические векторные примитивы в «ITSGIS» – это точки, линии и полигоны, которые описываются набором геометрических данных (координатами, размерами и т.д.). Атрибуты в «ITSGIS» различные числовые и символьные свойства объекта, хранящиеся в базе данных, используются любые наборы данных вплоть до графических изображений и ссылок [4].

Совокупность примитивов и атрибутов образует простой объект, простых объектов образует составной объект «ITSGIS». Иерархическое представление геообъектов обладает рядом несомненных достоинств: наглядность, избегание дублирования информации, поддержка принципа наследования. В данном случае «ITSGIS» является объектно-ориентированной системой.

Все объекты и примитивы имеют свой уникальный идентификатор, который служит для связи геометрической информации с атрибутами. Существуют четыре основных типа пространственных объектов: точечные (точки), линейные (линии), площадные или полигональные, контурные (полигоны) и поверхности (рельефы), 0-, 1-, 2- и трехмерные, соответственно, а также тела. Точки, линии и полигоны «ITSGIS» объединяются плоские или планиметрические геообъекты, поверхности и тела относят к типу трехмерных или объемных объ-



ектов. Совокупности простых пространственных геообъектов объединяются и разъединяются в составной пространственный геообъект. Полный набор однотипных геообъектов одного класса в пределах данной территории дислоцируются в тематический слой [5].

Точечные объекты «Памятник» – 0-мерный пространственный геообъект, характеризуемый координатами и ассоциированными с ним атрибутами. Совокупность точечных геообъектов образует точечный слой. Точкой представляются одиночные геообъекты, протяженность которых не имеет значения, осуществляется привязка геообъектов к территории на карте.

Линейный объект «Памятник» – одномерный геообъект, образованный последовательностью минимум 2-х точек с координатами карты «ITSGIS». Каждый геообъект имеет свой стиль линий определенного цвета, толщины и типа. Совокупность линейных геообъектов образует линейный слой.

Контурный объект «Памятник» (контур, полигон) – 2-мерный (площадной) геообъект, или внутренняя область, образованная замкнутой последовательностью дуг (в векторно-топологических представлениях), идентифицируемая внутренней точкой (центроид) и ассоциированными с ней значениями атрибутов. Каждый такой геообъект отображается в виде замкнутой линии заданного цвета, толщины и стиля. Такими геообъектами удобно описывать контуры сложноорганизованных памятников. Совокупность контурных геообъектов образует контурный слой.

Поверхность (рельеф) – трехмерный геообъект, определяемый тройкой координат (x, y, z) [6].

Вся информация состоит из графических тематических слоев (более 200 типов) «ITSGIS», на которых представлена однородная графическая информация, объединенная по некоторому общему семантическому признаку. Смещение на слое примитивов разных типов (классов) не допускается.

Тематические слои «ITSGIS» содержат совокупность однотипных пространственных объектов, относящихся к одному классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу геообъектов различаются точечные, линейные и полигональные слои, а также слои с трехмерными объектами. Многослойное представление является наиболее распространенным способом организации пространственных данных в «ITSGIS». Для удобства хранения и обработки крупных наборов данных каждый из слоев может разбиваться на фрагменты. Каждому слою приписаны описательные атрибуты, а также цвет, признак видимости, условные графические обозначения при визуализации. Любой слой может включен или выключен (в зависимости от состояния флага визуализации) из образа общей цифровой карты. Происходит удобное регулирование информационной насыщенности карты и абстрагирование, в зависимости от рассматриваемых геообъектов и их задач. Описание всех слоев и их атрибутов цифровой интерактивной карты называется легендой [7].



Алгоритм распознавания

Для визуализации геообъекта «Памятник» и хранения в базе данных «ITSGIS» необходимо идентифицировать этот геообъект и определить его тип, самым распространенным из которых является памятник личности. Это может быть бюст, памятная табличка или статуя в полный рост. Все эти типы памятников могут классифицированы и распознаны при помощи искусственного интеллекта. В основе алгоритма работы плагина лежит сравнение изображений. Процесс сравнения двух изображений в идеале должен отвечать на вопрос о сходстве содержания изображений [8]. Содержат ли сравниваемые изображения одни и те же объекты с точностью до изменения ракурса съемки и перемещений камеры, изменения освещенности или масштаба объектов и т.д.

Самым распространенным алгоритмом сравнения является сравнением через хеш. Итак, идея алгоритма получения хеша изображения.

1. Уменьшить размер (`cvResize()`), чтобы оставить только значимые объекты картинки (избавление от высоких частот). В изображениях высокие частоты обеспечивают детализацию, а низкие частоты показывают структуру. Большая фотография содержит много высоких частот, а маленькая картинка целиком состоит из низких. Уменьшаем картинку до 8x8, тогда общее число пикселей составит 64 и хеш будет соответствовать всем вариантам изображения, независимо от их размера и соотношения сторон.

2. Убираем цвет. Переводим изображение, полученное на предыдущем шаге в градации серого (`cvCvtColor()`). Хэш уменьшается втрое: со 192 (по 64 значений трёх каналов – красного, зелёного и синего) до 64 значений яркости.

3. Находим среднее значение яркости получившегося изображения. (`cvAvg()`)

4. Бинаризация картинки (`cvThreshold()`). Оставляем только те пиксели, которые больше среднего (считаем их за 1, а все остальные за 0).

5. Строим хэш. Переводим полученные 64 значений 1 и 0 картинки в одно 64-битное значение хэша.

Далее, если нужно сравнить две картинки, то просто строится хэш для каждой из них и подсчитывается количество разных битов (с помощью расстояния Хэмминга). Расстояние Хэмминга – число позиций, в которых соответствующие цифры двух двоичных слов одинаковой длины различны. Нулевое расстояние означает, что это, скорее всего, одинаковые картинки, а другие величины характеризуют насколько сильно они отличаются друг от друга. Выбор комплекса программных средств, необходимых для реализации. Разработка теоретической модели компонентов системы.

Задачи распознавания геообъектов фиксируется и хранится в ядре интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» [9].

Литература

1. Елизаров, В.В. Стандарт дислокации и визуализации геообъектов на электронной карте в среде ITSGIS / Михеева Т.И., Головнин О.К., Елизаров В.В. // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллекту-



альные транспортные системы и ситуационные центры, 2018. Казань. Ч. 1. – С. 261-269.

2 Описание и анализ предметной области [Электронный ресурс] – <http://www.intuit.ru/studies/courses/574/430/lecture/9749>.

3 Петряев, М.М. Метод анализа дислокации и семантики геообъектов «Памятники» / М.М. Петряев, Т.И. Михеева // IT & Transport / ИТ & Транспорт. сборник научных статей. Самара, 2021. – С. 72-81.

4 Михеева, Т.И. Архитектура интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS / Михеева Т.И., Чекина Е.В., Чугунов А.И. // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса. Межвузовский сборник научных статей (с международным участием). Отв. редактор О.М. Батищева. Самара, 2020. – С. 71-77.

5 Основные современных операционные системы [Электронный ресурс] – <https://metallischekiy-portal.ru/articles/avtomatizacia/serveri/>.

6 Михеева, Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем /Т.И. Михеева – Самара: СНЦ РАН, 2008. – 380 с.

7 Михеева, Т.И. Системный анализ визуализации геообъектов в среде интеллектуальной геоинформационной системы ITSGIS /Т.И. Михеева, С.В. Михеев // ИТ & Транспорт. сборник научных статей. Самара, 2021. С. 3-18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44888078>.

8 Баранюк, В. В. Роевой интеллект как одна из частей онтологической модели бионических технологий / В. В. Баранюк, О. С. Смирнова // International journal of open information technologies. – 2015. – № 12. – С. 13–17.

9 Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Е.А. Савинов. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.1. – 171 с. – ISBN 978-5-9906857-4-1.

10 Михеева, Т.И. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте // Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.В. Сидоров // М.: Мир дорог.– 2003. № 72. – С. 44-47.

Т.И. Михеева, А.С. Савичев, С.А. Алексеев

ПЛАГИН ПАСПОРТИЗАЦИИ ДОРОГ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ ITSGIS

(Самарский университет, Самарский государственный
экономический университет)

Внедрение автоматизированных цифровых средств прогнозирования, проектирования, реконструкции автодорог позволяет значительно улучшить качество проектов организации дорожного движения. При строительстве, реконструкции и ремонте дорог, геодезические работы выполняются с визуализацией на интерактивной электронной карте в интеллектуальной транспортной



геоинформационной системе «ITSGIS» с инструментальными методами [1, 2, 3].

«ITSGIS» содержит многослойную интерактивную электронную карту городов и деревень, обеспечивает работу с множественными геообъектами различных инфраструктур (дороги, дома, дорожные знаки, световые опоры, светофоры, остановки общественного транспорта, транспортные маршруты, и др.), специализированными геообъектами (дорожно-транспортные происшествия (ДТП), места концентрации ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.). «ITSGIS» предназначен для автоматизации работ, выполняющих функции учета, визуализации, паспортизации, хранению, удалению, изменению геообъектов различных инфраструктур в плагинах [4].

Учитывая комплекс проблем, связанных с производительностью паспортизации автодорог при выполнении геодезических работ, с точностью измерений длины, ширины, высоты дороги, функциональными возможностями различных средств измерений, движением автотранспорта-лаборатории во время съемки на мостах и дорогах, а также возможностью применения геодезических методов и средств для определения эксплуатационных характеристик дороги, с визуализацией на интерактивной карте, актуальной задачей является разработка автоматизированных технологий в специализированном плагине паспортизации дорог и средств геодезического обеспечения реконструкции и эксплуатации автодорог.

Методика исследований в «ITSGIS» с плагином «Паспортизация» включает в себя использование математической статистики, теории вероятности и ошибок множества измерений. Исходной информацией являются результаты научно-исследовательских работ, полученные при использовании плагина «WayMark»; результаты разработки приборов и методик для геодезического обеспечения геолого-геофизических исследований; результаты производственных геоизмерений, выполненных при реконструкции и эксплуатации дорог во время выполнения сбора данных паспортизации дорог [5, 6].

Плагин «Паспортизация», подключенный в «ITSGIS», предназначен для управления учетом и отображением дорожных паспортов дорог на электронной карте. При этом можно работать как существующими объектами учёта дороги, так и создавать новый список технического паспорта дороги.

В ядре и в различных плагинах «ITSGIS» позволяет:

- отображать электронные карты распространенных форматов;
- редактировать карту с помощью базовых графических примитивов;
- гибко настраивать пользовательский интерфейс;
- разрабатывать разнообразные плагины, расширяющие систему.
- устанавливать или удалять геообъектов на электронной карте с проверкой допустимости установки/удаления объекта;
- изменение местоположения установленных геообъектов;
- изменение семантических данных установленного геообъекта;
- оценку правомерности расположения уже установленного геообъекта на участке улично-дорожной сети;



- создание отчетов об установленных геообъектах.

В паспортизации автодорог «ITSGIS» реализована научная новизна [7, 8, 9]:

- в плагине паспортизации используется технология геодезического обеспечения, позволяющая в плагине «WayMark» создания цифровых моделей рельефа проезжей части и обочин на базе гироскопической и компьютерной техники, использования видеоприемников, методик измерений, автоматизировать геодезические работы при реконструкции и эксплуатации автодорог;
- аппаратно-программный комплекс, созданный в базе данных об автодорогах и геообъектах на основе современной цифровой, гироскопической и вычислительной техники, позволяет определять геометрические параметры проезжей части и обочин дороги (координаты, расстояние, длина, ширина, поперечный и продольный уклоны) с видеосъемкой и эксплуатационные характеристики (ровность, коэффициент сцепления) геодезическими методами;
- научный метод уточняет коэффициенты сцепления по разности расстояний, измеренных двухмерными данными;
- в плагине паспортизации реализуется сбор данных в лаборатории специализированного портативного прибора плагина «WayMark» для сбора информации о дороге с автоматической привязкой геообъектов, включая несколько видеосъемок, учет координат, определенные собранные данные спецприемником, к километражу дороги (и обратно), а также для выноса на интерактивную карту проектных данных геообъектов;
- на интерактивной электронной карте, в базе данных, в распечатке сводной информации реализована автоматизированная технология построения геовидеомаршрута, геодезического обеспечения диагностики, инвентаризации, паспортизации автомобильных дорог.

Плагин «Паспортизация» является частью информационной базы геообъектов «ITSGIS» и служит для добавления, хранения, ведения данных, связанных с паспортизацией объектов, расположенными на определенной локации. Необходимость паспортизации дорог – получение данных о наличии дорог и дорожных сооружений, а также их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по дальнейшему развитию дорожной сети, реконструкции, ремонту и содержанию эксплуатируемых дорог. Кроме этого при паспортизации дорог оптимизируются методы организации дорожного движения на автомобильной дороге или отдельных ее участках для повышения пропускной способности и безопасности движения транспортных средств и пешеходов.

База данных в «ITSGIS» – это совокупность цифровых данных, которыми может соответствовать реальный объект на местности, а также это организованная структура, предназначенная для хранения, изменения и обработки взаимосвязанной информации, больших объемов данных о паспортизации.



Паспорт автомобильной дороги в «ITSGIS» включает в себя:

- схемы дислокации технических средств организации дорожного движения (ТСОДД);
- эскизы знаков индивидуального проектирования;
- схемы расстановки оборудования на светофорных объектах;
- ведомости размещения ТСОДД;
- ведомости устройства электроосвещения, автобусных остановок, пешеходных дорожек и пешеходных переходов в разных уровнях.

В составе схема дислокации ТСОДД входят следующие элементы:

- ведомости устройства электроосвещения, автобусных остановок, пешеходных дорожек и пешеходных переходов в разных уровнях.
- контуры плана автомобильной дороги;
- график продольных уклонов;
- график кривых в плане;
- линии дорожной разметки;
- дорожные знаки;
- дорожные ограждения;
- пешеходные ограждения;
- направляющие устройства;
- дорожные светофоры;
- пешеходные переходы в разных уровнях;
- освещение;
- автобусные остановки;
- пешеходные дорожки;
- железнодорожные переезды;
- искусственные сооружения.

При необходимости добавления новых свойств объекта, названий или модификации уже существующих данных, плагин устроен так, чтобы максимально просто реализовать данные модификации в базе данных. Во вкладках «Паспортизации» объекта указываются, какие инженерные объекты есть в проекте, также высота, уклон, ширина, радиусы закругления на протяжении всего паспорта проекта, в виде графиков. На рисунке 1 представлен плагин «Паспортизация». База данных устроена как подключаемый плагин «ITSGIS» и обеспечивает возможность добавления и хранения необходимых характеристик геообъекта.

Работа по исследованию дорог лабораторией проводится с интенсивным движением транспорта без ограничения его движения. В плагине «Паспортизация» реализованы разработанные технологические требования к проведению и построению паспортизации, включающие состав работ, точность определения параметров, последовательность измерения параметров геообъектов.

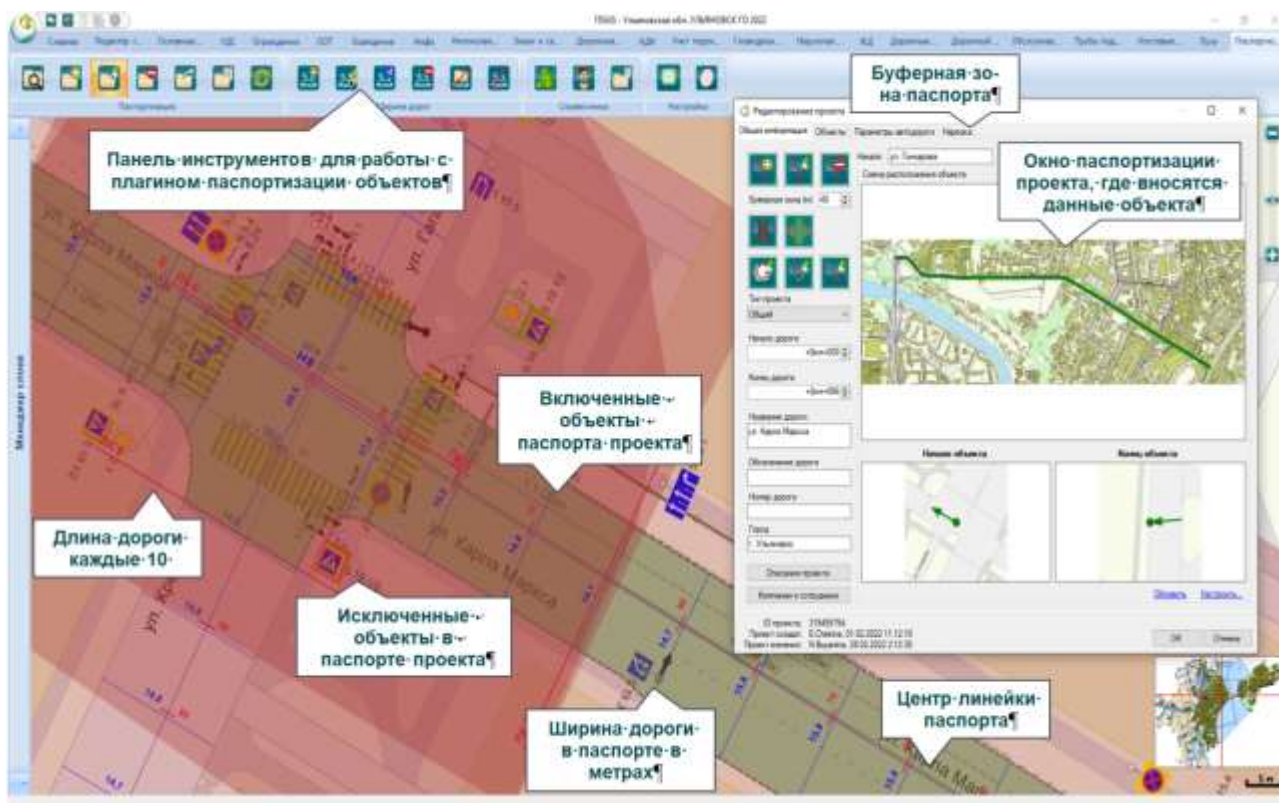


Рис. 1. Плагин «Паспортизация» в «ITSGIS»

Плагин «WayMark» для плагина «Паспортизация» позволяет автоматически создавать линейный график и типовые таблицы по данным паспортизации.

В настоящий момент плагин «Паспортизация» используется в различных городах Российской Федерации и позволяет просматривать информацию о паспортизации объектов и формировать отчёты, согласно по государственным и местным стандартам.

Литература

1. Геоинформационная система [Электронный ресурс] – <https://www.tadviser.ru/a/53581>.
2. Прихода, А.Г. Методические рекомендации по автоматизированному способу определения координат геофизических пунктов / А.Г. Прихода, В.В. Щербаков, Р.А. Байкалова // СНИИ ГГиМС. Новосибирск. – 1981. – 96 с.
3. Mikheeva, T.I. Intelligent Transport Systems: Methods, Algorithms, Realization / T.I. Mikheeva, A.A. Fedoseev, O.K. Golovnin, S.V. Mikheev and; under the editorship of T. Mikheeva. – Saarbrucken : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 164 p. – ISBN 978-3-659-12871-4.
4. Михеева, Т.И. Использование принципов объектно-ориентированного проектирования интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Физико-математические науки» №34. Самара: СамГТУ, 2004. С. 141-148.



5. Михеев, С.В. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / С.В. Михеев, Т.И. Михеева, И.Г. Богданова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11808.

6. Михеева, Т.И. Модель пространственных данных оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры в интеллектуальной ГИС «ITSGIS» / Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, О.К. Головнин, О.А. Япрынцева // Уфа : Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем, 2013. – С. 69-73.

7. Михеева, Т.И. Система медийного автоматизированного мониторинга автомобильных дорог / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – С. 193-198.

8. Михеева Т.И. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных средах / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.В. Сидоров // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2014. – Т. 18. – №. 5 (66). – С. 131-138

9. Михеева Т.И. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети / Т.И. Михеева, А.В. Сидоров, О.К. Головнин // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2013)/ Труды межд. научно-техн. конф. – Самара: Изд-во Самарск. науч. центра РАН, 2013. – С.236-241.

В.А. Надежкин, А.С. Хохрин

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ОТКАЗОВ УСТРОЙСТВ ЖАТ В СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Введение

Проблема отказов рельсовых цепей сохраняет свою актуальность и оказывается весьма важной. Обеспечение устойчивости функционирования рельсовых цепей - стратегическая задача отрасли. Сложности расследования отказов обусловлены отсутствием диагностики и фиксации таких ситуаций, а также несовершенством приборов для измерения и анализа мешающих и опасных влияний.

Эффективное и своевременное техническое обслуживание, и ремонт железнодорожной инфраструктуры при этом являются базовыми условиями обеспечения надежности и безопасности перевозочного процесса.

Для эффективного управления техническим обслуживанием железнодорожных активов необходимо быстро и четко определять все возможные риски, причины сбоев и отказов, вырабатывать оптимальные решения по техническо-



му обслуживанию, основанные на строгой методологической базе оценки рисков и средствах автоматизированного сбора и обработки информации, минимизирующих участие человека. При этом должен происходить переход от принципов ALARP к упреждающему выявлению опасных объектов и состояний.

Новый этап информационного развития связан с повсеместным переходом к цифровым способам сбора, обработки, структурирования, хранения и передачи данных. Помимо задачи получения данных в режиме реального времени о состоянии всех объектов инфраструктуры, об отказах железнодорожной техники и транспортных происшествиях, параллельно решается задача дальнейшей их обработки, анализа и принятия решения с использованием методов Data Science и машинного обучения[1]. Необходимость определения предотказного состояния устройств автоматики и телемеханики с указанием конкретного места предполагаемого сбоя – актуальная и важная проблема хозяйства СЦБ отечественных железных дорог. В частности, это может быть особенно актуально для проектирования новых систем интервального регулирования движения поездов, напрямую отвечающих за безопасность движения [3,4].

Целью исследования является оценка возможности внедрения предиктивной аналитики отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики в системы мониторинга и технической диагностики.

Материалы и методы

Система технического диагностирования и мониторинга выполняет независимую оценку состояния устройств в любой момент времени и фиксирует выявленные отклонения в архивируемых файлах. В течение года эта информация доступна пользователям для просмотра и анализа. На рисунке 1 представлен интерфейс программ с помощью которых осуществляется автоматизированный процесс выявления предотказных состояний.

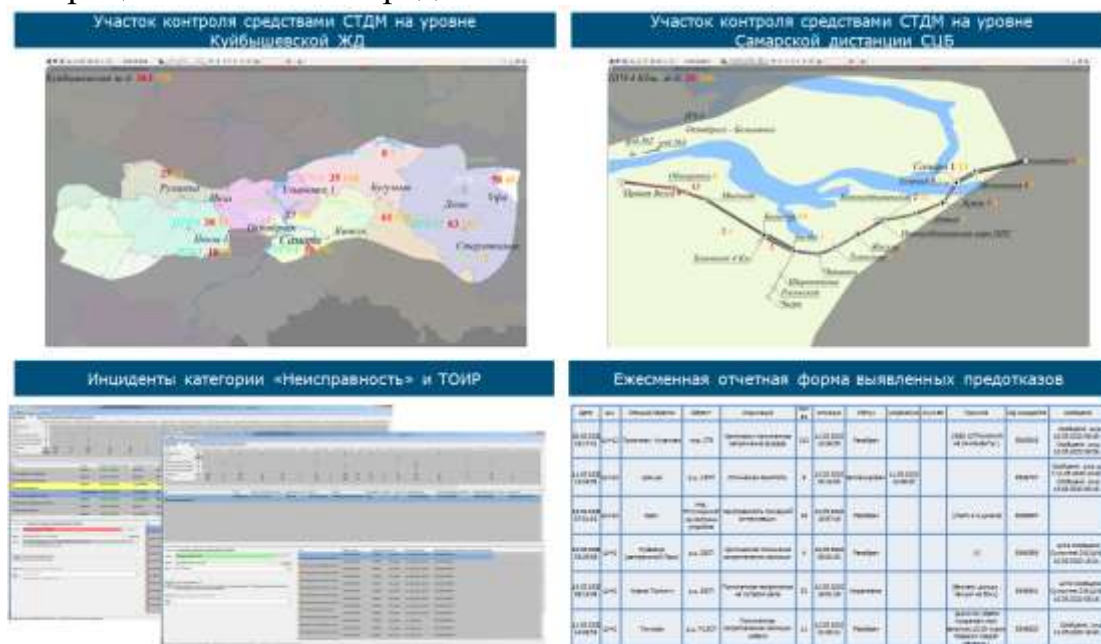


Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения «АПК-ДК» и «Инциденты»



В настоящее время для подготовки данных, получаемых из СТДМ разработан алгоритм работы с данными, включающий в себя 5 этапов:

- Очистка;
- Преобразование;
- Дискретизация;
- Очистка текстов;
- Формирование выборок.

Средством отображения диагностической информации в центре мониторинга является автоматизированное рабочее место (АРМ) АПК-ДК СТДМ – комплекс задач «Мониторинг»[2]. Данное АРМ устанавливается на компьютеры технологов и позволяет им просматривать диагностическую информацию в пределах всей дороги. С целью централизации контроля в помещении ЦМ устанавливается табло коллективного пользования, на которое выводятся основные показатели работы дистанций СЦБ и дороги в целом.

Основными потребителями получаемой информации является диспетчер дистанции СЦБ, диспетчер дорожной службы СЦБ и другие смежные службы.

АРМ электромеханика СТДМ может быть реализовано как в виде отдельного компьютера, так и непосредственно на концентраторе ЛПД СТДМ. АРМ реализовано в виде многооконного интерфейса с использованием GUI Photon изображено на рисунке 2.

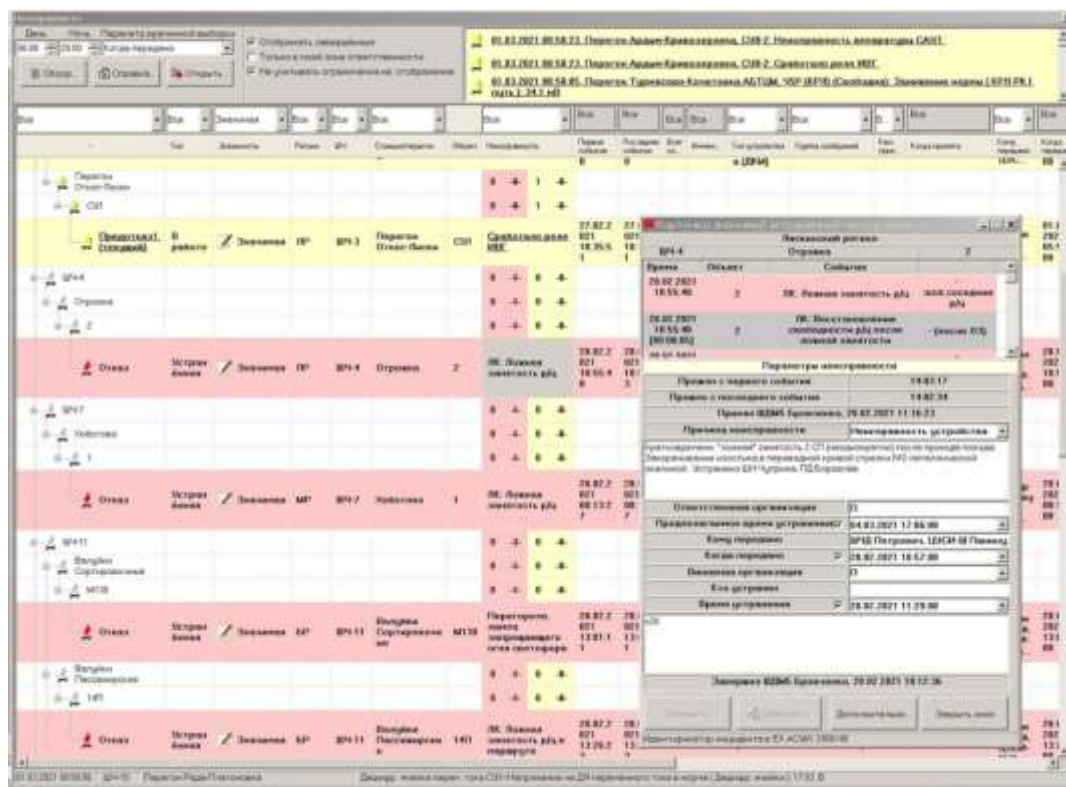


Рис. 2. Контроль состояния устройств ЖАТ в реальном времени и из архива («черного ящика»)



Одной из основных проблем восприятия диагностической информации, как человеком, так и средствами машинного обучения является отсутствие четких унифицированных записей отказов. Для стабильной работы алгоритмов предиктивной аналитики необходимы четкие унифицированные записи в «Журнал инцидентов», поскольку электромеханики СЦБ могут вносить записи причин отказа в сленговом стиле. Примером таких записей служат: «Джемпер», «Окалина», «Необкатан путь», «Навесной» и т.д.

Также в «Журнале инцидентов» в одном отчете могут встречаться одинаковые причины отказов, содержащие разные формулировки. Обычно это встречается из-за отказов в рельсовой линии. Примером служат такие записи как: «Стык», «Стыковой соединитель», «Изолирующий стык», «Стык сборный», «Отказы на рельсовой линии» и т.д., которые в одном отчете могут дублировать друг друга.

Вывод информации от алгоритма о предотказном состоянии рельсовых цепей предполагается выводить на АРМ электромеханика СТДМ для поддержки принятия решения. Информация, которую методика будет выдавать после обработки, далее отправится в систему мониторинга в виде информации о том, какая рельсовая цепь имеет вероятность появления предотказного состояния в ближайшее время и тем самым это поможет предотвратить отказы рельсовых цепей.

Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что Благодаря выявлению предотказных состояний рельсовой цепи с помощью алгоритмов машинного обучения возможно снизить число ее отказов, что позволит сократить простой поездов, а также снизить связанные с этим финансовые убытки отечественных железных дорог. К сожалению, пока что, внедрение данных технологий в существующие системы мониторинга достаточно проблематично. Возникает множество сопутствующих ошибок, выявляемых при попытке внедрения предиктивной аналитики отказов. Безусловно, за этим будущее. Дальнейшее исследование авторов может быть направлено на разработку рекомендаций по улучшению существующих систем диагностики и мониторинга для последующего внедрения предиктивной аналитики отказов устройств ЖАТ в данные существующие системы.

Литература

1. Надежкин, В. А. Анализ возможности применения предиктивной аналитики с использованием data science и Big data на железнодорожном транспорте / В. А. Надежкин, А. С. Хохрин // Образование - наука - производство : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Чита, 07 октября 2021 года. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2021. – С. 123-127.



2. Надежкин, В. А. К вопросу использования возможностей системы АПК-ДК при проведении технического обслуживания устройств ЖАТ / В. А. Надежкин, К. А. Грядкина, С. Н. Походай // Образование - Наука - Производство : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 24 декабря 2020 года. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2020. – С. 165-169.

3. Хохрин, А. С. Анализ способов организации управления движением при СИРДП-е / А. С. Хохрин, Н. Д. Ежов, А. С. Сахипкиреева // Образование - Наука - Производство : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 24 декабря 2020 года. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2020. – С. 281-285.

4. Надежкин, В. А. Анализ новых систем интервального регулирования движения поездов / В. А. Надежкин, А. С. Хохрин, В. Б. Тепляков // Образование - Наука - Производство : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 24 декабря 2020 года. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2020. – С. 169-173.

5. Розенберг, Е.Н. О переходе к предиктивному управлению транспортными системами с использованием Big Data / Е.Н. Розенберг, М.Г. Лысыков, А.В. Озеров, А.М. Ольшанский // Техника железных дорог. – 2018. – № 1 (41). – С.32-33.

С.А. Никищенков

ДИАГНОСТИКА МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРИГГЕРНО-ВРЕМЕННЫХ ФУНКЦИЙ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Развитие методов и средств диагностики транспортных процессов (ТП) обусловлено многообразием причин и интенсивностью дефектов, возможными существенными убытками и потерями времени, а также развитием процессного подхода в ОАО «РЖД» [1-3].

На рис. 1а представлена ресурсно-логическая схема фрагмента ТП, где штриховые линии показывают передачу ресурсов $k, l, \dots, z$; O_2 - операция проверки логического условия.

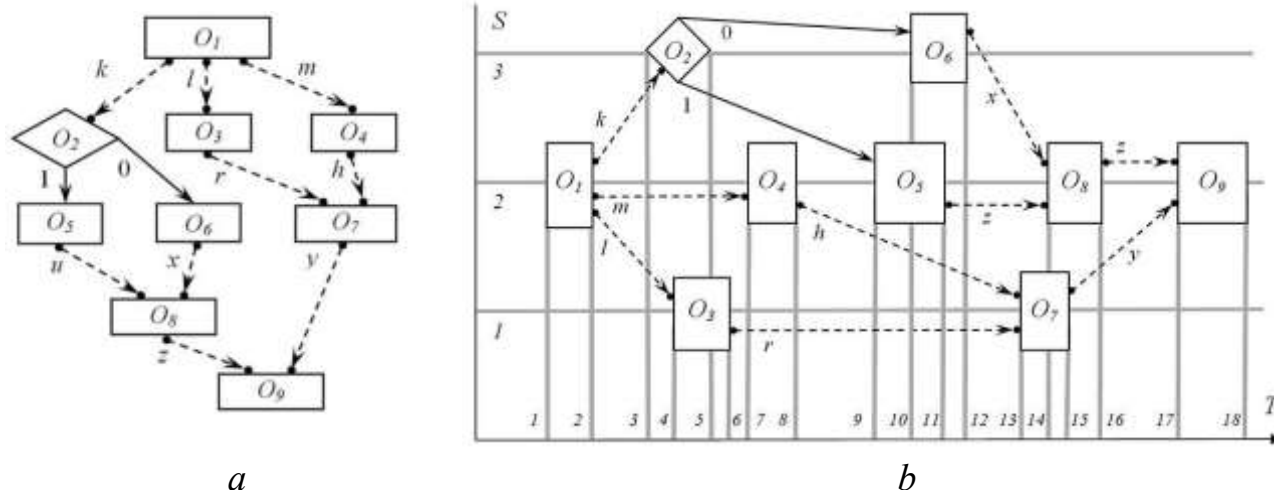


Рис. 1. Модели ТП: *a* - ресурсно-логическая схема, *b* - координатная схема

Варианты последовательных и параллельных конфигураций ТП, отличающиеся перестановкой операций и одновременным (параллельным) их выполнением (показано в скобках) при сохранении требования правильной реализации заданной технологии, включают в себя: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9; 1, 4, 3, 2, 6, 8, 7, 9; ...; 1, (2,3), 4, 5, (7,8), 9; 1, (3,4), 2, (6,7), 8, 9; ...; 1, (2,3,4), (5,7), 8, 9.

В более широком понимании конфигурацией ТП называется распределение операций в пространстве и времени, а реконфигурацией - переход от одной конфигурации процесса к другой при выполнении одной и той же транспортной технологии. Формальное определение конфигурации и реконфигурации многооперационного процесса на основе операционно-событийной модели приведено в [3], при этом теоретически возможность реконфигурации связана с внутренним параллелизмом технологии, асинхронностью выполнения операций и конвейеризацией процесса. Представленные конфигурации правильных ТП соответствуют пространству реальных реконфигураций, число которых даже для небольшого примера достаточно велико.

Проведенные исследования позволяют сделать ряд утверждений: 1) большинство ТП имеют внутренний параллелизм и для них существует множество эквивалентных (по результату) потоков операций, различающихся структурно-временным распределением операций (конфигурацией), согласно применяемому методу управления (расписание, диспетчеризация, инструкция, алгоритм, последовательный, параллельный, синхронный, асинхронный, конвейерный) и состоянию производственной транспортной системы; 2) в потоке операций правильного ТП каждая из них принадлежит множеству готовых (обеспеченных входными ресурсами); 3) общими требованиями правильного выполнения ТП являются отсутствие дефектов (несоответствий технологии), в том числе таких существенных, как «запуск операции при неготовности ее входных ресурсов» и «отсутствие или длительная задержка запуска при готовности входных ресурсов».

Триггерные (спусковые) функции представляют собой предикат над множеством операторов и логических условий в операторной схеме (включая в



общем случае дополнительные, учитывающие цикличность, конвейерность и историю процесса) и задают максимально параллельный асинхронный процесс [4]. На модельном уровне триггерная функция (согласно определению асинхронных схем) представляется как $TF_i: E_i \rightarrow a_i^s$, где E_i - совокупность событий, характеризующих готовность входных аргументов для i -го оператора, a_i^s - событие запуска оператора. В качестве таких событий могут использоваться признаки готовности выходных ресурсов предшествующих операторов, активизация ресурсных связей, значения влияющих на ТП логических условий.

Для схемы на рис. 1а система триггерных функций включает: $TF_1 = e_0$; $TF_2 = e_1$; $TF_3 = e_1$; $TF_4 = e_1$; $TF_5 = e_2 \wedge o_2^1$; $TF_6 = e_2 \wedge o_2^0$; $TF_7 = (e_3 \wedge e_4)$; $TF_8 = (e_5 \wedge o_2^1) \oplus (e_6 \wedge o_2^0)$; $TF_9 = (e_7 \wedge e_8)$, где e_i - признак окончания i -го оператора; o_2^1 и o_2^0 - значения 1 и 0 логического условия, проверяемого операцией O_2 ; $\oplus$ - исключающее ИЛИ.

Метод диагностики на основе триггерных функций операций является диагностической интерпретацией асинхронного подхода к управлению ТП [5,6]. По значению TF_i проверяется правильность или дефект запуска операции, для чего вычисляется значение диагностической функции $DF_i^s(TF_i, a_i)$: $(a_i^s = 1) \wedge (TF_i = 1) \rightarrow d_i^s = 0$, $(a_i^s = 1) \wedge (TF_i = 0) \rightarrow d_i^s = 1$, где индекс s означает *start*. При его применении оперативно обрабатывается диагностическая информация о ТП: «какие операции запускаются и выполняются в текущий момент времени?», «нет ли останова процесса (выполняется ли хотя бы одна операция)?», «есть ли ложный запуск операций и каких?», «какие операции готовы для выполнения по совокупности всех ресурсов и условий?», с возможным дальнейшим анализом результатов («почему при готовых ресурсах операция не запускается?», «какие ресурсы для данной операции не обеспечены?», «почему готовая операция не выполнялась?»).

Развитие метода диагностики ТП по триггерным функциям операций заключается в расширении перечня обнаруживаемых дефектов за счет тайминга событий запуска и окончания операций.

Триггерно-временная функция операции представляется как $TTF_i = (TF_i, T_i)$, где T_i - фактический период времени с момента принятия единичного значения триггерной функции операции (т.е. ее готовности к запуску) по момент ее запуска.

На рис. 1б представлен вариант координатной схемы ТП, соответствующий схеме на рис. 1а, с заданными длительностями операций и периодов задержки их запуска от момента готовности выходных ресурсов предшествующих операций. Например, для O_7 длительность периода готовности $T_7 = (t_{13} - t_8)$, где индекс при t показывает номер события на оси времени. В общем случае величина T_i отсчитывается от времени завершения той операции из предшествующих i -ой, которая завершается последней, т.е. $T_i = \min(t_k, t_i)$.

Дефект отсутствия запуска операции в течение нормируемого времени с момента готовности входных ресурсов определяется как $DF_i^{ns}(TF_i, T_i, T_i^n)$: $(T_i < T_i^n) \rightarrow d_i^{ns} = 0$, $(T_i > T_i^n) \rightarrow d_i^{ns} = 1$, где индекс ns означает «no start», T_i^n - нормируемый период времени с момента принятия единичного значения триг-



герной функции.

Дефект задержки запуска операции имеет вид: $DF_i^{sd}(TF_i, T_i, T_i^n, k^n) : (T_i < k^n T_i^n) \rightarrow d_i^{sd} = 0, (T_i > k^n T_i^n) \rightarrow d_i^{sd} = 1$, где индекс ^{sd} означает start delay, $k^n > 1$ - коэффициент, учитывающий допустимость увеличения нормативного времени T_i^n для заданной технологии (т.е. при снижении требований контроля).

В рамках триггерно-временной диагностики перспективным представляется анализ ТП на основе сопоставления фактического и требуемого (нормативного) времени задержки запуска операции относительно времени принятия триггерной функции значения 1, т.е. значения коэффициента оперативности $k_i^o = T_i / T_i^n$.

При $k_i^o = 0$ триггер срабатывает одновременно с готовностью всех выходных ресурсов предшествующих операций (максимальная оперативность); при $k_i^o < 1$ запуск операции происходит в пределах нормы времени; при $k_i^o = 1$ запуск операции находится на пределе нормы; при $k_i^o > 1$ имеется задержка запуска.

В такой постановке возможно формулирование совокупного показателя асинхронности (быстродействия, интенсивности) процесса как функции от значений коэффициента оперативности всех его операций $K^{as} = f(k_1^o, k_2^o, \dots, k_m^o)$. Очевидно, что при $K^{as} = 0$ (у всех операций нет задержек запуска) имеет место полностью асинхронный, максимально параллельный ТП [5], что соответствует стратегии обеспечения максимальной производительности транспортной системы.

При осуществлении контроля длительностей выполнения операций, традиционного для железнодорожных ТП, данные дефекты могут быть дополнены и модифицированы путем учета событий окончания операции. Подход обладает универсальностью и результативностью, поскольку любой ТП может быть представлен ресурсной схемой; для каждой операции может быть задана триггерно-временная функция; реконфигурации ТП (перестановка в пространстве и времени операций, независимых по входным и выходным ресурсам, переход от одной степени их распараллеливания к другой, плановое или ситуационное перераспределение по координатам) не изменяют его систему триггерно-временных функций. Диагностическая модель на основе ресурсной схемы и триггерно-временных функций неизменна для любой конфигурации ТП (является диагностическим инвариантом) и эффективна для применения при его реконфигурациях. Применение триггерно-временной диагностики ТП позволяет не только подтверждать правильность его реконфигураций и обнаруживать соответствующие дефекты, но и создает основу для обеспечения высокой (в идеале - максимальной) производительности за счет асинхронных параллельных методов управления операциями. Подход обладает возможностью дальнейшего развития для задач предиктивной диагностики, поскольку операторные схемы представляют процесс видимым в перспективе, а формирование триггерных функций операций упреждает их запуск. Применение схем ТП и триггерно-временных функций дает эффект не только при мониторинге и диагностике, но и при решении таких важных задач, как анализ, верификация и реинжиниринг



технологий, имитационное моделирование, разработка стандартных электронных паспортов процессов, обеспечение функциональной безопасности систем.

Пример практической реализации средств диагностики ТП представлен в [7].

Литература

1. О программе мероприятий по расширению применения процессного подхода в управлении холдингом «Российские железные дороги». № 1712р от 23.08.2017 г. М.: ОАО «РЖД», 2017. 4 с.
2. Основы технической диагностики: модели объектов, методы и алгоритмы диагноза / В.В. Карибский, П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян, В.Ф. Халчев. М.: Энергия, 1976. 464 с.
3. Никищенков С.А. Автоматизированное технологическое диагностирование железнодорожных систем с использованием операторных схем процессов. Самара: СНЦ РАН, 2007. 179 с.
4. Нариньяни А.С. Теория параллельного программирования: формальные модели // Кибернетика, 1974. №3; №4.
5. Никищенков С.А. Спусковые функции и контроль процессов // Обзорение прикладной и промышленной математики, 2004. Т.11, вып.2. С.380.
6. Nikishchenkov S.A. Methods for monitoring of reconfigurable transport systems based on trigger functions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, 194. doi:10.1088/1755-1315/194/6/062025.
7. Nikishchenkov S.A., Asabin V.V., Tretyakov G.M., Moskvichev O.V., Romanova P.B. Diagnostics of multioperation processes using basic cells of digital homogeneous structures. Russian Electrical Engineering, 2020, 91. doi:10.3103/S106837122003013X.

С.А. Сарычева

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ПОЛИГОНЕ МОСКОВСКОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОЛЬЦА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Введение

Железнодорожный комплекс является связующим звеном единой экономической базы, обеспечивающей стабильную деятельность транспортных перевозок, эффективность работы движения поездов. Существующие системы управления железнодорожного транспорта требуют новых подходов к функционированию.

Именно поэтому целью данной работы является обоснование применения интеллектуальной системы управления железнодорожного транспорта на полигоне МКЦ.



Программно-технический комплекс ИСУЖТ формирует расписание движения, рассчитывает и задает маршруты каждому поезду через модуль автоматической установки маршрутов, передает график в бортовую аппаратуру каждого поезда и отслеживает его выполнение. При этом системой ИСУЖТ контролируются:

- поездное положение на базе подсистемы диспетчерской централизации и индикация информации на табло;
- выполнение графика движения поездов и их идентификация, включая отображение отклонений движения поездов от графика на мнемосхемах на табло у диспетчеров;
- движение поездов и приготовление маршрутов, включая контроль занятости путей, установки маршрутов, режимов рельсовых цепей (автопропуск), а также режимов станций;
- отказы технических средств;
- проведение плановых «окон» для организации ремонтных работ на участке, включая отображение времени их выполнения, подготовку диспетчерских распоряжений для начала и завершения ремонтных работ.

Кроме того, ведется подготовка диспетчерских регистрируемых приказов по организации и проведению всех необходимых работ на полигоне МЦК.

Была разработана и внедрена бессветофорная технология интервального регулирования на перегонах и станциях кольца на базе применения идеологии «подвижных блок-участков». Такое решение позволило существенно сократить интервал попутного следования поездов, значительно повысив пропускную способность линии с безусловным обеспечением безопасности движения.

В качестве инструмента реализации была выбрана система интервального регулирования на перегонах и станциях с тональными рельсовыми цепями на базе аппаратуры АБТЦ-МШ с применением кодовой защиты сигнала тональных рельсовых цепей, кодирования рельсовых цепей многозначной сигнализацией АЛС-ЕН и возможностью передачи информации на локомотив о занятости участков пути по цифровому радиоканалу.

Важным элементом предложенной технологии в части обеспечения безопасности движения стала разработка алгоритмов определения расчетной точки остановки поезда (рис. 1). При этом каждый поезд получает посредством сигналов АЛС-ЕН информацию о количестве свободных впереди рельсовых цепей (от 0 до 10 без учета защитной рельсовой цепи). Бортовой комплекс безопасности рассчитывает расстояние до точки остановки с фактической скоростью поезда на основе данных о длинах рельсовых цепей, записанных в электронную карту бортового комплекса.

Принципиальной особенностью системы интервального регулирования на МЦК является возможность использования центра радиоблокировки (РБЦ), созданного на основе отечественных аппаратно-программных средств и действующих каналов цифровой радиосвязи. Поскольку на кольце эксплуатируются электропоезда ЭС2Г «Ласточка» с контролем целостности состава, становится возможным применение алгоритма интервального регулирования на



«хвост» впереди идущего поезда, что позволяет минимизировать интервал следования и обеспечить максимальную пропускную способность перегонов и участков.

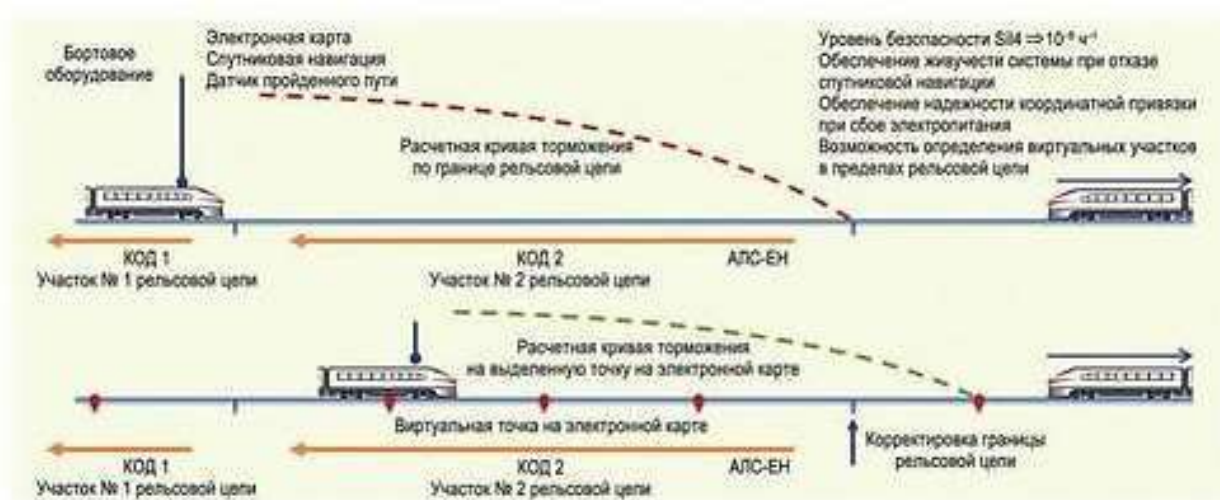


Рис. 1. Определение расчетной точки остановки поезда

Фактически, регулирование «на хвост» впереди идущего поезда означает переход к координатной системе интервального регулирования, в которой важная роль принадлежит подсистеме позиционирования поездов.

В целом структура нововведенной на МЦК системы интервального регулирования является многоуровневой и включает в себя: центр радиоблокировки; бортовой комплекс безопасности электропоездов «Ласточка»; подсистему цифровой связи GSM-R/ LTE; подсистему микропроцессорной централизации (МПЦ); подсистему автоблокировки (АБТЦ-МШ); напольную инфраструктуру стрелок, светофоров и рельсовых цепей.

Основная задача центра радиоблокировки заключается в применении алгоритма координатного регулирования движения электропоездов «Ласточка» и решается путем выполнения следующих функций:

- прием и обработка информации о местоположении каждого поезда, их целостности, а также прием данных от микропроцессорной системы централизации и подсистемы автоблокировки АБТЦ-МШ о состоянии рельсовых цепей;
- определение соответствия принятой информации о местонахождении поезда с полученными данными о занятости рельсовых цепей;
- расчет на основании полученных данных длины разрешенного участка следования и допустимой скорости для каждого поезда, находящегося в зоне управления РБЦ;
- передача на борт разрешения на движение отдельно для каждого поезда, включающего следующие данные: длину разрешенного участка следования; количество свободных рельсовых цепей впереди поезда; информацию о координатах реперных точек на маршруте следования (частоты и идентификаторы рельсовых цепей); величину допустимой скорости.



– Передача указанных данных на поезда осуществляется по каналам системы цифровой радиосвязи.

Для обмена информацией с подвижным составом предусмотрены цифровые каналы радиосвязи типа GSM-R и POPC GSM, LTE. Сеть связи GSM-R является специализированной сетью железнодорожной связи, POPC GSM и LTE предоставляются публичными операторами мобильной связи.

Защита информации, передаваемой по цифровому радиоканалу, производится на основе сертифицированного программного обеспечения VipNet. Передача по двум каналам связи осуществляется в горячем резерве.

После организации безопасного соединения между бортовым комплексом и РБЦ с помощью VipNet выполняется процедура подключения на прикладном уровне и устанавливается соединение на уровне протокола Еврорадио.

Основной задачей бортового комплекса безопасности, установленного на электропоездах «Ласточка», является контроль допустимой скорости и разрешенного расстояния. Это достигается посредством:

- определения местоположения путем фиксации координат проследуемых реперных точек и пройденного пути в зоне действия РБЦ;
- обеспечения контроля целостности подвижного состава;
- приема формируемого РБЦ разрешения на движение;
- определения допустимой скорости и расчета кривой торможения на основе информации, получаемой от РБЦ и из каналов АЛС-ЕН;
- сравнения текущей скорости подвижного состава с допустимой скоростью и применения служебного и экстренного торможения при ее превышении;
- отображения принимаемой информации от РБЦ у машиниста.

Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что системы и информационные технологии, применяемые на полигоне МЦК, являются эффективным инструментом для расширения возможности передачи данных, для обеспечения безопасности движения поездов.

Литература

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации утвержденная приказом Минтранса России от 21.12.2010 г. № 286 (с изменениями, утвержденными приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 04.06.2012 №162, 13.06.2012 №164, 30.03.2015

№57, 09.11.2015 №330, 25.12.2015 №382, 03.06.2016 №145, 01.09.2016 №257, 30.01.2018 №36, 09.02.2018 №54).

2. Инструкция по технической эксплуатации устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки (утверждена и введена в действие распоряжением ОАО «РЖД» от «30» декабря 2015 г. № 3168р).

3. ПОТ РЖД-4100612-ЦШ-074-2015. Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте устройств сигнализации, централизации и



блокировки ОАО РЖД (утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 26.11.2015 № 2765р).

4. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р.

5. Ворона В.К. Условные графические обозначения устройств СЦБ: учебное иллюстрированное пособие. - М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007 г.

6. СЦБИСТ - железнодорожный форум, блоги, фотогалерея, социальная сеть URL: <http://scbist.com/> (дата обращения: 10.04.20).

Е.М. Тарасов, А.Е. Тарасова

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Введение

В настоящее время на сети железных дорог эксплуатируется свыше 10 тыс. переездов, в том числе оборудованных автоматической переездной сигнализацией – 8,5 тыс. штук. Функционально автоматическая переездная сигнализация состоит из трех составных частей: датчика информации о приближении поезда к переезду, устройства оповещения водителей автотранспорта и устройства управления ограждающими устройствами. В качестве ограждающих устройств используются переездные шлагбаумы и устройства заграждения переездов, оповестительным устройством на переезде является светофор, включающийся при вступлении поезда на участок приближения и сигнализирующий красным огнем и зуммер [1, 2].

Датчиком приближения поезда к переезду является электрическая рельсовая цепь, чувствительным элементом которой служат рельсовые линии участка приближения. Участок приближения – электрически изолированная рельсовая линия, с двух концов огражденная от смежных рельсовых линий изолирующими стыками. Длина участка приближения рассчитывается исходя из скорости поездов, курсирующих на участке, оборудованном переездом, и составляет $1,5 \div 2,0$ км. Функционально датчик дискретный, он срабатывает при вступлении приближающегося поезда на участок приближения, и от этой информации срабатывают устройства оповещения и ограждения. Т.к. длина участка приближения рассчитывается по условию максимальной скорости приближающегося поезда, то время закрытого состояния переезда для автотранспорта составляет 40-45 с, а если поезд движется медленно, то время закрытого состояния составляет $40 \div 50$ мин, и водители автотранспорта, не имея инфор-



мацию о приближающемся поезде, объезжают шлагбаум, на переездах иногда застревают автомобили, глохнут двигатели и т.д.

Машинист поезда не имеет информации о свободности переезда и не может заблаговременно привести в действие тормоза в случае наличия препятствия на переезде. Поэтому ежегодно происходит свыше 200 ДТП на переездах, иногда с автобусами, в результате гибнут люди, из инвентарного парка выводятся свыше 100 локомотивов, автотранспорт разбивается до состояния невозможности восстановления, сотни вагонов списываются.

Основной причиной значительного количества ДТП является низкая информативная возможность автоматической переездной сигнализации.

Материалы и методы

Информированность участников движения на переездах возможно повысить расширением функциональных возможностей существующей автоматической переездной сигнализации с добавлением модуля информирования машинистов поездов о свободности переезда для движения поезда М1, модуля автоматического приведения в действие тормозов поездов М2 в случае игнорирования локомотивными бригадами информации о занятости переезда автотранспортом или иным грузом, препятствующим движению поездов, модуля информирования водителей автотранспорта М3 о вступлении и движении поезда по направлению к переезду (рис. 1) [3].

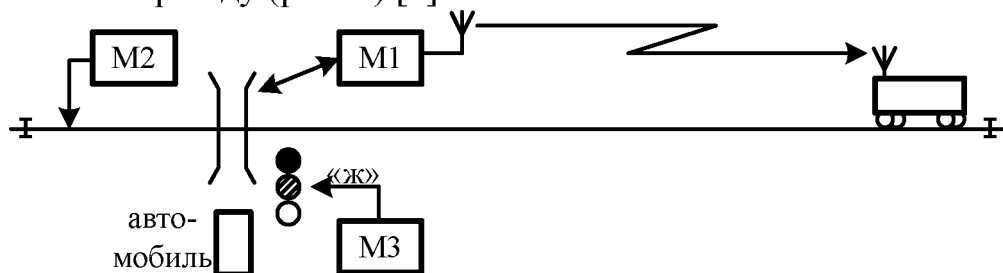


Рис. 1. Структурная схема переездной сигнализации с информационными М1, М3 и управляющими М2 модулями

Все эти модули функционируют с использованием данных о скорости и координатах движения поездов V_n с целью оптимизации времени закрытого состояния переезда и своевременного оповещения водителей автотранспорта о поездной ситуации, а также информирования локомотивных бригад. Координату и скорость поезда удобно вычислять, используя информацию комплексных амплитуд напряжений $\dot{U}$ и токов $\dot{I}$ на входе рельсовой линии участка приближения.

Координату и скорость поезда $V_n = f(\dot{U}, \dot{I})$ можно определить несколькими способами:

– по входному сопротивлению:

$$\underline{Z}_{ex} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}}, \quad \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{U_1}{I_1} e^{j(\varphi_U - \varphi_I)}; \quad (1)$$

– решающей функцией классифицирующего устройства:



$$d(X) = C_0 + C_1 U_1 + C_2 I_1 + C_3 \varphi_U + C_4 \varphi_I + C_5 U_1 I_1 + \dots + C_n \varphi_U \varphi_I, \quad (2)$$

где $C_0 \div C_n$ – коэффициенты полинома решающей функции;

$U_1, \varphi_U, I_1, \varphi_I$ – первичные измеряемые признаки;

$d(X)$ – решающая функция координаты поезда.

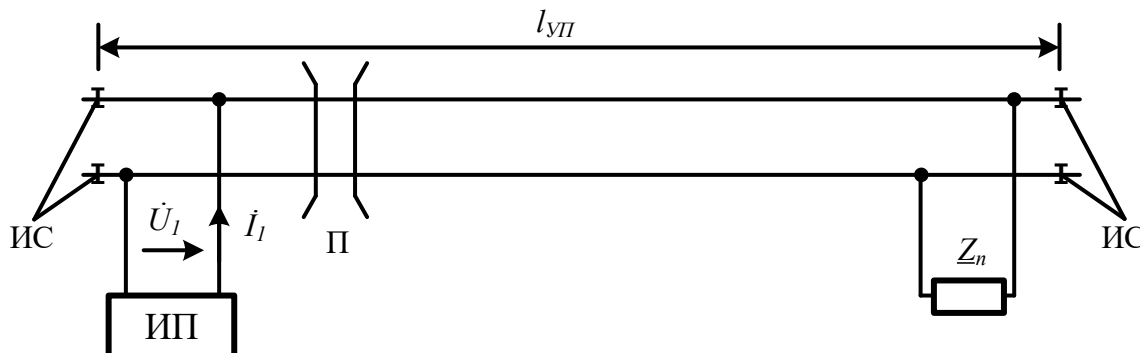


Рис. 2. Структурная схема рельсовой цепи участка приближения к переезду:

ИП – источник питания сигнала опроса рельсовой линии – чувствительного элемента датчика; ИС – изолирующие стыки; П – переезд; $\dot{U}_I, \dot{I}_I$ – комплексные амплитуды напряжений и токов на входе рельсовой линии; $l_{УП}$ – длина рельсовой линии участка приближения; Z_n – сопротивление нагрузки рельсовой цепи

Исходя из того, что чувствительным элементом датчика приближения являются рельсовые линии участка приближения, подверженные влиянию дестабилизирующих факторов и изменению первичных признаков рельсовых линий, функция входного сопротивления:

$$Z_{ex} = f(g, C, r, L, Z_n, Z_o),$$

где g – проводимость изоляции рельсовой линии; C – междурельсовая емкость; r, L – активное сопротивление и индуктивность рельсовой линии; Z_n, Z_o – комплексные сопротивления нагрузки и ограничителя тока в рельсовой линии, и поэтому определение координаты поезда и вычисление скорости по формуле

$$V_n = \frac{Z_{ex(t-1)} - Z_{ex(t)}}{\Delta l_{УП}} \quad (3)$$

неточное, что может привести к ошибкам I и II рода при управлении автоматической переездной сигнализацией.

Второй подход – использование решающей функции и принципа распознавания образов – более предпочтителен при определении координаты поезда, т.к. позволяет обеспечить инвариантность к наиболее влияющим и изменчивым параметрам [4], а именно к g и $Z_{PL} = r + j\omega L$.

При определении коэффициентов полинома решающей функции (2) можно воспользоваться принципами многомерной аппроксимации, при которой, добавляя новые координаты, например, по g и Z_{PL} , возможно добиться инвариантности к новым координатам. При этом необходимо учесть, что введение



новых координат ограничено, т.к. система уравнений получается несовместной, и количество строк $m \gg$, где m – количество строк, а n – количество столбцов – превышает десятки тысяч, а неизвестных коэффициентов $C_0 \div C_n$ – менее 20. Покажем алгоритм формирования системы уравнений. Каждое уравнение описывает определенную координату поезда $\Delta l_1, \Delta l_2, \dots, \Delta l_m$, а система составлена при одном значении g_i и сопротивлении рельсовой линии $Z_{P\pi i}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^1 x_j^1 + \dots = \Delta l_1; \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^2 x_j^2 + \dots = \Delta l_2; \\ \vdots \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^m + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^m x_j^m + \dots = \Delta l_m; \end{array} \right. \\ Z_{P\pi i} \vdots \\ \left\{ \begin{array}{l} C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^1 x_j^1 + \dots = \Delta l_1; \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^2 x_j^2 + \dots = \Delta l_2; \\ \vdots \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^m + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^m x_j^m + \dots = \Delta l_m; \end{array} \right. \\ \vdots \\ \left\{ \begin{array}{l} C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^1 x_j^1 + \dots = \Delta l_1; \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^2 x_j^2 + \dots = \Delta l_2; \\ \vdots \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^m + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^m x_j^m + \dots = \Delta l_m; \end{array} \right. \\ Z_{P\pi m} \vdots \\ \left\{ \begin{array}{l} C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^1 x_j^1 + \dots = \Delta l_1; \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^2 x_j^2 + \dots = \Delta l_2; \\ \vdots \\ C_0 + \sum_{i=1}^n C_i x_i^m + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_i^m x_j^m + \dots = \Delta l_m; \end{array} \right. \end{array} \right.$$



Полученная система уравнений решается известными методами [5]:

$$X \cdot C \cdot X^T = I \cdot X^T,$$

и определяются искомые коэффициенты C_{ij} , что позволяет получить решающую функцию вычисления координаты поезда, инвариантную к изменениям проводимости изоляции g и сопротивления рельсовой линии $Z_{рл}$.

Выводы

Модульное построение информационно-управляющей системы переездной сигнализации позволяет заблаговременно оповещать (с учетом координаты и скорости движения поезда) локомотивные бригады о свободности зоны переезда, а также автоматически приводить в действия тормоза при достижении поездом критической координаты и игнорировании требований остановки поезда в случае занятости переезда автотранспортом, воздействуя по рельсовому каналу связи. Использование решающей функции при определении координаты поезда позволяет обеспечить инвариантность к некоторым особо влияющим параметрам, например, изменениям проводимости изоляции g – в 10 раз, до 4 См/км и полного сопротивления рельсовой линии $Z_{рл}$ – в 2 раза, до 1,6 Ом/км.

Литература

1. Тарасов, Е.М Разработка информационно-управляющей системы переездной сигнализации с многопараметрическим датчиком координаты поезда [Текст] / Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017) : труды Междунар. науч.-техн. конф. – 2017. – С. 742-745.
2. Брылеев, А.М. Теория, устройство и работа рельсовых цепей [Текст] / А.М. Брылеев, Ю.А. Кравцов, А.В. Шишляков. – Москва : Транспорт, 1978. – 344 с.
3. Патент № 2281219. Способ управления автоматической переездной сигнализацией / Е.М. Тарасов. – Заявл. 14.02.2005. Опубл. БИ 10.08.2006.
4. Тарасов, Е.М. Обеспечение инвариантности к возмущающим воздействиям в рельсовых линиях [Текст] / Е.М. Тарасов, Д.В. Железнов, Н.Н. Васин, А.Е. Тарасова // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29. № 2. – С. 152-168.
5. Корн, М.Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г.А. Корн, Т.М. Корн. – М. : Наука, 1970. – 720 с.



Е.М. Тарасов, А.Е. Тарасова

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ПО НАПРЯЖЕНИЮ В РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Введение

Основным датчиком современных систем интервального управления движением поездов являются электрические рельсовые цепи, чувствительным элементом которых являются рельсовые линии. Топология схемы рельсовых цепей – одноканальная структура, реализованная разомкнутой системой без обратных связей. В качестве сигнала опроса рельсовых линий используются источники сигнала постоянного тока, переменного тока 25 Гц и 50 Гц, а также токовой частоты – 420 или 480 Гц, и в особых случаях источники с частотой 5 кГц.

Участки контроля – электрически изолированные от смежных рельсовых цепей рельсовые линии, которые, являясь линиями с распределенными параметрами с высокими потерями $g \gg 1$, $Z_{PL} \gg 1$, где $Z_{PL\text{norm}}$ – нормативное продольное сопротивление рельсовой линии на определенной частоте, или на постоянном токе: $Z_{PL(\text{пост.})} = 0,2(\text{Ом} \cdot \text{км})$, $Z_{PL(25)} = 0,5e^{j52^\circ}(\text{Ом} \cdot \text{км})$, $Z_{PL(50)} = 0,8e^{j65^\circ}(\text{Ом} \cdot \text{км})$, $Z_{PL(420)} = 4,9e^{j79^\circ}(\text{Ом} \cdot \text{км})$, $Z_{PL(480)} = 5,4e^{j80^\circ}(\text{Ом} \cdot \text{км})$, $Z_{PL(5000)} = 48,7e^{j88^\circ}(\text{Ом} \cdot \text{км})$ [1], значительно влияют на информативный сигнал на выходе рельсовой линии U , и, следовательно, U имеет значительный динамический диапазон изменения. Это приводит к пересечению пространства классов состояний и к ошибкам I и II рода [2, 3].

Рельсовые цепи и классификаторы состояний рельсовых линий, построенные на информации рельсовых цепей, не должны допускать ошибки I и II рода. Поэтому непрерывно ведутся работы по совершенствованию классификаторов состояний и поиску принципов обеспечения инвариантности классификаторов состояний рельсовых линий.

Материалы и методы

Классификация состояний рельсовых линий осуществляется по информации комплексной амплитуды напряжения на выходе рельсовой линии $U_2 e^{j\varphi} U_2$, на входе которой подключен источник сигнала опроса рельсовой линии [4].

Определим математическую модель комплексной передаточной функции по напряжению. Как правило, рельсовая линия с распределенными первичными параметрами:



$$\begin{cases} g_0 (\text{См/км}) - \text{проводимость изоляции рельсовой линии;} \\ r_0 (\text{Ом/км}) - \text{активное продольное сопротивление;} \\ L_0 (\text{Гн/км}) - \text{индуктивность рельсовой линии;} \\ C_0 (\text{Ф/км}) - \text{междурельсовая емкость;} \end{cases} \quad (1)$$

представляется двухпроводной схемой (рис. 1).

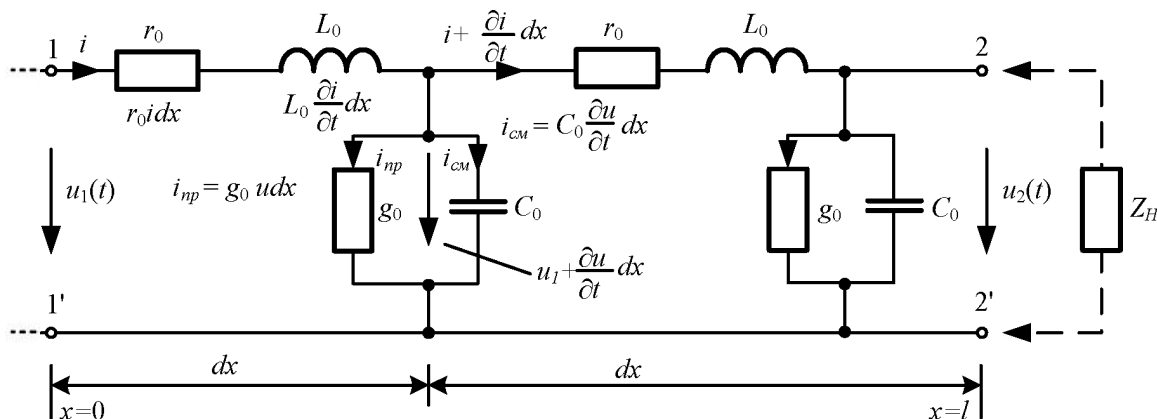


Рис. 1. Схема замещения элементарного участка рельсовой линии длиной dx

Как правило, рельсовая линия имеет равномерно распределенные первичные параметры. Электрические процессы, протекающие в рельсовых линиях (связь между напряжениями и токами) описываются уравнениями состояний двухпроводных длинных линий [5]:

$$\begin{cases} \dot{U} \\ \dot{I} \end{cases} = \begin{bmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{bmatrix} \begin{cases} U \\ I \end{cases} \quad (2)$$

Изменение значений первичных параметров, колебание частоты тока опроса рельсовых линий, сопротивлений изолирующих элементов от смежной рельсовой линии, являющихся дестабилизирующими и возмущающими воздействиями, приводит к изменению передаточной функции по напряжению $\dot{F}$ или току $\dot{F}$. Комплексная передаточная функция по напряжению имеет вид:

$$\dot{F} = \frac{\dot{U}}{\dot{U}_0} \quad (3)$$

где $\dot{F}$ – комплексная передаточная функция;

$\dot{U}$ – комплексная амплитуда напряжения на выходе рельсовой линии;

$\dot{U}_0$ – комплексная амплитуда напряжения на входе рельсовой линии.

Рассмотрим первое уравнение в системе (2):

$$\dot{U} = \dots \quad (4)$$

где $\dots$ в соответствии со схемой на рис. 2, где рельсовая линия представлена в виде четырехполюсной схемы замещения.

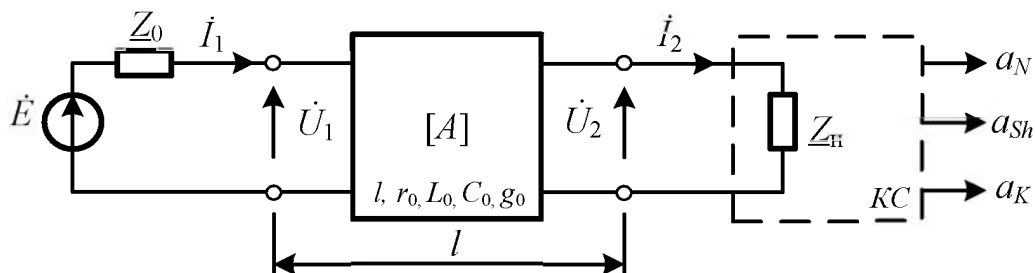


Рис. 2. Схема рельсовой цепи с четырехполюсной схемой замещения рельсовой линии: a_N, a_{Sh}, a_K – классы нормального, шунтового и контрольного режимов соответственно; КС – классификатор состояний; Z_n – входной импеданс классификатора состояний, являющийся нагрузкой рельсовой линии

Преобразуем (4) в соответствии с принятыми допущениями и получим:

$$\dot{U} = \frac{h \gamma l}{Z_n} \quad (5)$$

В соответствии с топологией схемы, представленной на рис. 2, с учетом второго уравнения системы (2) и допущения получим:

$$\dot{U} = \frac{+ \text{sh } \gamma l Z_o}{Z_n Z_o} \quad (6)$$

Приравняем (5) и (6), т.к. в левой части у обоих выражений $\dot{U}$:

$$\frac{h \gamma l}{Z_n} = \frac{\text{sh } \gamma l Z_o}{Z_n Z_o}$$

Определим передаточную функцию:

$$F$$

Для этого преобразуем предыдущее выражение:

$$F = \frac{Z_n + Z_o \text{sh } \gamma l}{Z_n} + \frac{\text{sh } \gamma l Z_n + \text{sh } \gamma l Z_o}{Z_n Z_o} \quad (7)$$

Разделим обе части выражения (7) на $\dot{U}$ и получим:

$$\begin{aligned} F &= \frac{Z_n + Z_o \text{sh } \gamma l}{Z_n} + \frac{\text{sh } \gamma l Z_n + \text{sh } \gamma l Z_o}{Z_n Z_o} = \\ &= \frac{Z_o (\text{ch } \gamma l Z_n + Z_o \text{sh } \gamma l) + \text{sh } \gamma l Z_n + \text{sh } \gamma l Z_o}{Z_n Z_o} \end{aligned} \quad (8)$$

Полученная математическая модель передаточной функции по напряжению (8) включает в себя первичные и вторичные параметры рельсовой линии, полное сопротивление нагрузки и ограничителя тока и длину рельсовой линии. Модель универсальная, она применима ко всем видам рельсовых цепей.



Выводы

В работе сформированная математическая модель передаточной функции рельсовой цепи как отношения комплексной амплитуды напряжения на выходе источника питания к комплексной амплитуде напряжения на входе классификатора позволяет анализировать влияние дестабилизирующих внешних факторов Z_o , Z_n , f_{uc} , первичных параметров рельсовой линии на информационный сигнал на входе классификатора $\dot{U}$ и учитывать динамический диапазон изменения информативного сигнала датчика при синтезе многопараметральных классификаторов состояний рельсовых линий.

Литература

1. Аркатов, В.С. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание / В.С. Аркатов, Ю.А. Кравцов, Б.М. Степенский. – М. : Транспорт, 1990. 295 с.
2. Тарасов, Е.М. Анализ дестабилизирующих воздействий на рельсовые линии и принцип обеспечения инвариантности классификатора [Текст] / Е.М. Тарасов, А.С. Белоногов // Вестник СамГУПС. – 2013. – № 4 (22). – С. 60-65.
3. Тарасов, Е.М. Обеспечение инвариантности к возмущающим воздействиям в рельсовых линиях [Текст] / Е.М. Тарасов, Д.В. Железнов, Н.Н. Васин, А.Е. Тарасова // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29. № 2. – С. 152-168.
4. Брылеев, А.М. Теория, устройство и работа рельсовых цепей [Текст] / А.М. Брылеев, Ю.А. Кравцов, А.В. Шишляков. – Москва : Транспорт, 1978. – 344 с.
5. Железнов, Д.В. Возмущающие воздействия на рельсовые линии и их компенсация принципами инвариантности / Д.В. Железнов, Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Транспорт, наука, образование в XXI веке: опыт, перспективы, инновации : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 25-29.

А.Е. Тарасова

РАЗРАБОТКА ИНВАРИАНТНОГО АЛГОРИТМА КЛАССИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЙ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ УЧАСТКОВ ПРИБЛИЖЕНИЯ К ПЕРЕЕЗДАМ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Введение

Выходной сигнал рельсовой линии – комплексная амплитуда $U_2 e^{j\varphi_{U_2}}$ – подвержен влиянию дестабилизирующих факторов, связанных с изменением в широких пределах междурельсовой проводимости g_0 (См/км), полного сопро-

тивления рельсовой линии $Z_{PL} e^{j\varphi Z_{PL}}$, сопротивления ограничителя тока Z_o и согласования аппаратуры питания с входным сопротивлением рельсовой линии, а также сопротивления нагрузки Z_n [1, 2]. Также на устойчивую классификацию состояний рельсовых линий оказывают влияние внешние воздействия в виде полного сопротивления изолирующих стыков Z_{uc} , сопротивления рельсов относительно земляного тракта Z_{ac} , вызванного асимметрией сопротивлений заземления рельс на опоры контактной сети, металлических конструкций мостовых сооружений и т.д. Множество сопротивлений, проводимостей, между-рельсовых емкостей и индуктивностей рельсовых линий:

$$m_2 = \{Z_{PL} = f(L_0, r_0); g_0, C_0, Z_n, Z_{uc}, Z_o, Z_{ac}\} \quad (1)$$

составляет алфавит дестабилизирующих факторов, вносящих возмущения в устойчивую классификацию состояний рельсовых линий и проводящих к появлению ошибок I и II рода.

Из-за того, что ошибки I и II рода при классификации состояний рельсовых линий недопустимы по условиям безопасности движения [3], становится актуальной задача разработки инвариантного алгоритма классификации состояний рельсовых линий.

Материалы и методы

Наиболее широко в настоящее время используются два вида обеспечения инвариантности выходного сигнала объекта к дестабилизирующим воздействиям, а именно: обеспечение координатной инвариантности и принцип многоканальности. Первый подход предполагает наличие возможности измерения дестабилизирующих параметров и их координатной компенсации [4].

Наиболее удачно применение первого подхода к обеспечению инвариантности информативных параметров – признаков, характеризующих состояние рельсовых линий участков приближения к переезду и позволяющих определять координату приближающегося поезда. В данном применении максимальным дестабилизирующим параметром является проводимость изоляции участка переезда g_n , которую из-за ограниченной длины рельсовой линии l_n можно считать сосредоточенным координатным воздействием. Структурная схема рельсовой линии участка приближения к переезду представлена на рис. 1.

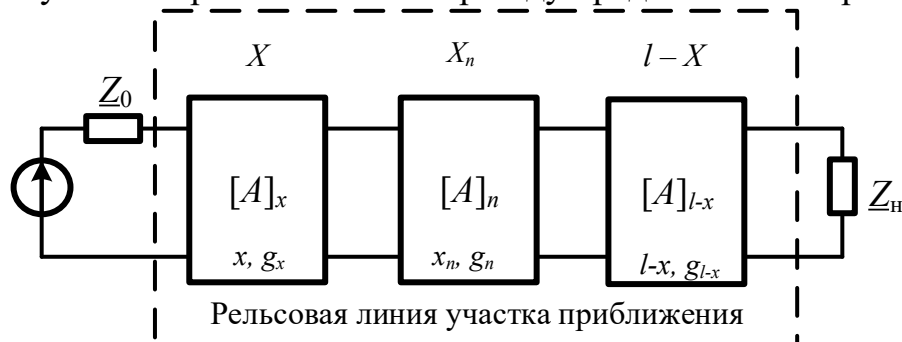


Рис. 1. Декомпозиция структурной схемы участка приближения к переезду:

X – расстояние от источника питания до переезда; X_n – длина переезда;

$(l - X)$ – расстояние от переезда до нагрузки РЛ



Если участок приближения к переезду РЛ УП имеет длину около 1500 м, то длина четырехполосника рельсовой линии переезда составляет всего 10 м, на котором проводимость изоляции от 10 до 100 раз выше, чем g_x и на $g_{(l-x)}$, $g_n \gg g_x$ [5].

Структурная схема воздействия в виде проводимости изоляции на датчик классификатора состояний рельсовых линий участка приближения имеет вид:

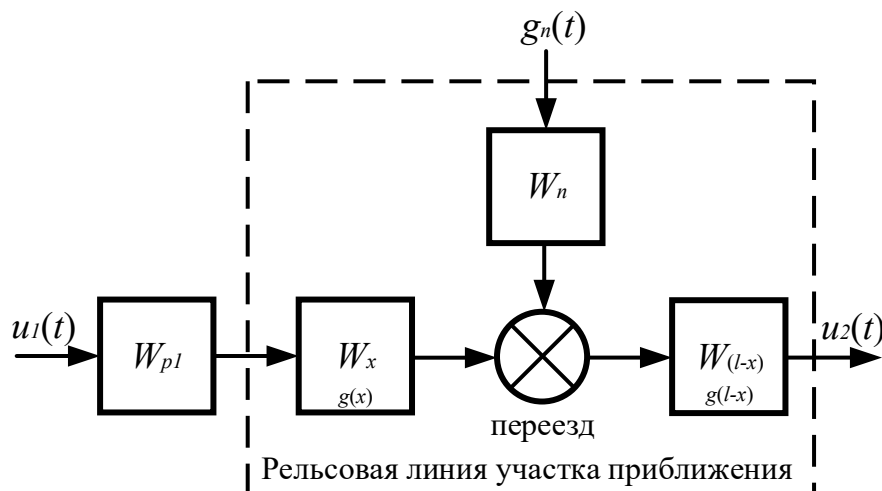


Рис. 2. Структурная схема воздействия возмущения на рельсовую линию переезда

Дифференциальное уравнение системы имеет вид

$$u_2(t) = W_{p2}(D)W_{(l-x)}(D)W_n(D)g_n(t) + W_{p1}(D)W_x(D)W_{(l-x)}(D)u_1(t), \quad (2)$$

где D – оператор дифференцирования;

$W_x(D), W_n(D), W_{(l-x)}(D)$ – операторы компонент рельсовой линии, а именно:

$W_x(D)$ – передаточная функция по напряжению участка рельсовой линии от источника до переезда;

$W_n(D)$ – передаточная функция по напряжению участка переезда;

$W_{(l-x)}(D)$ – передаточная функция по напряжению участка рельсовой линии от переезда до конца рельсовой линии.

Компенсировать возмущения в виде проводимости изоляции переезда, расположенного на расстоянии x (км) от источника питания, затруднительно, поэтому возможно перенести без потери информативности координату воздействия возмущения в начало рельсовой линии путем организации дополнительного звена и операции суммирования. Тогда, если на участке переезда из-за высокой проводимости происходит снижение сигнала опроса рельсовой линии, то на входе в рельсовую линию происходит приращение сигнала по модулю, равному снижению на участке переезда, т.е. происходит компенсация, и тем самым обеспечивается инвариантность к изменению проводимости изоляции на участке переезда.

Структурная схема инвариантного классификатора с координатной компенсацией представлена на рис. 3.

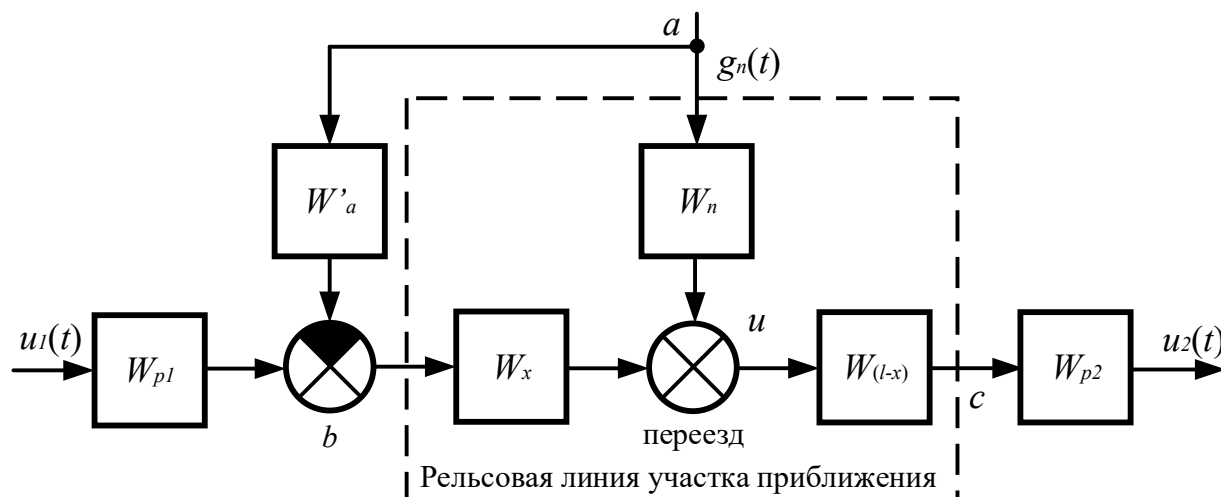


Рис. 3. Структурная схема инвариантного классификатора с координатной компенсацией

Дифференциальное уравнение классификатора, представленного на рис. 3, имеет вид:

$$u_2(t) = W_{p2}(D)W_{o2}(D)[W_n(D) - W'_n(D)W_x(D)]g_n(t) + W_{p1}(D)W_x(D)W_{(l-x)}(D)W_{p2}(D)u_1(t). \quad (3)$$

Для обеспечения инвариантности согласно уравнению (3), необходимо выполнение условия равенства нулю составляющей:

$$W_{au}(D) = W_n(D) - W'_n(D)W_x(D) = 0, \quad (4)$$

где $W_{au}(D)$ – дифференциальная передаточная функция на участке a_u .

Для осуществления равенства нулю (4) необходимо иметь 2 канала передачи возмущения, а именно: канала $W_n(D)$ и $W'_n(D)W_x(D)$, и обеспечить равенство передаточных функций каналов. Если канал передачи возмущения $g(t)$ через звено $W_n(D)$ является естественным, то второй канал передачи $g(t) - W'_n(D)W_x(D)$ является искусственным.

Техническая реализация искусственного канала может быть осуществлена путем измерения $Z_{ex}(t)$ рельсового четырехполюсника в начале рельсовой линии на повышенной частоте, когда $Z_{ex}(t) \approx g(t)$, и путем воздействия на сигнал опроса рельсовой линии $u_1(t)$ с обратным знаком. Тогда на входе рельсовой линии будет обеспечен уровень сигнала $u_1(t) + \Delta u_1(t)$, где $\Delta u_1(t)$ – составляющая приращения напряжения, изменяющаяся по закону изменения $g(t)$, а в координате u происходит снижение сигнала опроса примерно на величину $-\Delta u_1(t)$, и этим самым обеспечивается компенсация воздействия $g_n(t)$ на сигнал опроса рельсовой линии.

Выводы

В настоящее время в связи с увеличением веса и скоростей поездов увеличилось множество дестабилизирующих воздействий на рельсовые линии участков приближения к переезду. Наиболее существенный вклад во флуктуацию сигнала опроса рельсовых линий вносит изменение в широком диапазоне



проводимости изоляции рельсовых линий $g_n(t)$ из-за засорения настила переезда сыпучими грузами. Предложенный в работе принцип компенсации изменения сигнала опроса датчика – рельсовой линии – позволяет обеспечить инвариантность сигнала опроса рельсовой линии к изменению проводимости изоляции рельсовой линии в широком диапазоне.

Литература

1. Тарасов, Е.М. Разработка информационно-управляющей системы переездной сигнализации с многопараметрическим датчиком координаты поезда [Текст] / Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017) : труды Междунар. науч.-техн. конф. – 2017. – С. 742-745.
2. Патент № 2281219. Способ управления автоматической переездной сигнализацией / Е.М. Тарасов. – Заявл. 14.02.2005. Оpubл. БИ 10.08.2006.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации : утв. Министерством транспорта РФ 21.12.2010 г. № 286.
4. Самонастраивающиеся системы. Справочник / под общей ред. П.И. Чинаева. – Киев : Наукова думка, 1969. – 530 с.
5. Тарасов, Е.М. Обеспечение инвариантности к возмущающим воздействиям в рельсовых линиях [Текст] / Е.М. Тарасов, Д.В. Железнов, Н.Н. Васин, А.Е. Тарасова // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29. № 2. – С. 152-168.

А.Е. Угарин, М.В. Додонов

МОБИЛЬНЫЕ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (Самарский университет)

Системы железнодорожной автоматики и телемеханики имеют важную роль в организации качественной, бесперебойной и безопасной работы железнодорожного транспорта. В существующих системах железнодорожной автоматики и телемеханики одним из основных элементов являются датчики оперативной и достоверной информации о состоянии путевой инфраструктуры и подвижном составе, которые могут строиться на разных принципах [1]. В настоящее время такие датчики часто устанавливаются стационарно.

С развитием высокоскоростного движения поездов все более ужесточаются требования к объектам и устройствам инфраструктуры железнодорожного транспорта. Поэтому становится актуальным вопрос мобильных решений в области контроля занятости путевой инфраструктуры, мониторинга текущего состояния различных систем и автоматизации этих решений [2].

Задачами данной работы является разработка комплексной надежной контрольно-измерительной системы, с целью диагностики и мониторинга технического состояния вагонных составов, позволяющей своевременно выявлять



предотказные состояния элементов в режиме реального времени без ограничений по скорости движения составов и прототипирование клиентской части системы. Упрощенная схема системы представлена на рисунке 1.

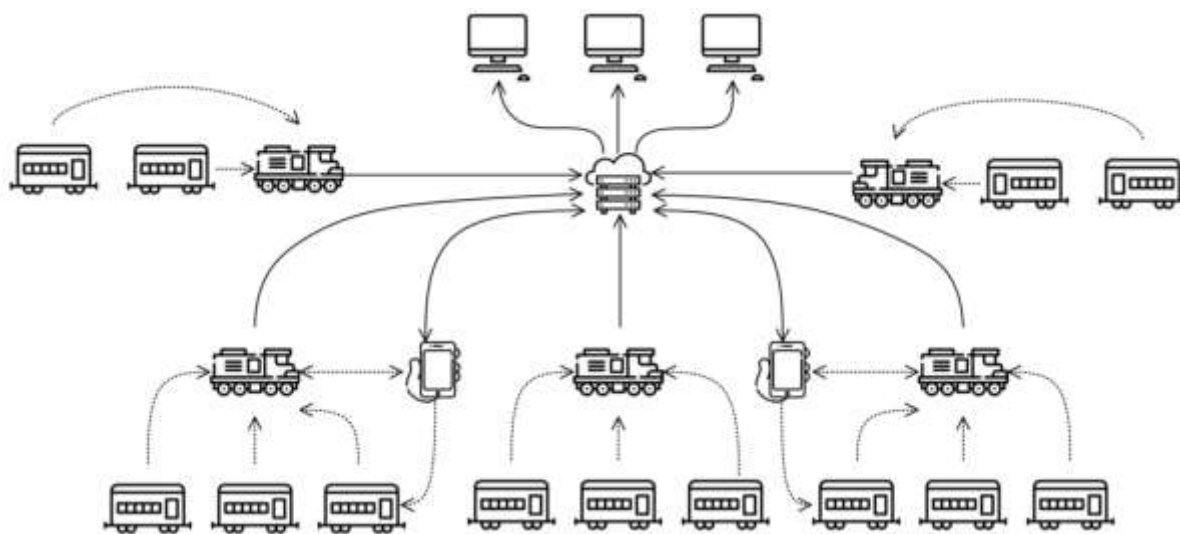


Рис. 1. Упрощенная схема системы

С помощью стационарного компьютера можно обратиться к клиентской части системы для просмотра журнала и мониторинга состояния. Смартфон может служить как средством просмотра данных на сервере, так и средством настройки и отладки объектов системы, когда они не имеют прямого доступа к сети интернет.

Решением служит автоматизированная система контрольно-измерительных датчиков, состоящая из: центрального блока, устанавливающегося на вагонном составе, базовой станции, устанавливающейся на локомотив, набора необходимых измерительных датчиков в центральном блоке. Центральный блок принимает поступающие сигналы датчиков и переводит их в вид, готовый к отправке на базовую станцию. Базовая станция выступает в роли посредника по передаче всех собранных данных с центральных блоков на сервер. Объектная схема предметной области представлена на рисунке 2.

Данные, собранные на центральном сервере, могут быть представлены пользователю в удобном для просмотра виде, с помощью клиентского приложения, как на персональном компьютере, так и на смартфоне. Клиентская часть смартфона позволяет иметь прямое подключение к центральному блоку и базовой станции с целью их отладки и настройки, просмотра данных без предварительной передачи на сервер.

Более подробно устройство системы можно увидеть на структурной схеме системы, которая изображена на рисунке 3. Внутри замкнутой системы локомотива и вагонов объекты передают данные без прямого доступа к сети интернет по протоколу WiFi или Bluetooth, осуществляется весь сбор данных по локальной сети для установленной базовой станции. Базовая станция по протоколу HTTP с помощью сетей GSM выгружает данные на центральный сервер.



Клиентская часть системы с помощью подсистемы взаимодействия с центральным сервером позволяет просмотреть данные, отправив соответствующий запрос к API сервера для получения данных из БД.



Рис. 2. Объектная схема предметной области системы

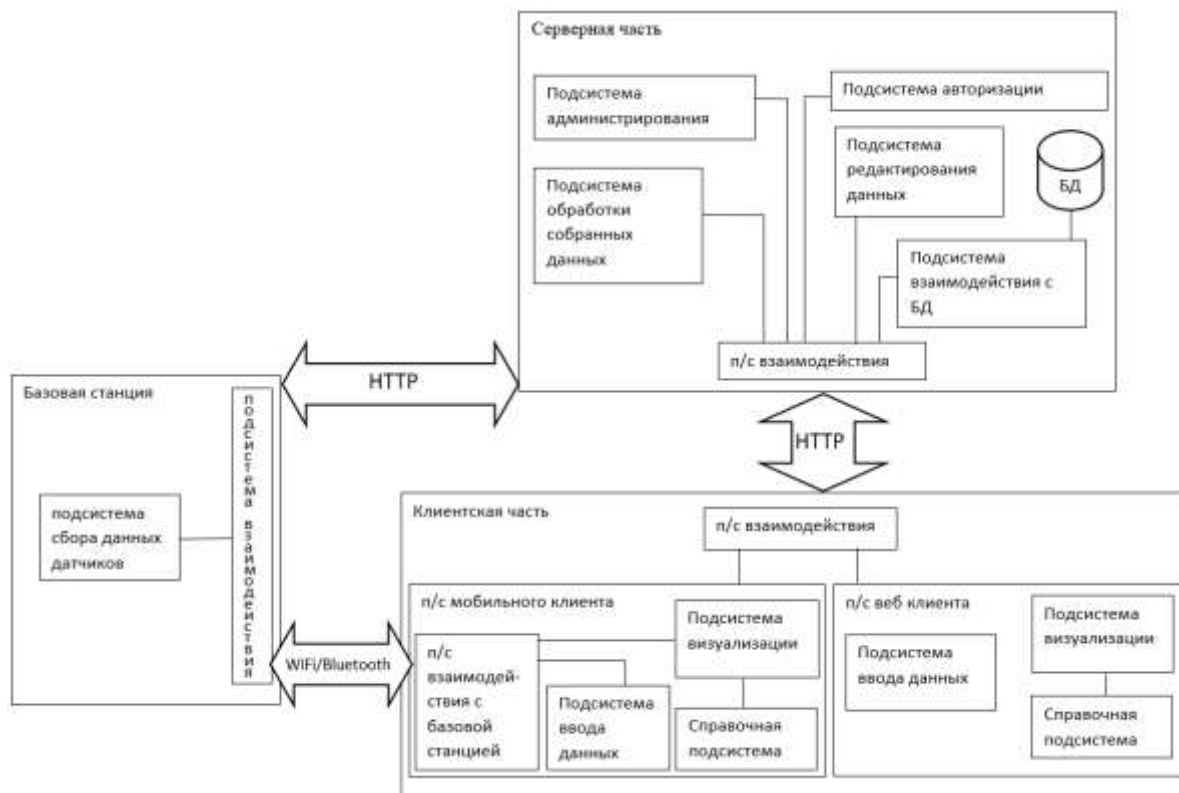


Рис. 3. Структурная схема системы



В соответствии с представленной задачей был разработан прототип интерфейса пользовательского интерфейса клиентской части системы (см. рисунок 4). Панель управления – одна из доступных вкладок системы, которая позволяет просмотреть общие собранные данные установленных датчиков, статистику работы системы, информацию о последней активности.

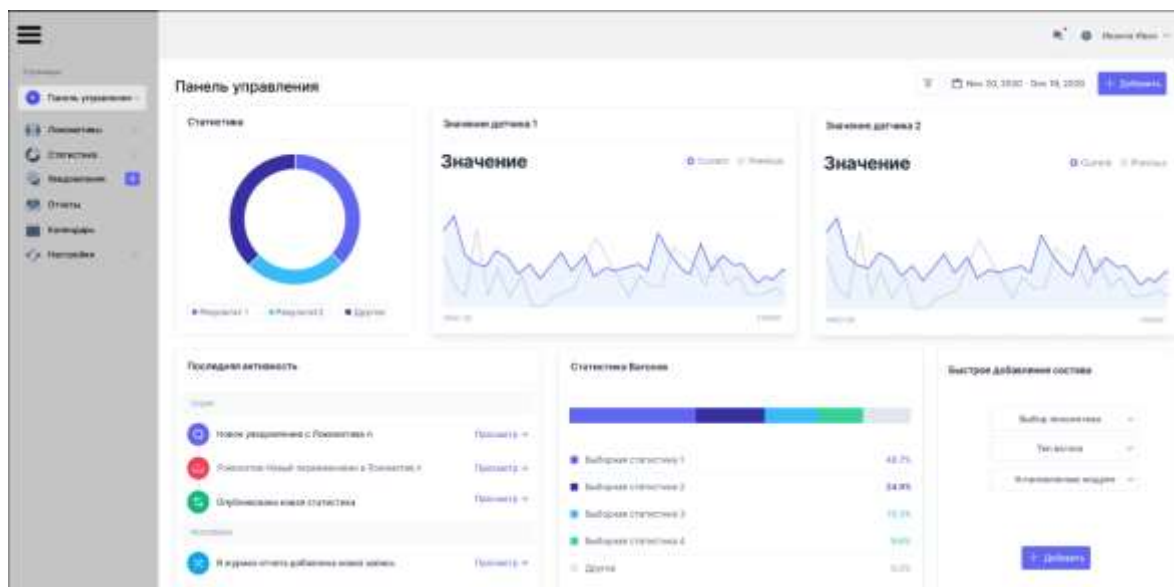


Рис. 4. Прототип пользовательского интерфейса системы

Подробно описывает работу клиентской части системы диаграмма вариантов использования системы (см. рисунок 5). Пользователю необходимо пройти авторизацию для получения доступа к работе с системой, после чего ему предоставляется доступ ко всем её функциям. Например, пользователь может просмотреть отчет за выбранный временной период и выбранные вагонные составы, управлять ими, а именно, добавлять, редактировать или удалять объекты и информацию о них.

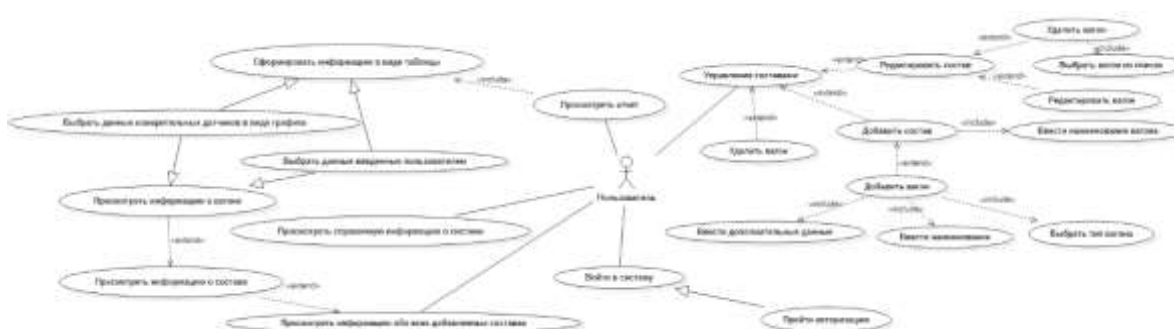


Рис. 5. Диаграмма вариантов использования системы

Таким образом, разработанная система решает поставленные задачи. Клиентская часть системы, являющаяся веб-приложением, доступна как на стационарном компьютере, так и на мобильном устройстве, обладает простым ин-



терфейсом пользователя и соответствующим задачи функционалом. С точки зрения разработки аппаратной части системы, центральный блок, содержит в себе контроллер для обработки данных датчиков. Данная система может быть расширена любыми измерительными датчиками, необходимыми для данной области использования. Область использования системы может быть расширена для других видов транспорта (например, автомобильный, водный и т.д.).

Литература

1. Осадчий Г. В., Лыков, А. А. Система диагностики и удаленного мониторинга состояния железнодорожного пути. Системы поддержки принятия решений / Г. В. Осадчий, А. А. Лыков // Открытое образование. – 2011. – № 2. – С. 221-224.
2. Бурченков В. В. Автоматизированные системы контроля подвижного состава: учеб. пособие / В. В. Бурченков – Гомель : БелГУТ, 2020. – 226с.

Ю.А. Фролова, Ю.В. Веселова

ВНЕДРЕНИЕ CRM-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В нынешних условиях транспортным компаниям стало в значительной степени сложнее предоставлять свои услуги и удерживать клиентов. Клиенты стали тщательнее «считать деньги», торговаться и экономить. Потребительский спрос смещается в сторону более дешёвых предложений, клиенты отказываются от всех дополнительных и необязательных сопутствующих услуг. Конкуренция на внутренних рынках и с иностранными компаниями усиливается.

Следовательно, в нынешних условиях российским транспортным предприятиям необходимо изменить тактику своей работы. Основные проблемы, с которыми могут столкнуться или уже столкнулись предприятия реального сектора российской экономики, – это снижение спроса на услуги, отток клиентов и снижение прибыли. Поэтому одной из первостепенных задач бизнес-менеджера является удержание клиентов, снижение затрат и повышение эффективности бизнес-процессов транспортной компании [4].

Главной стратегией успешного существования и развития современных транспортных компаний в дальнейшем прогрессивно становится эффективное управление своими взаимоотношениями с клиентами.

Построение отношений с клиентами в соответствии с текущими рыночными тенденциями является наиболее важным аспектом, на котором организация должна сосредоточиться. Различия и известность теперь являются наиболее устойчивыми и подтверждают, что развитие хороших отношений с клиентами является обязательным.



На современном этапе, существует множество различных информационно-аналитических систем, которые в значительной мере упрощают процесс принятия управленческих решений, а также позволяют повышать эффективность таковых, благодаря тому, что помогают корректно отобразить все необходимые показатели.

Одной из таких систем является CRM-система. CRM-система – это система управления взаимоотношениями с клиентами от англ. CustomerRelationshipManagement. Управление взаимоотношениями с клиентами - это верная концепция или стратегия укрепления отношений с клиентами и одновременного снижения затрат и повышения производительности и прибыльности бизнеса. Идеальная CRM-система представляет собой централизованный сбор всех источников данных в рамках организации и обеспечивает разрозненное видение информации о клиентах в реальном времени. CRM-система обширна и важна, но ее можно внедрить как для малого бизнеса, так и для крупных предприятий, поскольку основная цель — эффективно помогать клиентам [1].

В условиях глобализации и экономического кризиса CRM – это инновация №1 в управлении для российского бизнеса. Если в 2000 году только 35% респондентов работали с CRM-системами, то с годами популярность CRM выросла более чем вдвое. Сегодня CRM-системами пользуются 75% менеджеров.

Растущая популярность CRM-систем в мире отражает две тенденции: растущее значение, которое разработчики CRM-продуктов придают потребностям своих пользователей; более чёткое понимание того, как создавать и правильно применять CRM-технологии в транспортной компании.

По разным оценкам, российский рынок CRM-решений растёт на 40% в год и стремительно приближается к цифре в 100 миллионов долларов. И, похоже, что мировой финансовый кризис здесь не помеха, а скорее возможность для российских транспортных компаний сделать свой бизнес более эффективным с помощью CRM-технологий.

В современных условиях достаточно трудно выделить крупную транспортную компанию, которое бы не использовало CRM-систему. Достаточно давно известно, что результативность взаимодействия с потребителями – главным источником прибыли, повышается в несколько раз, после реализации такой системы на транспортном предприятии. Вытекает это во многом за счёт следующих факторов: падение затрат на обслуживание клиентской базы; рост среднего чека; спад среднего времени на принятие окончательного решения потребителем. Получается, что скопив часть сведений о клиенте, добавив их в CRM-систему, чтобы с помощью неё провести анализ, пользователь узнает, как ему необходимо действовать в дальнейшем. В основе CRM-системы находится концепция рынка в которой потребности в товарах и услугах имеют решающее значения в определении на то, что будет производиться и продаваться. Иначе говоря, от потребностей клиентов зависит то как будет устроен бизнес. Кроме основных потребителей товаров и услуг, под клиентами здесь так же подразумеваются партнеры, поставщики, акционеры и даже персонал. От удовлетво-



ния потребностей всех клиентов зависит успешность бизнеса в долгосрочной перспективе [1].

В основном, главной ошибкой является преждевременное внедрение такой системы, на начальном этапе формирования организации. Кроме преждевременного внедрения CRM-системы, существует проблема, которая наблюдается гораздо чаще. Когда организация уже имеет отдел продаж, состоящий более чем из 3-5 сотрудников, общее число работников перевалило за второй десяток. Отсутствие CRM-системы приводит к упаду результативности. На то, чтобы отыскать требуемые данные начинает затрачиваться чрезвычайно большой временной промежуток. База клиентов, которая собиралась все время работы организации может быть утеряна из-за одной ошибки, объемы продаж перестают расти, для руководителя становится все сложнее анализировать данные, оценивать работу каждого сотрудника, а также находить ошибки в системе продаж и формировать стратегию развития транспортной компании.

Внедрение CRM-системы позволяет:

- собирать все данные вместе, как следствие сделать доступ к информации достаточно практически для большей части сотрудников, и, кроме того, снизить время, затрачиваемое на поиск требуемой информации.

Если раньше каждый работник имел свою телефонную книгу, историю звонков, блокнот для записей и почту, то теперь любой сотрудник сможет найти необходимую информацию в пару кликов; – избежать утери связи с покупателями, поставщиками или партнерами из-за ухода сотрудника на больничный, в отпуск или увольнение, поскольку теперь всю хронику работы с клиентами компании можно с лёгкостью передать другому сотруднику;

- повысить как объем продаж, так и эффективность способов привлечения клиентов, то есть проводить маркетинговые исследования, поскольку теперь будет предоставлена возможность собирать и вносить в систему информацию о том, откуда пришёл клиент, какие маркетинговые методы являются наиболее действенными из используемых в организации на данный момент;

- создать задачи и напоминания для каждой сделки и клиента, если раньше в табличке EXCEL оставлялась запись: «позвонить через неделю» или «уточнить информацию по сумме сделки». И возникала вероятность не позвонить клиенту вовремя или вообще не позвонить. То теперь система напомнит о состоянии сделки; анализировать работу сотрудников, анализировать на каком этапе сделки сотрудник теряет клиента и почему, выявлять и исправлять ошибки в дальнейшем, вносить необходимые корректировки, формировать планы продаж для всех работников основываясь на достоверных цифрах; улучшить понимание потребностей клиентов, основываясь на данных собранных в ходе их обслуживания.

Выделяют две основных категории, а так же множество последующих категории эффектов, которые возникнут после внедрения CRM-системы на транспортное предприятие.

Экономические эффекты можно разделить на две категории, прямые и косвенные. Но их так же можно дополнить такой категорией эффектов как



снижение рисков. Наличие CRM-системы позволяет сохранять конкурентное преимущество, а как известно, в бизнесе тот, кто лидирует в конкурентной борьбе со временем получает все больший отрыв [2].

В итоге получаются следующие категории эффектов, которые принято называть условными: прямые; косвенные; снижение рисков.

К прямым экономическим эффектам, относятся эффекты напрямую влияющие на доходы организации.

К косвенным экономическим эффектам, относятся эффекты, которые сложно рассчитать и которые важны, в первую очередь, акционерам организации.

К категории снижение рисков относятся эффекты, которые по максимуму снижают влияние факторов, отрицательно воздействующих, на развитие компании.

В дополнение к эффекту снижения рисков, существует эффект возникновения некоторых из них. Например, внедрение CRM-системы без предварительного обучения персонала может привести к снижению эффективности работы команды на начальных этапах, снижению лояльности к руководству, сопротивлению изменениям. Необходимо провести подготовительные мероприятия, беседы, объяснить, почему это необходимо и какую пользу это принесёт персоналу в первую очередь [3].

Таким образом, основные задачи, которые должна решать CRM-система, – это рост эффективной трудовой деятельности менеджеров и прирост выручки от продаж. Так же система обязательно должна реализовывать такие функциональные назначения, как: управление клиентской базы, поддержание уровня способности выполнять управленческие задачи и планирование.

Главным мотивом внедрения CRM-системы является не снижение издержек транспортной компании, а повышение её прибыли.

Литература

1. Вагин, В.Н. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / В.Н. Вагин, Е.Ю. Головина, А.А. Загорянская. – М., 2016. – 701 с.
2. Веселова Ю.В., Чекулдова С.В. Управление рисками в деятельности логистических организаций // Наука и образование транспорту: Материалы XII Международной научно-практической конференции // Самара: СамГУПС, 2019-426 с. С.206-208.
3. Веселова Ю.В., Еремина А.А., Кизимиров М.В. Внедрение системы управления проектами на предприятии // Наука и образование транспорту: Материалы XII Международной научно-практической конференции // Самара: СамГУПС, 2019-426 с. С.215-218.
4. Гиляровская, Л. Т. Анализ и оценка финансовой устойчивости предприятия: учебное пособие / Л. Т. Гиляровская, А. А. Вехорева. – СПб : Питер, 2015. – 260 с.



А.С. Хохрин, В.А. Надежкин

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЁМА И ОБРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ С УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Введение

На сети железных дорог Российской Федерации огромное внимание уделяется вопросам диагностики устройств объектов железнодорожного транспорта. Большое количество объектов железнодорожной автоматики и телемеханики находится на удаленном расстоянии от промежуточных станций и крупных железнодорожных узлов. В связи с этим остро встает вопрос снятия диагностической информации с контролируемых объектов посредством удаленного доступа к данным объектам ЖАТ.

В настоящее время уже существуют системы, способные диагностировать объекты железнодорожной автоматики с непосредственным участием человека. Для этого создана служба мониторинга

До сегодняшнего момента снятие диагностической информации с объектов ЖАТ происходит посредством оптоволоконной линии связи, располагающейся вдоль железнодорожного пути. Разработка и проектирование данных системы передачи данных является дорогостоящей, и, по ряду случаев, экономически нецелесообразной.

Одним из решений данной проблемы является разработка системы передачи диагностической информации с объектов ЖАТ по беспроводному каналу связи (Wi-fi, Bluetooth, GSM-R) с использованием технологий Big Data[1]. Разработка систем диагностики, реализующих возможность передачи данных по беспроводному каналу в настоящее время широко не изучена.

Безусловно, системы передачи данных GSM-R широко применяются на железнодорожном транспорте. На основе радиоканала разрабатываются новые системы интервального регулирования движения поездов [2,3], однако возможности данной системы не раскрыты. Часть каналов связи можно использовать для передачи диагностической информации.

Целью данной работы является обоснование применения беспроводных технологий GSM-R для передачи диагностической информации с удаленных объектов.

При использовании технологии GSM-R/GPRS [4] информация собирается в пакеты и передаётся через неиспользуемые в данный момент голосовые каналы связи. Как правило, GPRS-пакеты имеют IP-формат, поэтому адресация устройств GPRS осуществляется не по телефонному номеру абонента, а по IP-адресу, а тарификация данных производится не по времени соединения, а по объему переданных данных. Технология GPRS позволяет использовать несколько голосовых каналов одновременно, т.е. передавать данные со скоростью



гораздо большей, чем в режиме CSD. Однако многие мобильные операторы в России используют приоритет голосового трафика перед данными, поэтому скорость GPRS-передачи существенно зависит от загрузки сети в данный момент.

Обобщенная схема любой системы сбора данных построена на принципах клиент-серверного подключения (рис. 1). В сети Интернет есть сервер, который ждет подключения устройств и принимает от них полезные данные (координаты перемещения объекта, температуру, тревожный сигнал, количество потребленной электроэнергии и т. п.) в зависимости от приложения и задач, выполняемых системой. В качестве клиентов в такой схеме выступают устройства на базе GSM-R/GPRS-модуля и управляющий контроллер (хост): модуль предоставляет доступ в Интернет, а хост управляет этим процессом. Такие клиент-серверные соединения для передачи данных используют протокол TCP/IP.

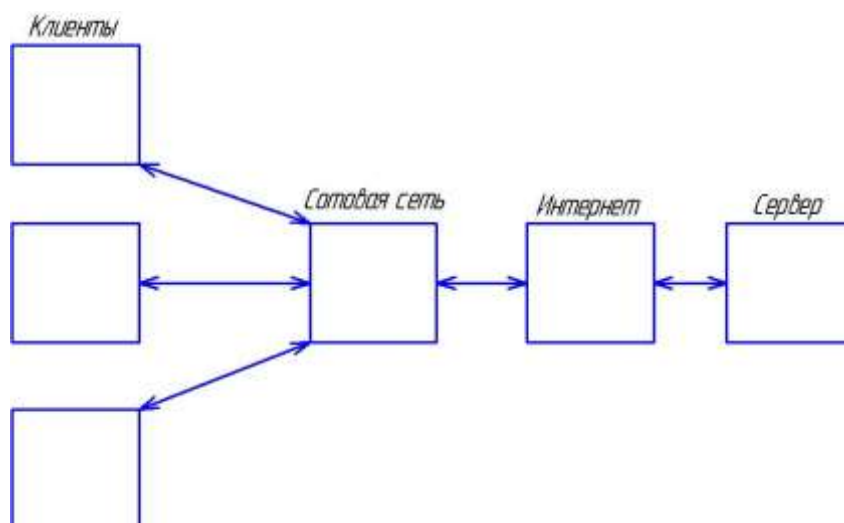


Рис. 1. Обобщенная схема системы сбора данных с помощью сети GSM-R

GSM-R/GPRS-модуль предоставляет возможность выхода в Интернет и подключения к серверу двумя способами: при помощи протокола канального уровня PPP или встроенного протокола TCP/IP. Оба варианта доступны в GSM/GPRS-модулях серии SIM800.

Диагностическая информация, полученная с удаленного объекта через радиоканал GSM-R по протоколу TCP/IP заносится в массивы строковых или числовых данных на удаленном сервере с помощью PHP-скрипта (рис. 2). После переопределения полученных данных сервер запрашивает доступ к системе управления базами данных (СУБД) MySQL. Для доступа к MySQL необходимо определить название сервера, логин пользователя, пароль пользователя и название таблицы внутри базы данных[5].

В момент установки связи сервера с MySQL PHP-скрипт добавляет в базу данных значения параметров, переопределенные заранее. При отсутствии доступа к MySQL скрипт выводит ошибку в консоль, тем самым прекращая выполнение операции до получения новой диагностической информации. В случае успешной записи в базе данных добавляются новые параметры, старые же



удаляются с интервалом в 31 день. При необходимости скрипт может пропустить часть данных при удалении, если они предварительно были отмечены как важные и необязательные к удалению.

```
<?php
$ip = $_SERVER['REMOTE_ADDR']; //получаем IP адрес клиента
$client = $_SERVER['HTTP_USER_AGENT']; //получаем идентификатор HTTP клиента
$today = date("Y.m.d H:i:s"); //получаем текущие дату и время
$params = $_REQUEST['a']; //получаем значение посланной переменной "a"
//прописываем данные MySQL
$servername = "localhost";
$username = "id1234567_myDatabaseUsername";
$password = "myDatabasePassword";
$dbname = "id1234567_data";

// Запрос на БД
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
// Проверка на отсутствие связи с БД
if ($conn->connect_error)
{
    echo '<p>Connection failed</p>';
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

// Добавление записи на БД
$sql = "INSERT INTO Info (Voltage) VALUES ('" . $_GET["voltage"] . "')";
$result = $conn->query($sql);

// Для предотвращения переполнения базы удаляем данные из неё каждый месяц.
$sql = "DELETE FROM Info WHERE Time < DATE_SUB(NOW(), INTERVAL 31 DAY)";
$result = $conn->query($sql);

$conn->close();
?>
```

Рис. 2. PHP-скрипт приёма данных на сервере
и записи полученных данных в БД MySQL

Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что системы, применяемые для диагностирования объектов ЖАТ, можно модернизировать для применения радиоканала или системы GSM-R. Это позволит удешевить разработку и проектирование существующих систем передачи данных для диагностирования объектов ЖАТ и расширить возможности удаленной оценки и мониторинга. Дальнейшее исследование данного направления может включать разработку мобильного приложения для визуализации информации, принимаемой системой диагностирования.

Литература

1. Надежкин, В. А. Анализ возможности применения предиктивной аналитики с использованием data science и Big data на железнодорожном транспорте / В. А. Надежкин, А. С. Хохрин // Образование - наука - производство : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Чита, 07 октября 2021 года. – Чита: Забайкальский институт



железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2021. – С. 123-127.

2. Надежкин, В. А. Анализ новых систем интервального регулирования движения поездов / В. А. Надежкин, А. С. Хохрин, В. Б. Тепляков // Образование - Наука - Производство : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 24 декабря 2020 года. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2020. – С. 169-173.

3. Хохрин, А. С. Анализ способов организации управления движением при СИРДП-е / А. С. Хохрин, Н. Д. Ежов, А. С. Сахипкиреева // Образование - Наука - Производство : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 24 декабря 2020 года. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2020. – С. 281-285.

4. М.А. Шнепс-Шнеппе. О перспективах сети GSM-R для цифровой железной дороги//International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т.4. – №. 12. - С.47-52.

5. Локхарт Д. Современный РНР. Новые возможности и передовой опыт. – М.: ДМК-Пресс – 2016. – 304 с.

6.Ефанов Д. В. Интернет-технологии в системах технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики / Д. В. Ефанов, В. В. Дмитриев, В. Г. Алексеев // Инновационный транспорт. – 2014. – № 4. – С. 28–32.



МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

М.А. Верхотуров, Г.Н. Верхотурова

NO-FIT-POLYGON/POLYHEDRON - ОРИЕНТИРОВАННАЯ АДАПТАЦИЯ "МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА" ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕРЕГУЛЯРНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация

В статье рассматривается задача нерегулярного размещения геометрических объектов (ГО). Для ее решения применяется алгоритм "Муравьиной Колонии" (*Ant Colonies* - AC), адаптированный на базе применения *No-Fit-Polygon/Polyhedron(NFP)*. Приводятся алгоритмы.

1. Введение

Задача нерегулярного размещения геометрических объектов (*Irregular Cutting Stock Problem - ICSP*) формулируется следующим образом: необходимо разместить n объектов P_i в области Ω пространства R^2 (R^3) так, чтобы минимизировать незанятую область. Геометрические объекты должны быть размещены в области Ω таким образом, чтобы они не пересекались друг с другом и не выходили за границу области размещения.

Эта проблема, с точки зрения вычислительной сложности, относится к *NP* - трудным. Переборная сложность *NP* - трудных задач не позволяет находить их точное решение для большого числа объектов за приемлемое время даже при введении некоторых ограничений. Поэтому для решения практических задач применяются эвристические методы решения. Эти методы используются для поиска локальных оптимумов и организации некоторого перебора экстремальных значений функций цели для получения решений, близких к оптимальным, за приемлемое время.

Существует много разнообразных эвристических методов. Одному из них, классу алгоритмов "Муравьиной Колонии" (AC), посвящена данная статья.

2. Алгоритм "Муравьиной Колонии"

Алгоритм муравьиной колонии является одним из алгоритмов локального поиска. Он был предложен группой авторов A.Coloni, M.Dorigo, V.Maniezzo в 1991 году при моделировании муравьиной кучи [1, 2]. Известно, что муравьи фактически не имеют зрения, но способны каким-то образом находить крат-



чайший путь от источника пищи до муравейника. Двигаясь по местности, они оставляют за собой след в виде сильно пахнущего вещества - феромона. Именно запах позволяет муравьям ориентироваться на местности. При выборе направления с большей вероятностью выбирается направление с более сильным запахом.

Основная идея алгоритма *АС* состоит в реализации принципа коллективного разума. Для поиска экстремума целевой функции алгоритм использует параллельно несколько агентов (искусственных муравьев), которые в ходе поиска накапливают статистическую информацию. Эта информация аккумулируется в общедоступном банке данных и используется агентами независимо друг от друга. Каждый агент действует по правилам вероятностного алгоритма и при выборе направления ориентируется не только на приращение целевой функции, но и на статистическую информацию, отражающую предысторию коллективного поиска.

Метод *АС* является итеративным. На каждой его итерации определенное количество агентов строят допустимые решения задачи.

Среди этих решений выбирается часть наилучших по целевой функции, и в этой части отыскиваются повторяющиеся компоненты решений (например, дуги, вершины графа и т.п.).

Полученная информация запоминается и на следующих итерациях данные компоненты будут иметь большую вероятность войти в решение, чем это было на предыдущих итерациях.

Обозначим через p_i вероятность того, что i -ая компонента будет включена агентом в допустимое решение задачи, $p_i \in [p', p'']$.

Тогда классический алгоритм *АС* можно представить в следующем виде:

1. $p_i := p', F_{MK} := +\infty$
2. **while** Критерий окончания **do**
 - {
 - 2.1 Найти k допустимых решений $x_1, x_2, \dots, x_k$
 - 2.2 Выбрать l решений с наименьшими значениями целевой функции
 - 2.3 Найти в решениях повторяющиеся компоненты
 - 2.4 Увеличить значения p_i для этих компонент и уменьшить их для остальных компонент (старение информации)
 - 2.5 **if** $F_{MK} > \min_{j \leq l} F(x_j)$ **then**
 - {
 - 2.5.1 $F_{MK} := \min_{j \leq l} F(x_j)$
 - 2.5.2 Положить $p_i := p''$ для компонент нового рекорда
 - }
 - }

Критерием остановки является либо предельное число итераций, либо требуемая точность.



Наилучшее из найденных решений, рекорд F_{MK} , является результатом работы алгоритма.

Если на шаге 2.5 проверки рекорда на минимальность происходит его смена, то с помощью вектора p все агенты направляются на исследование окрестности нового рекорда.

Шаг 2.4 служит для накопления статистической информации.

3. *NFP*-ориентированная адаптация метода "Муравьиной колонии" (*NFP-AC*)

Рассмотрим один из возможных вариантов адаптации алгоритма *AC* для *ICSP*, использующий аппарат моделирования «*No-Fit-Polygon*» (для *2D*) [3], «*No-Fit-Polyhedron*» (для *3D*) [4] и метод пообъектного размещения [5].

На начальном этапе формируется приоритетный список (ПС) по какому-то заданному критерию, например, по уменьшению площадей ГО.

Затем при помощи аппарата моделирования *NFP* генерируется карта раскроя - упаковки (Р-У) K_0 , являющаяся первым допустимым решением, которое собственно и является входной информацией для алгоритма, реализующего идеи метода *AC*.

Для выбора точки *NFP*, в которой будет размещен ГО, применяется локальная функция цели (ЛФЦ), в качестве которой может использоваться, например для *2D* – расстояние от левой границы листа до вершин *NFP*. Таким образом, будет выбираться точка *NFP* с минимальным значением ЛФЦ.

Для реализации метода *AC* необходимо определить следующие процедуры:

- механизм получения новых допустимых решений для каждого из агентов (способ перехода);
- отыскание повторяющихся компонентов.

Способ перехода

Каждый из k агентов характеризуется новым ПС, который формируется модификацией исходного ПС, например, случайным перемещением ГО или взаимозаменой двух случайных ГО в ПС.

Согласно каждого из k ПС генерируются карты Р-У K_i , которые характеризуются значением целевой функцией $C(K_i)$.

Повторяющиеся компоненты

Для отыскания повторяющихся компонентов решений вводится матрица $U = \|u_{ij}\|_{n \times n}$, каждый элемент которой u_{ij} характеризует качество размещения объекта p_i с объектом p_j . Величины u_{ij} могут вычисляться при помощи метода оценок [6].

Таким образом, повторяющимися считаются те компоненты, которые характеризуются большими значениями величин u_{ij} .

4. Заключение

В заключении можно сделать следующие выводы:



- разработана адаптация алгоритма муравьиной колонии *АС* для решения задач нерегулярного размещения ГО на базе аппарата построения *NFP*;
- в связи с тем, что операция *NFP* является для данного метода базовой и часто повторяемой процедурой, то она должна работать максимально надежно и быстро;
- в качестве способов перехода могут быть использованы более сложные операции по модификации ПС - введение возможности разворота ГО, перестановка и взаимозамена групп объектов и т.д.;
- предложенный подход позволяет использовать различные модификации всего класса «муравьиных алгоритмов» (*АС*, *Ant-Q*, *ACS*, *Max-Min AS* и т.д.[7-12]).

Литература

1. A. Coloni, M. Dorigo, V. Maniezzo, “Distributed Optimization by Ant Colonies” // Proceedings of the First European Conference on Artificial Life, Paris, France, Elsevier Publishing, pp.134-142, 1991.
2. M. Dorigo, “Ottimizzazione, apprendimento automatico, ed algoritmi basati su metafora naturale (Optimization, Learning, and Natural Algorithms)”, “Doctorate in Systems and Information Electronic Engineering”, Politecnico di Milano, 1992.
3. Jens Egeblad, Benny K. Nielsen, Allan Odgaard. Fast neighborhood search for two and three-dimensional nesting problems. European Journal of Operational Research 183 (2007), pp.1249–1266.
4. Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Ягудин Р.Р. Оптимизация размещения невыпуклых многогранников на основе динамической схемы определения *NFP* // Перспективные информационные технологии: Труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.52-55.
5. Верхотуров М.А. Задача нерегулярного размещения геометрических объектов: современное состояние методов решения // Ресурсосберегающие технологии. - СПб: ЦНИИТС.-2001.-С.33-56.
6. Верхотуров М.А. Задача нерегулярного раскроя плоских геометрических объектов: моделирование и расчет рационального раскроя// Информационные технологии, 2000, №5. С.37-42.
7. L. M. Gambardella, M. Dorigo, “Ant-Q: A Reinforcement Learning Approach to the Traveling Salesman Problem” // Twelfth International Conference on Machine Learning, Morgan Kaufmann, pp.252-260, 1995.
8. M. Dorigo, V. Maniezzo, A. Coloni, “The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents” // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B, 26, 1, pp.29-41, 1996.
9. M. Dorigo, L. M. Gambardella, Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem // IEEE Transactions on Evolutionary Computation Vol. 1, 1, pp.53-66, 1997.



10. T. Stützle, H. Hoos, "MAX-MIN Ant System and local search for the traveling salesman problem" // IEEE International Conference on Evolutionary Computation, pp.309-314, 1997.

11. Bernd Bullnheimer, Richard F. Hartl, Christine Strauß, "A new rank based version of the Ant System. A computational study" // Adaptive Information Systems and Modelling in Economics and Management Science, 1, 1997.

12. T. Stützle, M. López-Ibáñez, P. Pellegrini, M. Maur, M. de Oca, M. Birattari, Michael Maur, M. Dorigo, "Parameter Adaptation in Ant Colony Optimization" // Technical Report, IRIDIA, Université Libre de Bruxelles, 2010.

М.А. Верхотуров, Г.Н. Верхотурова, О.М. Верхотурова

NO-FIT-POLYGON/POLYHEDRON - ОРИЕНТИРОВАННАЯ АДАПТАЦИЯ МЕТОДА "МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТЖИГА" ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕРЕГУЛЯРНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация

В статье рассматривается задача нерегулярного размещения геометрических объектов (ГО). Для ее решения применяется метод "моделирование отжига" (*Simulated Annealing - SA*) и его модификации, адаптированные на базе применения *No-Fit-Polygon/Polyhedron(NFP)*. Приводятся алгоритмы.

1. Введение

Задача нерегулярного размещения геометрических объектов (*Irregular Cutting Stock Problem - ICSP*) является *NP* – трудной проблемой и не позволяет находить точное решение для большого числа объектов за приемлемое время даже при введении некоторых ограничений. Для решения практических задач применяются эвристические методы решения. Одному из них, методу "Моделирование отжига" (*SA*) и его модификациям, посвящена данная статья.

2. Метод "Моделирование Отжига"

Метод *SA* был предложен независимо друг от друга двумя авторами Киркпатриком (1983г.) [1] и Церни (1985г.) [2] как метод минимизации функции многих переменных.

Идея была взята из алгоритма Метрополиса (1953г.) [3], который предложил простой алгоритм моделирования процесса отжига.

Киркпатриком и Церни была проведена аналогия между процессом охлаждения и решением задачи комбинаторной оптимизации. Аналогия между основными понятиями физической системы и комбинаторной оптимизации приведена в следующей таблице (см.

Таблица 1).



Таблица 1 Соответствие понятий

Физические системы	Задачи оптимизации
Состояние	Решение
Энергия	Функция цели
Охлажденное состояние	Оптимальное решение
Постепенное охлаждение	Пошаговое улучшение
Отжиг	Моделирование отжига

Общий алгоритм SA выглядит следующим образом:

$S :=$ начальное решение S_0 ; $T :=$ начальное решение T_0

while Критерий окончания **do** {

while НЕ Состояние равновесия **do** {

$\bar{S} :=$ некоторое случайное соседнее решение S

$\Delta E := E(\bar{S}) - E(S)$

$Pr ob := \min(1, e^{-\Delta E / k_b T})$

if $random(0,1) \leq Pr ob$ **then** $S := \bar{S}$

 }

 Изменить T

}

Вывести лучшее решение

Определение начальной температуры T , приращения T на каждом шаге и определение "Состояния равновесия" называется "режимом охлаждения". Для определения параметров режима охлаждения применяются различные эвристики. Сходимость с разными режимами охлаждения описана, например, в [4].

Для адаптации метода SA к задаче нерегулярного размещения ГО необходимо выяснить следующие вопросы:

- определить целевую функцию;
- определить перечень возможных движений ГО.

Отличительной особенностью предложенных способов применения метода SA к рассматриваемой в работе задаче является использование таких произвольных перемещений и поворотов ГО, которые допускают взаимопересечение ГО между собой [5, 6]. Это влечет за собой следующий недостаток, присущий этим алгоритмам: возникновение ситуации, при которой не находится допустимое решение, т.е. не выполняются условия взаимного непересечения ГО между собой.

3. NO-FIT-POLYGON/POLYHEDRON - ориентированная адаптация метода "Моделирование отжига" (NFP-SA)

Рассмотрим один из возможных вариантов адаптации алгоритма SA для ICSP, использующий для определения условий не пересечения объектов аппа-



рат моделирования «*No-Fit-Polygon*» (для 2D) [7] и «*No-Fit-Polyhedron*» (для 3D) [8] и метод пообъектного размещения [9].

На начальном этапе одним из простейших методов формируется приоритетный список (ПС), например, по уменьшению площадей ГО, затем при помощи *NFP* генерируется карта K_0 , являющаяся первым допустимым решением, которое собственно и является входной информацией для алгоритма, реализующего идеи метода *SA*.

Для выбора точки *NFP*, в которой будет размещен ГО, применяется локальная функция цели (ЛФЦ), в качестве которой может использоваться, например для 2D – расстояние от левой границы листа до вершин *NFP*. Таким образом, выбирается точка *NFP* с минимальным значением ЛФЦ.

Для реализации метода *SA* необходимо определить:

- целевую функцию;
- механизм получения новых допустимых решений для каждого из агентов (способ перехода).

Функция цели. В отличие от методов, использующих произвольные движения, метод применяющий моделирование *NFP*, не включает в целевую функцию штрафную составляющую, начисляемую за взаимопересечение ГО. Таким образом, может быть использована простейшая - минимизация занятой части области Р-У (например, для 2D - полубесконечной полосы).

Способ перехода. Для изменения расположения объектов используются три типа перемещений ГО в ПС:

- перемещение объекта на новое место;
- взаимозамена мест двух объектов;
- изменение ориентации объекта.

Основной сложностью при реализации метода *SA* является определение параметров "режима охлаждения", т.к. соответствующие им алгоритмы очень чувствительно относятся к изменениям этих параметров. Это характерно для решения большинства задач дискретной оптимизации.

Для устранения этого недостатка Дюком и Шеуером [10, 11] были предложены модификации метода *SA* – алгоритмы "Пороговой Допустимости" (*Threshold Accepting - TA*), "Всемирного Потопа" (*Great Deluge - GD*).

Алгоритм *TA* переходит к новому решению, которое не хуже, чем предыдущее старое, в отличие от *SA*, который переходит к худшему решению только с довольно небольшой вероятностью.

Рассмотренные оптимизационные эвристики имеют то преимущество перед методом *SA*, что они зависят только от одного параметра.

Так, например, для алгоритма *GD* необходимо выбрать только величину *Скорость_подъема_воды*. Эта величина, которая влияет на время вычислений и качество получаемого результата. Если *Скорость_подъема_воды* выбирается большой, то алгоритм работает быстро, но выдает результат среднего качества. Если же эта величина выбирается малой, то алгоритм выдает хороший результат, но после длительного времени счета.



Применение алгоритмов "Пороговой Допустимости" *TA*, "Всемирного Потопа" *GD* для решения *ICSP* производится аналогично адаптации метода *SA* с использованием *NFP*.

4. Заключение

В заключении можно сделать следующие выводы:

- разработана адаптация метода "моделирование отжига" *SA* для решения задач нерегулярного размещения ГО на базе аппарата *NFP*;
- в связи с тем, что операция *NFP* является для данного метода базовой и часто повторяемой процедурой, то она должна работать максимально надежно и быстро;
- применение таких модификаций метода "моделирование отжига" *SA*, как: "Пороговая Допустимость" *TA*, "Всемирный Потоп" *GD* для решения *ICSP* производится аналогично *NFP-SA*.

Литература

1. Kirkpatrick S., Gelatt C.D., Vecchi M.P. Optimization by simulated annealing, *Science* 220, 1983, pp.671-680.
2. Cerny V. Thermodynamical approach to the traveling salesman problem: an efficient simulation algorithm, *J. Opt. Theory Appl.*, 45, 1985, pp.41-51.
3. Metropolis, N., Rosenbluth A., Rosenbluth M., Teller, A. and Teller, E., "Equation of State Calculations by Fast Computing Machines" *J. Of Chem. Physics*, 21, 1953, pp.1087-1092.
4. Aarts L., Van Laarhoven P. Statistical cooling: a general approach to combinatorial optimization problems, *Philips J.Res* 40, pp.193-226, 1985.
5. Lutfiyya H., McMillin B., Poshyanonda P., Dagli C. Composite stock cutting through simulated annealing.- *Tech. report numbers CSC 91-09 and ISC 91-04*, University of Missouri at Rolla, Rolla, 1991, 50p.
6. Dowsland K.A. Some experiments with simulated annealing techniques for packing problems, *EJOR*, 68, 1993, pp.389-399.
7. Jens Egeblad, Benny K. Nielsen, Allan Odgaard. Fast neighborhood search for two and three-dimensional nesting problems. *European Journal of Operational Research* 183 (2007), pp.1249–1266.
8. Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Ягудин Р.Р. Оптимизация размещения невыпуклых многогранников на основе динамической схемы определения *NFP* // Перспективные информационные технологии: Труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: издательство Самарского научного центра РАН, 2016. – С.52-55.
9. Верхотуров М.А. Задача нерегулярного размещения геометрических объектов: современное состояние методов решения // Ресурсосберегающие технологии. - СПб: ЦНИИТС.-2001.-С.33-56.
10. Dueck G. New optimization heuristics, *J.Comp. Phys.* 104, 1993, pp.86-92.
11. Dueck G. Scheuer T. Threshold accepting : a general purpose optimization algorithm appearing superior to simulated annealing. - *J.Comp.Phys.*, 1990, 90p.



П.А. Голованов, Е.П. Тупоносова

ПОСТРОЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ, ОТРАЖАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВУЗА НА ПРОИЗВОДСТВО НЕФТЕПРОДУКТОВ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

(Самарский государственный технический университет)

Самарский государственный технический университет – опорный вуз, который тесно связан с региональным нефтяным кластером. Вуз обеспечивает потребности в кадрах для нефтяной промышленности как по основным производственным направлениям: разработчики, геологи, буровики, работники трубопроводного транспорта, так и по инфраструктурному сектору: электрики, химики, теплотехники, инженеры и механики, энергетики, экономисты и т.д. В статье рассматриваются вопросы управления подготовкой кадров университетом в зависимости от потребностей нефтяной отрасли.

Построим математические модели, связывающие эффективность нефтехимического комплекса с показателями вуза, которыми можно оценить подготовку кадров. В качестве выходного параметра модели и для оценки производства нефтепродуктов в Самарской области, будем использовать статистические данные объема произведенных продуктов нефтепереработки: бензина, дизельного топлива и топочного мазута [1-3] за 10 лет с 2008 по 2018 годы. В качестве входных параметров примем показатели университета: выпуск студентов СамГТУ – x_1 , чел., общее число научных публикаций – x_2 , шт., выполнение научно-технических работ (НИР) по грантам – x_3 , ед. и генерацию объектов интеллектуальной собственности – x_4 , ед.

Все перечисленные переменные связаны с большим количеством влияющих факторов, в том числе человеческим, имеют случайный характер и могут быть охарактеризованы корреляционными функциями, но корреляционная модель для решения задач управления применена быть не может. В работе [4] приведена методика, позволяющая по рассчитанным корреляционным функциям $r_{xx}(t)$ и взаимным корреляционным функциям $r_{yx}(t)$ определить дифференциальное уравнение объекта вида (1):

$$r_{yx}'''(t) + a^T_1 r_{yx}''(t) + a^T_2 r_{yx}'(t) + a^T_3 r_{yx}(t) = b^T_0 r_{xx}''(t) + b^T_1 r_{xx}'(t) + b^T_2 r_{xx}(t), \quad (1)$$

Алгоритм вычисления и определения дифференциального уравнения заключается в следующем алгоритме:

- по виду экспериментальной корреляционной функции $r_{xx}(t)$ найдем представленную в работе [4] аналогичную табличную кривую входа $r^T_{xx}(t)$;
- $r^T_{xx}(t)$ соответствует набор типовых дифференциальных уравнений и графиков взаимных корреляционных функций $r_{yx}(t)$, где выбира-



ется похожий на экспериментальный график и таким образом определяется вид и порядок уравнения (1);

- сопоставляя размерные значения экспериментальных и табличных кривых, например, пересечения с осями и находя для каждой входной корреляционной функции и взаимной корреляционной функции, находятся масштабные коэффициенты и определяются коэффициенты дифференциального уравнения (1).

Указанный алгоритм проводится 4 раза для каждого входного параметра. В таблице 1 представлены полученные дифференциальные уравнения.

Таблица 1

№	Дифференциальные уравнения
1	$r_{y_3x_1}''' + 3,5r_{y_3x_1}'' + 0,4r_{y_3x_1}' + 0,05r_{y_3x_1} = 2r_{x_1}'' - 0,4r_{x_1}' - 0,0004r_{x_1}$
2	$r_{y_3x_2}'' + 0,00025r_{y_3x_2}' + 0,000063r_{y_3x_2} = -0,098r_{x_2}' + 0,0035r_{x_2}$
3	$r_{y_3x_3}'' + 1,25r_{y_3x_3}' + 0,15625r_{y_3x_3} = 4,7r_{x_3}' + 0,000059r_{x_3}$
4	$r_{y_3x_4}''' + 0,7r_{y_3x_4}'' + 0,16r_{y_3x_4}' + 0,008r_{y_3x_4} = 24,3r_{x_4}'' + 0,972r_{x_4}' + 0,01944r_{x_4}$

Для проверки рассчитанных моделей в форме передаточных функций составим структурную схему, показанную на рис.1.

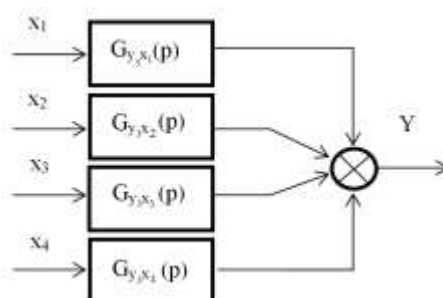


Рис. 1. Структурная схема моделирования

Соединим полученные передаточные функции по выходу и подадим соответствующие динамические траектории показателей вуза. В таблице (2) представлены передаточные функции, которые соответствуют дифференциальным уравнениям из таблицы 1.

На рисунке (2) представлено сравнение исходных и модельных графиков объема произведенных продуктов нефтепереработки, расчет производился в системе Matlab. При сравнении исходных статистических данных производства нефтепродуктов и расчетных значений в Matlab, коэффициент детерминации получается $R^2 = 0,62$ [5]. Чем ближе коэффициент детерминации к 1, тем меньше разница между исходными (действительными) и теоретическими(модельными) значениями.



Таблица 2

№	Передаточная функция
1	$G_{y_3x_1}(p) = \frac{2p^2 - 0,4p - 0,0004}{p^3 + 3,5p^2 + 0,4p + 0,05}$
2	$G_{y_3x_2}(p) = \frac{-0,098p + 0,0035}{p^2 + 0,00025p + 0,000063}$
3	$G_{y_3x_3}(p) = \frac{4,7p + 0,000059}{p^2 + 1,25p + 0,15625}$
4	$G_{y_3x_4}(p) = \frac{24,3p^2 + 0,972p + 0,01944}{p^3 + 0,7p^2 + 0,16p + 0,008}$

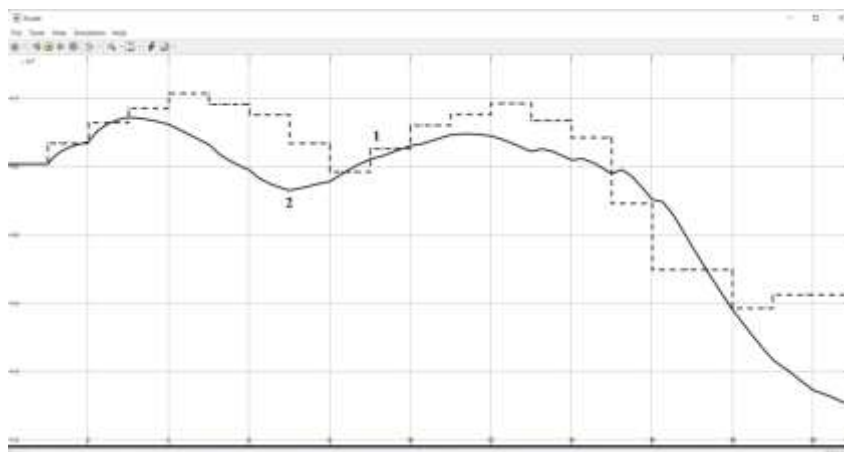


Рис.2. Сравнение исходных статистических (1) и модельных (2) данных объема продуктов нефтепереработки

Вывод: используя методику построения дифференциального уравнения на основе корреляционных функций, построена модель производства нефтепродуктов, учитывающая в качестве входных параметров показатели оценки вуза, верификация модели показала хорошую сходимость к исходным данным. Полученные передаточные функции могут быть использованы для моделирования системы управления подготовки кадров в системе с регулированием по замкнутому контуру при воздействии на характеристики университета.

Литература

1. Самарский статистический ежегодник. 2017. Предприятия и организации. С. 155.
2. Самарский статистический ежегодник. 2018: Стат.сб.\Самарастат.- С 17 С., 2018. – 345с.
3. Федеральная служба государственной статистики Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации - 2018 г. Приволжский федеральный округ. Самарская область.
http://www.gks.ru/bgd/regl/b18_14s/Main.htm



4. Анисимов С.А., Зайцева И.С., Райбман Н.С., Яралов А.А.. Типовые линейные модели объектов управления. Под. ред. Н.С. Райбмана, - М.: Энергоатомиздат, 1983. -264 с.

5. Дилигенский Н.В., Гаврилова А.А., Цапенко М.В. Методы моделирования и управления производственно-экономическими объектами: учеб. пособ. / Н.В. Дилигенский, А.А. Гаврилова, М.В. Цапенко. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 160 с.: ил.

В.М. Гречишников, А.Д. Бутько, Н.С. Извожиков, Д.А. Лебедев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ ЛАТЕНТНЫХ ДЕФЕКТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ МЕТОДОМ ГРАНИЧНОГО СКАНИРОВАНИЯ

(Самарский университет)

Метод граничного сканирования достаточно широко используется для для диагностики производственных дефектов при изготовлении цифровых электронных модулей информационно-измерительных систем [1]. При этом особые сложности возникают при поиске латентных (мерцающих дефектов), причинами которых являются некачественный монтаж микросхем («непропай» контактов, наплыв припоя на соседние контакты и др.). Особенно остро проблема поиска таких дефектов встает при поверхностном монтаже на печатных платах высокоинтегрированных микросхем в BGA корпусах. Чаще всего такие дефекты проявляются в условиях вибрационных нагрузок. Однако возможности применения средств граничного сканирования для обнаружения мерцающих дефектов до сих пор не исследованы. В связи с этим была поставлена задача экспериментального и теоретического исследования возможностей обнаружения искусственно создаваемых мерцающих дефектов на физической и математической моделях электронного модуля. Схема экспериментальной установки, обеспечивающей имитацию приведена на рис. 1.

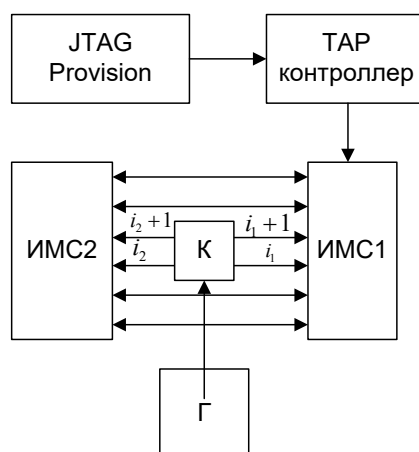


Рис.1. Функциональная схема экспериментальной установки



Установка содержит персональный компьютер (ПК) с установленным на нем программным обеспечением «Provision» фирмы JTAG Technologies (Нидерланды). ПК через ТАР контроллер связана JTAG- интерфейсом передающей интегральной микросхемы ИМС1. Между контактами передающей ИМС1 и приемной микросхемами ИМС2 установлен электронный коммутатор, с помощью которого имитируется либо дефект короткого замыкания между линиями связи, либо разрыв в одной из них. Это позволяет имитировать возникновение дефектов при различных частотах вибрационных нагрузок. Дефект считается выявленным, если импульс генератора и импульс, формируемый программой, полностью или частично перекрываются по времени.

Целью проведения эксперимента являлось определение коэффициента эффективности применения аппаратно-программного комплекса «Provision» для диагностики динамических дефектов при достаточно большом числе диагностических циклов. Под коэффициентом эффективности будем понимать отношение числа циклов, в которых обнаруживается мерцающий дефект к общему числу циклов диагностики к числу M .

$$R = \frac{N_D}{M}, R \in [0,1]$$

Чем больше величина R , тем выше вероятность обнаружения дефекта при минимальном числе диагностических циклов. Например, при $R=1$ дефект диагностируется во всех диагностических циклах, а при $R=0$ дефект не определяется ни в одном из циклов. Используя значения коэффициента эффективности, можно выбрать необходимое число диагностических циклов, исходя из требуемой надежности результатов диагностики.

Диагностические импульсы, в течении которых осуществляется диагностика контакта микросхемы, можно представить в виде последовательности прямоугольных импульсов. Импульсы, соответствующие появлению дефекта под действием вибрации может быть в виде последовательности (рис. 2).

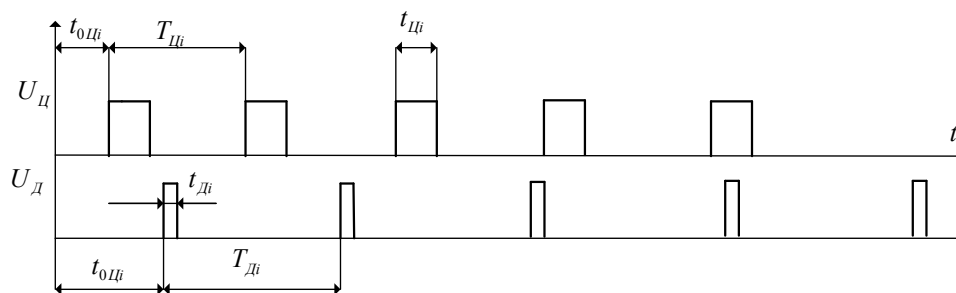


Рис.2 Схема взаимодействия импульсов дефекта и диагностических циклов: t_{0k} , $t_{0Цj}$, $T_{Дk}$, $T_{Цj}$, $t_{Дk}$, $t_{Цj}$ - параметры импульсных последовательностей, соответствующих диагностическим циклам (индекс Ц) и дефектам (индекс Д), k, j - номера периодов сигналов

Для выявления и локализации диагностическое приложение запускается M раз. В течении каждого j – го цикла определяется факт выявления дефекта, которому соответствует единичное значение логической конъюнкции



$$N_i = U_{Дi} \cdot U_{Цi} = \begin{cases} 1, & \text{если дефект выявлен} \\ 0 & \text{если дефект не выявлен} \end{cases} \quad (1)$$

Общее число диагностических циклов, в течении которых выявлялся дефект, определяется суммой единичных значений, найденных по (1).

$$N_{Д\Sigma} = \sum_{i=1}^M N_{Дi}$$

Математические модели взаимодействующих сигналов можно представить в виде:

$$U_{Д} = \begin{cases} 1 & \text{при } t_{0k} + kT_{Дk} \leq t \leq t_{0k} + kT_{Дk} + t_{Иk} \\ 0 & t_{0k} + kT_{Дk} + t_{Иk} \leq t \leq t_{0k} + kT_{Дk} \end{cases} \quad (2)$$

$$U_{Ц} = \begin{cases} 1 & t_{0Цj} + jT_{Ц} \leq t \leq t_{0Цj} + t_{ИЦj} + jT_{Ц} \\ 0 & t_{0Цj} + t_{ИЦj} + jT_{Ц} \leq t \leq t_{0Ц} + jT_{Ц} \end{cases}$$

где i - номер шага приращения модельного времени, $i=1,2,3\dots$

Обозначим:

$$\mathbf{x} \in \{t_{0k}, T_{Дk}, t_{Иj}\}; \quad \mathbf{y} \in \{T_{Цj}, t_{0Цj}, t_{ИЦj}\}.$$

Поскольку априорные плотности распределения случайных величин в выражении (2) неизвестны, примем их равномерными:

$$f(\mathbf{x}) = \begin{cases} \frac{1}{2\mathbf{x}_M}, & \text{при } |\mathbf{x}| \leq |\mathbf{x}_M| \\ 0 & \text{при } |\mathbf{x}| > |\mathbf{x}_M| \end{cases} \quad (3)$$

На основании выражений (2) с учетом (3) разработан алгоритм и программа на языке Python. Результаты численного и натурного экспериментов проведены на рис. 4. Анализ полученных результатов численного эксперимента показал их хорошую корреляцию с результатами экспериментальных исследований [1], что свидетельствует о адекватности физической и математической моделям реальным процессам диагностики латентных дефектов методом граничного сканирования. Имеющееся расхождение между результатами расчета и эксперимента связано с отличием теоретических и реальных законов распределения случайных параметров исследуемых сигналов, а также конечной длительностью фронтов реальных сигналов.

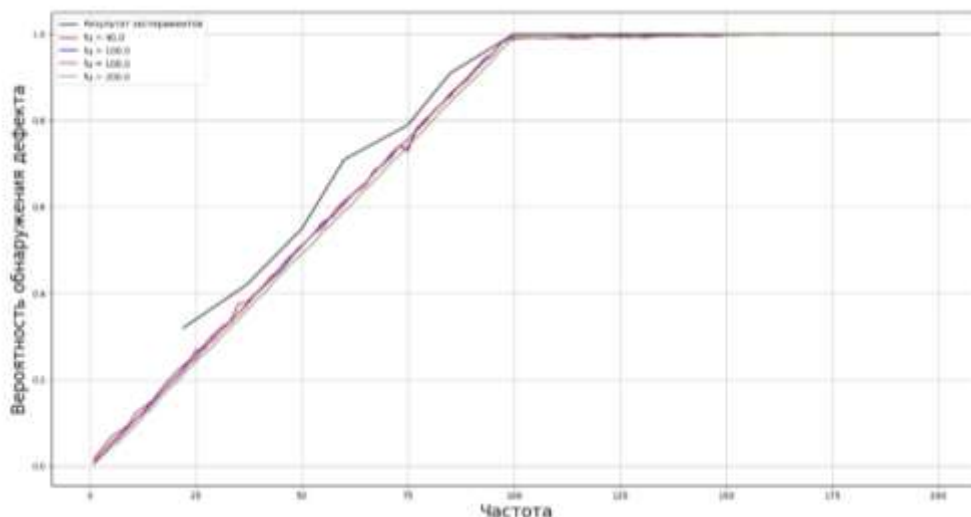


Рис.4 Результаты вычислительного и натурального экспериментов

Литература

1. Гречишников В.М., Бутко А.Д., Ерилкин А.А. Методика поиска мерцающих дефектов пайки микросхем в процессе виброиспытаний // Труды международного симпозиума «Надежность и качество 2016» / Под ред. Н.К. Юркова.- Пенза: изд-во ПензГУ, т.2, С.62-64.

В.Е. Зотеев, Е.В. Башкинова, П.В. Староквашева

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КАПИТАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

(Самарский государственный технический университет)

Одной из важнейших проблем развития промышленного комплекса Самарской области является проблема повышения эффективности функционирования региональной энергетической системы, которая входит в первую десятку отраслей промышленности по доле вклада в валовый региональный продукт. Эта проблема может быть решена только на основе системного анализа эффективности региональной энергетики и разработки систем поддержки принятия решений, построенных с использованием математических моделей [1,2]. В этих работах исследовалось влияние капитальных $K(t)$, трудовых $L(t)$ и топливных $B(t)$ ресурсов на величину выпуска продукции энергосистемой $Y(t)$ на основе трехфакторной степенной производственной функции Кобба-Дугласа:

$$Y(t) = A \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^\beta \cdot B(t)^\gamma, \quad (1)$$

где α , β и γ – коэффициенты эластичности по соответствующему фактору.



В работе [3] указываются на недостатки выбранной формы модели (1), связанные с тем, что в ней принципиально не учитывается изменение факторных эластичностей α , β и γ за период времени с 1990 по 2017 год. В этой же работе для анализа эффективности функционирования энергетических производств предлагается полиномиальная трехфакторная регрессионная модель вида $Y(t) = 0,360 + 0,113 \cdot K(t) - 0,990 \cdot L(t) + 1,731 \cdot L(t) \cdot B(t)$, которая в отличие от модели (1) позволяет для каждого из факторов построить временную зависимость соответствующей факторной эластичности.

Применение той или иной формы модели в системе управления энергосистемой Самарской области требует достоверных прогнозных значений используемых капитальных, трудовых и топливных ресурсов. Поэтому актуальной становится задача построения на основе статистических данных математических моделей динамики этих ресурсов. В данной работе рассматривается построение и статистический анализ математической модели динамики капитальных ресурсов на основе данных, публикуемых в ежегодной отчетности региональных министерств и энергетических компаний за период времени с 1990 по 2017 год.

При построении модели динамики капитальных ресурсов $K(t)$ были решены следующие основные задачи: первоначальный выбор вида функциональной зависимости, лежащей в основе математической модели; среднеквадратичное оценивание параметров этой модели и статистический анализ результатов вычислений; анализ и построение модели временного ряда остатков в форме разностного уравнения второго порядка; корректировка математической модели динамики капитальных ресурсов и оценка её параметров на основе методов нелинейной регрессии.

По характеру расположения точек на рисунке 1 в качестве первоначальной математической модели – функциональной зависимости $K(t)$ была выбрана полиномиальная зависимость в виде многочлена второй степени:

$$K(t) = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 t^2 \quad (2)$$

С учетом найденных среднеквадратичных оценок коэффициентов этой модели соответствующая дискретная функция принимает вид:

$$\hat{y}_k = 3658,1 - 3,675t_k + 0,00092t_k^2, \quad k = \overline{0,27}. \quad (3)$$

Проведенные численно-аналитические исследования показали, что увеличение степени многочлена (2) статистически не оправдано. График зависимости (3) представлен на рисунке 1 сплошной кривой линией.

Статистический анализ результатов построения модели (3) на основе графического и аналитического исследования остатков, изображенных на рисунке 2 в виде точек: $e_k = y_k - \hat{y}_k$, $k = \overline{0,27}$, где y_k – результаты наблюдений – статистические данные, публикуемые в ежегодной отчетности энергетических компаний, показал не только наличие существенной корреляции между ними, но и существование тренда в форме периодической составляющей. В частности, d –



статистика Дарбина-Уотсона составила величину $d = 0,69$, что свидетельствует о наличии положительной корреляции. В то же время анализ графика остатков, представленного на рисунке 2, позволяет выдвинуть гипотезу о том, что в модели (3) пропущена аддитивная периодическая составляющая (тренд) с последовательно коррелированными значениями. Пропуск такого члена в модели (3) эквивалентен включению его в составляющую ε_k , описывающую разброс результатов наблюдений y_k относительно модели (3). Поэтому была поставлена задача выявления периодической составляющей, уравнение которой имеет вид $z(t) = \exp(\alpha t)(C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t)$, в остатках $e_k = \hat{z}_k + v_k$, где v_k взаимно независимые случайные величины с нулевыми математическими ожиданиями и одинаковыми дисперсиями.

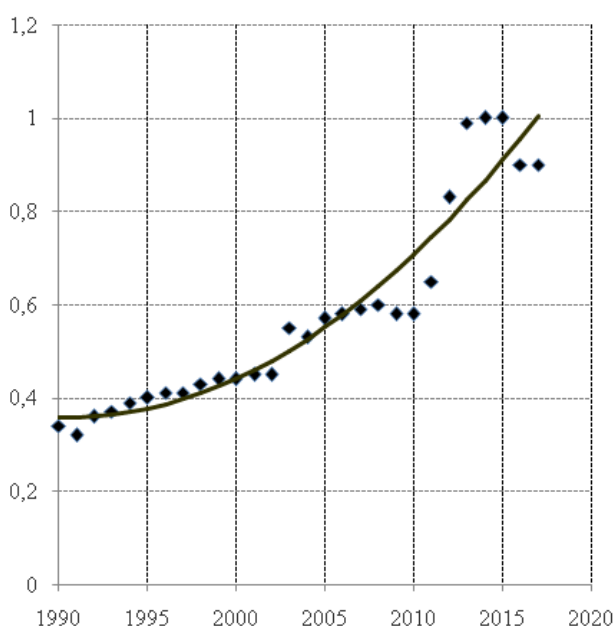


Рис. 1. Изменение объема капитальных ресурсов (в относительных единицах) за период с 1990 по 2017 год

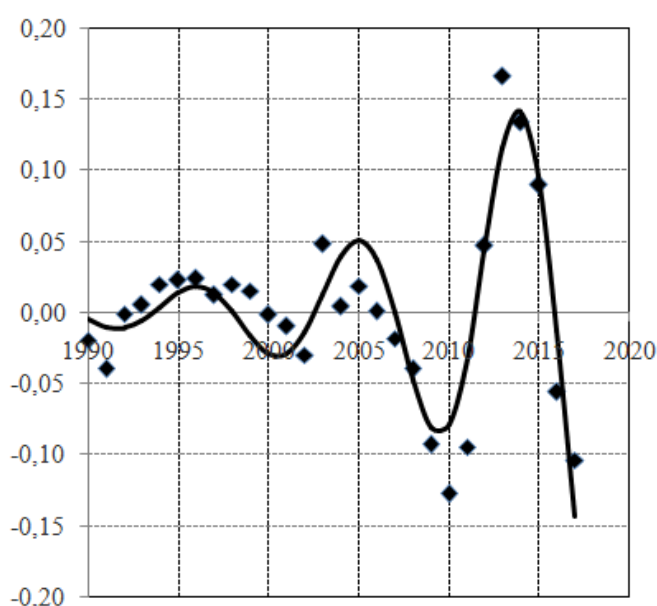


Рис. 2. График зависимости (точки) остатков от времени и график аппроксимации этой зависимости разностным уравнением второго порядка

Эта задача была решена методами, описанными в [4], на основе разностного уравнения второго порядка

$$\hat{z}_k = \lambda_1 \hat{z}_{k-1} + \lambda_2 \hat{z}_{k-2}, \quad k = \overline{2, 27}, \quad \hat{z}_0 = \lambda_3, \quad \hat{z}_1 = \lambda_4, \quad (4)$$

коэффициенты которого известным образом связаны с параметрами периодической составляющей: $\alpha = \ln \sqrt{-\lambda_2}$, $\omega = \arctg \frac{\sqrt{-D}}{\lambda_1}$, $C_1 = \lambda_3$, $C_2 = \frac{2\lambda_4 - \lambda_1 \lambda_3}{\sqrt{-D}}$, где

$D = \lambda_1^2 + 4\lambda_2$. В результате была построена модель периодической составляющей $z(t)$ в виде разностного уравнения: $\hat{z}_0 = -0,0051$, $\hat{z}_1 = -0,0099$, $\hat{z}_k = 1,708\hat{z}_{k-1} - 1,258\hat{z}_{k-2}$, $k = \overline{2, 27}$. График построенной модели для временной последовательности остатков e_k представлен на рисунке 2.



На заключительном этапе построения математической модели динамики капитальных ресурсов с учетом выявленного периодического тренда в остатках e_k первоначальная модель (2) корректируется посредством добавления к квадратному трехчлену аддитивной составляющей $z(t)$. В формате регрессионного анализа скорректированная модель может быть представлена в виде:

$$\begin{cases} y_k = \beta_1 + \beta_2 t_k + \beta_3 t_k^2 + z_k + \varepsilon_k, & k = 0, 1, 2, \dots, 27; \\ z_0 = \beta_4, & z_1 = \beta_5; \\ z_r = \beta_6 z_{k-1} + \beta_7 z_{k-2}, & k = 2, 3, \dots, 27. \end{cases} \quad (5)$$

Регрессионная модель (5) содержит семь параметров, причем относительно последних четырех β_4 , β_5 , β_6 и β_7 она не линейна. Особенностью этой модели является то, что она содержит нелинейную зависимость $z_k(\beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7)$ рекуррентно, в форме разностного уравнения. Для нахождения среднеквадратичных оценок параметров модели (5) на основе минимизации $\|\varepsilon\|^2 \rightarrow \min$ применялись известные методы нелинейного оценивания [4]. В результате было построена математическая модель, которая в дискретной форме может быть представлена в виде

$$\begin{cases} y_k = 3887,4 - 3,903t_k + 0,00098t_k^2 + z_k, & k = 0, 1, 2, \dots, 27; \\ z_0 = -0,0072, & z_1 = -0,0147; \\ z_r = 1,674z_{k-1} - 1,213z_{k-2}, & k = 2, 3, \dots, 27. \end{cases} \quad (6)$$

Построенная математическая модель динамики капитальных ресурсов (6) может быть представлена в эквивалентной форме в виде функциональной зависимости

$$K(t) = 3887,4 - 3,903t + 0,00098t^2 + 0,0141e^{0,0965(t-1990)} \cos(0,707t + 1,935), \quad (7)$$

график которой изображен на рисунке 3.

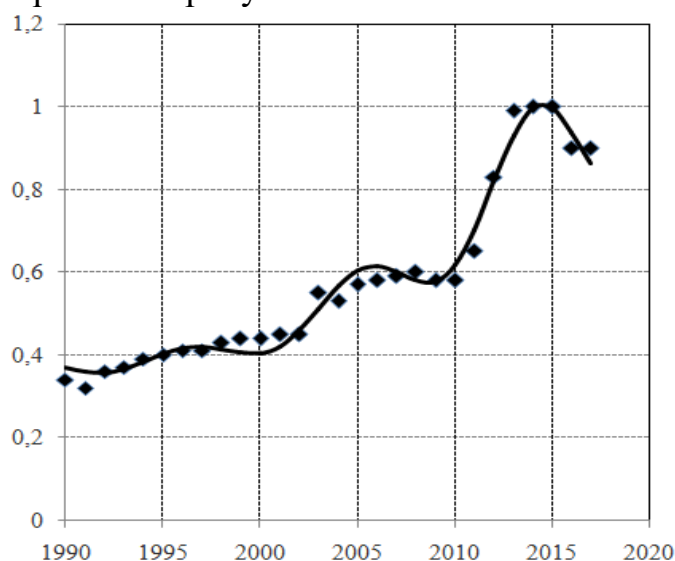


Рис. 3. График построенной модели динамики капитальных ресурсов за период с 1990 по 2017 год



Сумма квадратов отклонений $Q_{осм(6)}$ построенной модели (7) от статистических данных y_k , публикуемых в ежегодной отчетности энергетических компаний, равна $Q_{осм(6)} = 0,022$, в то время, как сумма квадратов отклонений $Q_{осм(3)}$ от y_k для модели (3) составляет величину $Q_{осм(3)} = 0,114$, что в пять раз больше, что свидетельствует о высокой адекватности модели (7) результатам наблюдений.

Литература

1. Иванова Д.В. Системный анализ и моделирование экологической эффективности региональной энергетики на примере Самарской области // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Технические науки, 2018. №4(60). С. 6-18.
2. Гаврилова А.А., Салов А.Г., Иванова Д.В. Исследование экономических характеристик регионального промышленного комплекса методами статистического и модельного анализа // М.: Научное обозрение, 2015. №15. С. 327-333.
3. Зотеев В.Е., Башкинова Е.В., Староквашева П.В. Математическое моделирование функционирования энергетической системы Самарской области // В сб.: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020): труды Международной научно-технической конференции, Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. С.361-365.
4. Зотеев В.Е. Численный метод нелинейного оценивания на основе разностных уравнений // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Физ.-мат. науки, 2018. Т. 22, № 4. С. 669-701.

А.И. Зотеева, А.В. Никитин

ВЫБОР И ОПИСАНИЕ СТРУКТУРНО – ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ НЕПОДВИЖНОГО АЭРОМЕТРИЧЕСКОГО ПРИЕМНИКА С ДИСТАНЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ИНФОРМАЦИИ

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

В настоящее время экологический мониторинг приобрел высокую степень актуальности из-за увеличенного выброса различными промышленными объектами разнообразных вредных веществ в атмосферу, а также увеличения автотранспорта на основе двигателей внутреннего сгорания. На территории Республики Татарстан (РТ) сосредоточено большое количество теплоэлектроцентралей, предприятий нефтедобычи, нефтегазопереработки и о других отраслей промышленности в результате деятельности, которых, в атмосферу выбрасывается существенное количество различных химических веществ и их соединений.



Для определения распространения вредных веществ и оценки влияния воздействия на окружающую среду необходима информация о количественном и качественном составе данных выбросов, а также контроле параметров окружающей среды, таких как скорость и направление ветра, влажность и температура воздуха, статического давления локально в контролируемой области (месте расположения объекта контроля).

Основой экологического мониторинга является приемник параметров окружающей среды со встроенным электронным блоком обработки информации, содержащим вычислительное устройство (микроконтроллер), который выполняет следующие функции: опрос датчиков первичной информации с заданным временным интервалом между моментами измерения; регистрацию информации с датчиков первичной информации во внутреннюю память; обработку и передачу информации по запросу внешними пользователями посредством радиоканала либо по проводному каналу.

Традиционным, для построения ветроприемных устройств (ВПУ), используемых в системах измерения параметров вектора скорости ветра, является применение силовых (аэродинамических) методов для формирования информативных (пневматических) сигналов. Реализация этих сигналов в системах измерения параметров вектора скорости ветра при решении задач прогнозирования загрязнений затруднена сложностью их преобразования в электрические сигналы в связи с ограниченными метрологическими характеристиками существующих преобразователей давлений. Это привело к необходимости создания ветроприемных устройств, построенных на основе силовых (аэродинамических) эффектов, сочетающего как торможение, так и дросселирование набегающего воздушного потока, а также использовать в качестве первичного информативного сигнала, характеризующего скоростной напор набегающего воздушного потока (ветра), перепад давлений. В результате удастся существенно (в 1,3..5,3 раза) повысить уровень выходного пневматического сигнала ветроприемного устройства в диапазоне 1...100 м/с.

Для измерения в приземном слое атмосферы параметров вектора ветра предлагается использовать оригинальный датчик ветра (ДВ), содержащий в себе каналы измерения скорости W и направления ψ в горизонтальной плоскости ветра, температуры окружающей среды $T_{\text{окр.ср}}$, влажности ϕ и статического давления $p_{\text{ст}}$, структурная схема которого представлена на рис. 1.

Первичные пневматические сигналы, формируемые набегающим воздушным потоком, посредством ветроприемного модуля приемника параметров окружающей среды (ППОС) подаются в пневматические каналы, выходы которых подключены к датчикам перепада давлений ДД1-ДД4, построенных на основе тензочувствительных элементов, по выходным сигналам которых формируется информация о направлении вектора ветра в горизонтальной плоскости в диапазоне измерения 0...360°. В попарно соединенных в противоположном направлении под углом 180° пневматических каналах, для регистрации давлений p_1 и p_5 , p_2 и p_6 , p_3 и p_7 , p_4 и p_8 , под воздействием набегающего воздушного потока возникает перепад давления, который приводит к перетеканию воздуха с



расходом, преобразуемым в дальнейшем в пропорциональный электрический сигнал посредством дифференциальных датчиков давления ДД1-ДД4. Пневматический сигнал статического давления $p_{ст}$ с осредняющей камеры ветроприемного модуля по каналу статического давления подается в датчик давления ДД5.

Для измерения температуры окружающей среды в глухой камере ветроприемного модуля размещен датчик температуры ДТ, выход которого включен в электроизмерительную схему НП1, размещенную в электронном блоке ППОС. Для измерения влажности воздушной среды в конструкции ветроприемного устройства предусмотрена установка датчика влажности, выходной сигнал с которого подается на входы электроизмерительную схему НП2.

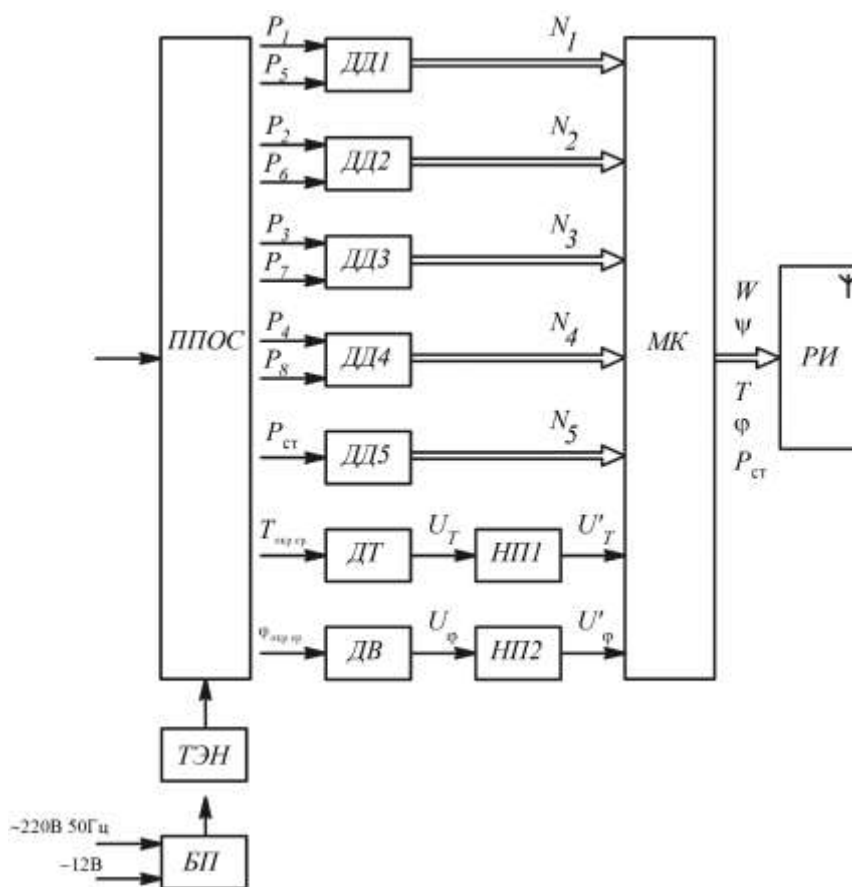


Рис. 1. Структурная схема датчика ветра

Цифровые сигналы N_1-N_5 с преобразователей давлений ДД1-ДД4 и ДД5, а также аналоговые сигналы с НП1 и НП2 через мультиплексор поступают в блок обработки сигналов микроконтроллера (МК). На выходе МК формируются вычисленные в соответствии с аналитическими выражениями цифровые сигналы по скорости W и направлению ψ ветра в горизонтальной плоскости, температуры окружающей среды $T_{окр.ср}$, влажности ϕ и статического давления $p_{ст}$, которые подаются на радиоизлучатель для передачи информации, посредством радиоприемника в блок сбора и обработки информации. Канал передачи вычисленных значений по скорости W и направлению ψ ветра в горизонтальной плоскости, температуры окружающей среды $T_{окр.ср}$, влажности ϕ и статического давле-



ния $p_{ст}$ может быть выполнен с использованием оптоволоконных средств передачи информации.

Таким образом, главной задачей проекта является разработка теоретических основ построения системы измерения параметров окружающей среды на основе неподвижного аэрометрического приемника с дистанционной передачей регистрируемой информации на базовую станцию для дальнейшей обработки и анализа полученной информации на основе использования нейронных сетей и составления экологической карты распространения вредных веществ с количественной оценкой их влияния на окружающую среду.

Литература

1. Тюрина М.М., Порунов А.А., Бердников А.В. Особенности построения всенаправленной системы измерения параметров вектора скорости ветра в приземной слое атмосферы // Технические науки. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». – Москва, 2013. – С.187–189.

2. Солдаткин В.М., Порунов А.А., Тюрина М.М. Методы и средства информационного обеспечения экологического мониторинга приземного слоя атмосферы. Отчет о НИР (шифр «Экология», заключительный). № гос. регистрации 01200008350. Казань, КГТУ им. А.Н. Туполева, 2002. – С.120.

Р.Н. Измайлова

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ МНОГОРЕЖИМНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

(Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова)

В последние годы бурное развитие синергетики вызвано резко возросшими требованиями рынка к потребительским свойствам и качеству продукции. Именно это определяет современные тенденции развития промышленности и стимулирует научно-технический прогресс [1].

Большинство многорежимных динамических объектов функционирует в условиях неопределенности, которые характеризуются сложными и плохо изученными связями между технологическими переменными, наличием возмущающих и случайных помех, а также нелинейных элементов, которые затрудняют применение линейных алгоритмов адаптивного управления динамическими объектами [2].

В тех случаях, когда математическая модель управляемой динамической системы априори неизвестна, обычно применяется адаптивное управление [3]. Наиболее совершенным является синергетическое адаптивное управление. В традиционных методах адаптивного управления обычно предполагается, что



порядок системы известен априори и не изменяется в процессе ее функционирования [4, 5].

При синергетическом управлении математическая модель системы, необходимая для создания алгоритма управления, формируется путем оперативной идентификации в процессе функционирования системы. Это приводит к необходимости оперативной обработки большого объема данных и решения значительного круга задач. В связи с этим предлагается применение линейного регулятора, который работает лучше, чем обычный ПИД-регулятор с фиксированными параметрами, поскольку он может лучше адаптироваться к изменениям параметров установки и работает вокруг рабочей точки, где установка может быть аппроксимирована линейной моделью. Тем не менее, поскольку большинство промышленных процессов является весьма нелинейными, не минимальными и с различными типами неопределенностей и нарушений нагрузки, производительность линейного регулятора может ухудшиться, и может потребоваться использование подходящего нелинейного управления. Поскольку нейронные сети могут приближаться к любым нелинейным функциям с произвольной точностью, которые применяются для разработки адаптивного управления нелинейными объектами.

Обычные самонастраивающиеся контроллеры должны быть перенастроены каждый раз, когда изменяется рабочая точка, поскольку ранее обученные параметры не могут быть сохранены в контроллере. Это также является основной причиной их низкой производительности в управлении нелинейными системами. В отличие от этого нелинейный контроллер на основе нейронечеткой сети имеет преимущество перед обычными самонастраивающимися контроллерами в том, что, как только он обучен для определенных рабочих точек, повторное обучение для этих рабочих точек не требуется. Кроме того, переход от одной локальной модели к другой является плавным.

Предлагаемый контроллер можно интерпретировать как непосредственное синергетическое управление. Производится онлайн-обновление весов нейронечеткой сети, и устанавливается локальная стабильность замкнутой системы с использованием предложенного контроллера.

Для нелинейных систем линейный нечеткий регулятор может применяться только в том случае, если рабочий диапазон мал, поскольку он не подходит для сильно нелинейных систем. Популярными подходами к управлению сильно нелинейными системами включают планирование усиления и нечеткий регулятор Такаги-Сугено. В этих подходах используется ряд локальных линейных контроллеров. Другой подход заключается в реализации нелинейных контроллеров с использованием нейронечетких сетей, которые можно интерпретировать как сеть, состоящую из серии линейных локальных моделей, разработанных для различных рабочих точек нелинейной системы.

При использовании нейронечетких сетей в управляющем устройстве наиболее важной и трудоемкой задачей является формирование базы правил и обучения нейронечеткой сети. В классических алгоритмах обучения нечетких нейросетей число продукционных правил, вид функции принадлежности, тип



алгоритма нечёткого вывода и т.п. задаются априори и не подвергаются изменению в процессе обучения сети, что нейронечеткие сети могут оказаться малоэффективными. В связи с этим предлагается алгоритм самоорганизации нейронечетких сетей, позволяющей настраивать не только параметры, но и структуру сети в процессе управления во время эксплуатации объекта.

Литература

1. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В.Круглов, Н.Н.Борисов. – М.:Горячая линия – Телеком, 2001. 382 с.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы, пер.с польск. И.Д. Рудинского. –М.: Горячая линия – Телеком, 2006. -452 с.
3. Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций /Г.П.Плетнев. –М.: Энергоиздат, 1986. -368 с.
4. Леоненков А.Ю. Нечёткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech / А.Ю.Леоненков. –С.-Птр.: БХВ, 2003. -720 с.
5. Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Алиев Р.Р., Юсупбеков А.Н. Интеллектуальные системы управления и принятия решений. Ташкент «Узбекистон миллий энциклопедияси», 2014. -490 с.

Ю.Н. Косников, А.И. Афанасьев

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ НЕАНАЛИТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕЧЕНИЙ

(Пензенский государственный университет)

Во многих предметных областях требуется визуальное представление пространственных объектов, поверхность которых задана набором характерных (опорных) точек, то есть скалярным полем. Типичным примером таких объектов является рельеф земной поверхности. Другой пример – показанное в виде поверхности распределение физической величины (температуры, количества осадков, уровня загрязнения воздуха) по площади региона. В обоих случаях поверхности не имеют точного аналитического описания, и для их визуализации требуется применить интерполяционные методы. Во всех случаях обязательным этапом процесса визуализации является представление поверхности в виде полигональной сетки, необходимое для графической системы компьютера. При этом следует учесть, что к визуализации подобных объектов предъявляется требование динамики в реальном времени (РВ).

У наблюдателя может возникнуть потребность изменить ракурс обзора или масштаб объекта, что предполагает выполнение операций сдвига, поворота (вращения) и масштабирования объектов. Из них особенно ресурсоемким является поворот объектов, так как для его выполнения необходимо перемножение координат всех точек объекта на тригонометрические функции углов поворота.



В то же время объекты, зачастую, имеют высокую детальность представления, чтобы при увеличении изображения не терялась его информативность. Количество опорных точек может исчисляться тысячами и десятками тысяч. Наконец, следует иметь в виду, что на визуализацию не могут быть направлены все вычислительные ресурсы компьютера, большинство ресурсов идет на решение основной прикладной задачи – на сбор данных, вычисления, моделирование и т.п.

Анализ перечисленных факторов позволяет утверждать, что визуализация неаналитических поверхностей высокой детальности с динамикой РВ – комплексный процесс, требующий применения эффективных по производительности алгоритмических решений, в том числе, в части формообразования.

Можно предложить следующую последовательность действий.

1) Предварительно (не в режиме РВ) нужно перейти от исходных неупорядоченных опорных точек к новым, также принадлежащим поверхности объекта, но лежащим в узлах ортогональной параметрической сетки. Это можно сделать с помощью любого известного метода интерполяции, работающего на неупорядоченном множестве точек и имеющего точность, удовлетворяющую разработчика. Например, хорошим инструментом интерполяции являются радиальные базисные функции (РБФ), причем для рассматриваемых поверхностей интерполянт, как правило, может быть представлен однозначной функцией $z=f(x,y)$ [1,2,3]. Обход области определения аргументов с некоторым шагом и вычисление значений интерполянта дает упорядоченное множество новых опорных точек. Номера шагов образуют отсчеты параметрических координат u,v . Для того, чтобы впоследствии строить поверхность по сечениям, шаги по одному аргументу (например, y) должны быть меньше шагов по второму аргументу (x).

2) Геометрические преобразования сдвига, поворота, масштабирования, необходимые для динамики объекта, следует проводить над его опорными точками, а полигональную сетку формировать в режиме РВ с помощью интерполяции. Исходные данные для интерполяции образует полученный набор новых опорных точек. В результате геометрических преобразований координаты опорных точек в пространстве сцены изменяются, но не изменяются их положения в параметрической системе координат. Тогда координаты промежуточных точек в процессе интерполяции РВ находятся по трем интерполяционным выражениям вида

$$x = f_1(u, v), \quad y = f_2(u, v), \quad z = f_3(u, v).$$

3) Вершины полигональной сетки получаются в результате интерполяции не отсеков поверхности, а их сечений. Принципиальная возможность такого приема упоминается, например, в монографии [4]. Применение сечений позволяет значительно ускорить вычисление промежуточных точек поверхности. Например, математическое описание для отсека сплайновой линии содержит 4 вычисляемых слагаемых, а для сегмента сплайновой поверхности – 16 слагаемых.



Упорядоченность опорных точек дает возможность применить интерполлянты различного вида. Функции радиального базиса в данном случае не очень подходят, так как содержат дроби, радикалы, тригонометрические и экспоненциальные функции, затратные в вычислительном отношении. Хорошими интерполянтами на сетке являются сплайны, однако не все они подходят для задач визуализации в РВ. Краткий анализ интерполяционных возможностей сплайновых кривых приведен в [5]. В рассматриваемом случае следует отдать предпочтение сплайнам Кэтмулла-Рома. Отсек этого сплайна точно проходит через опорные точки, а его изгибы в концевых точках определяются только опорными точками этого отсека [6].

Отсек кривой Кэтмулла-Рома задается четырьмя опорными точками $P_i(x_i, y_i, z_i)$, где $i=0, \dots, 3$ – номер точки. Математическое описание отсека имеет вид

$$\begin{aligned}x &= 0.5(-t(1-t)^2x_0 + (2-5t^2+3t^3)x_1 + t(1+4t-3t^2)x_2 - t^2(1-t)x_3), \\y &= 0.5(-t(1-t)^2y_0 + (2-5t^2+3t^3)y_1 + t(1+4t-3t^2)y_2 - t^2(1-t)y_3), \\z &= 0.5(-t(1-t)^2z_0 + (2-5t^2+3t^3)z_1 + t(1+4t-3t^2)z_2 - t^2(1-t)z_3),\end{aligned}$$

где t – параметр.

При задании набора опорных точек (узлов интерполяции) алгоритм интерполяции последовательно переходит от предыдущего отсека к следующему, добавляя одну очередную («новую») опорную точку в качестве P_0 и отбрасывая одну «старую» (P_3).

Новые опорные точки упорядочены в ряды, которые и становятся основой для получения сечений. В пределах одного сечения изменяется только одна параметрическая координата, например, u . Тогда в матричной форме интерполлянт сечения имеет вид

$$C = 0.5 \cdot U \cdot M \cdot CP,$$

где C – матрица текущих координат точек сечения;

U – матрица степеней аргумента (параметра) u ;

M – базисная матрица сплайна Кэтмулла-Рома;

CP – матрица координат опорных точек отсека кривой:

$$C = \begin{vmatrix} x & y & z \end{vmatrix}, \quad U = \begin{vmatrix} u^3 & u^2 & u & 1 \end{vmatrix}, \quad M = \begin{vmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & -5 & 4 & -1 \\ -1 & 3 & -3 & 1 \end{vmatrix},$$

$$CP = \begin{vmatrix} x_0 & y_0 & z_0 \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix}.$$

На каждом сегменте интерполяции в матрице CP происходит сдвиг содержимого на одну строку вверх. При этом верхняя строка пропадает, а на место сдвинувшейся четвертой строки встает новая строка, содержащая координаты очередной опорной точки сечения. Дойдя до конца очередного сечения, алгоритм интерполяции переходит на соседнее, и процесс повторяется.



В пределах одного сегмента находится несколько промежуточных точек сечения. Их количество определяется желаемой детальностью будущей полигональной сетки. Для этого параметр изменяется в интервале $[0,1]$ с шагом $(1/N)$, где N – желаемое число полигонов в пределах отсека.

4) Промежуточные точки соседних сечений принимаются за вершины полигональной сетки. Поскольку опорные точки лежат в узлах регулярной сетки и количество шагов в пределах каждого отсека одинаково ($N=\text{const}$), выбор вершин для каждого полигона очевиден. Множество вершин полигональной сетки передается в графическую плату компьютера, где выполняются остальные операции, обеспечивающие желаемый внешний вид объекта.

В итоге, высокая производительность формообразования поверхности объектов с применением сечений достигается, благодаря:

- предварительной регуляризации опорных точек;
- выполнению геометрических преобразований над ограниченным числом опорных точек, а не над множеством вершин полигональной сетки;
- полигонизации поверхности в режиме РВ путем интерполяции по сечениям поверхности;
- применению для интерполяции математического аппарата сплайнов Кэтмулла-Рома, не требующего никаких дополнительных действий с касательными, вспомогательными опорными точками и пр.

Кроме того, для вычисления координат промежуточных точек могут быть применены быстрые алгоритмы. Смешивающие функции сплайна Кэтмулла-Рома являются кубическими полиномами, причем каждая смешивающая функция всегда имеет один и тот же вид. Это означает, что значения смешивающих функций могут быть предварительно занесены с нужной точностью в память компьютера. Тогда очередное значение смешивающей функции не вычисляется, а считывается из памяти. В качестве адреса памяти используется значение параметра u , приведенное к выделенному диапазону адресов. Кроме того, нахождение промежуточных точек на сечениях идет последовательно, что дает возможность применить вычисления по приращениям. Например, метод конечных разностей позволяет получить значение кубической функции за три операции суммирования [7].

Литература

1. Buhmann M.D. Radial Basis Functions: Theory and Implementations. – Cambridge: Univ.Press, 2008. – 259 p.
2. Anjyo K., Lewis J.P., Pighin F. Scattered Data Interpolation for Computer Graphics // ACM SIGGRAPH. – 2014 – pp.1–69. – Электронный ресурс. – Доступно из URL: <https://doi.org/10.1145/2614028.2615425>
3. Косников Ю.Н. Методика и технология компьютерного моделирования поверхностей свободных форм с применением радиальных базисных функций // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Научное периодическое издание. Серия: Технические науки. Информационные технологии. – Пенза: Изд-во ПГТУ, 2014. – №03(19). – С. 176 – 183.



4. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
5. Косников Ю.Н., Афанасьев А.И. Расширение изобразительных возможностей средств визуализации с помощью управления гладкостью геометрических форм // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2021): труды Международной научно-технической конференции /под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2021. – С.39 – 42. – Электронный ресурс. – Доступно из URL: <https://ssau.ru/events/1137-mezhdunarodnaya-nauchno-tekhnicheskaya-konferentsiya-perspektivnye-informatsionnye-tekhnologii-pit-2021>
6. Catmull, E., Rom, R. A Class of Local Interpolating Splines // Computer Aided Geometric Design / R.E. Barnhill and R.F. Reisenfeld, Editors, Academic Press. – NY, 1974. – pp. 317–326.
7. Косников, Ю.Н. Применение бикубических сплайнов в графических системах реального времени // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2005 – №4(9). – С.30 – 36.

Н.П. Кривулин

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ

(Пензенский государственный университет)

Проблема восстановления входных сигналов измерительных систем занимает одну из ключевых позиций во многих областях техники. Она возникает при динамических измерениях, в радиолокации, теории распознавания изображений, теории связи и т. д. Обзоры методов решения данной проблемы можно найти в работах [1–4].

Как отмечается в монографии [1] существует два подхода к решению данной проблемы. Первый, априорный, который заключается в том, что путем совершенствованием конструкции измерительных систем (ИС) добиваются минимума искажений в системе приема сигнала (один из таких подходов рассмотрен в работе [5]), и второй, апостериорный, в основу которого положены алгоритмы восстановления входного сигнала по выходному сигналу. Построение таких алгоритмов осуществляет редукцию к идеальному прибору.

Предлагаются методы, основанные на втором подходе, восстановления входных сигналов нестационарных систем путем построения ИС. ИС состоит из первичного измерительного преобразователя ПИП и последовательного соединного виртуального измерительного преобразователя (ВИП). ВИП обрабатывает выходной сигнал от ПИП, таким образом, что на его выходе наблюдается измеряемый входной сигнал.



В качестве математической модели ВИП предложены интегральная и дифференциальная модели, описываемые интегральными и дифференциальными уравнениями, соответственно.

1. Построение ИС по интегральной модели.

В качестве математической модели ПИП рассмотрим интегральную модель, описываемую уравнением вида

$$\int_0^t g(t, \tau)x(\tau)d\tau = f(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (1)$$

где $g(t, \tau)$ – известная импульсная характеристика, $f(t)$ – известный выходной сигнал системы (1), $x(t)$ – искомый входной сигнал.

Для ПИП (1) строится ВИП, математическая модель [6] которого имеет вид:

$$x(t) = \sum_{k=1}^n \gamma_k x_k(t), \quad (2)$$

$x(t)$ – восстанавливаемый входной сигнал ПИП (1).

Функции $x_i(t), i = 1, 2, \dots, n$, определяются следующим образом:

1. Выбирается система линейно независимых функций $\{\varphi_i(t)\}, i = 1, 2, \dots, n$.
2. Функции $x_i(t), i = 1, 2, \dots, n$, определяются из решения интегральных уравнений:

$$\int_0^t g(t, \tau)x_i(\tau)d\tau = \varphi_i(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$\gamma_i, i = 1, 2, \dots, n$, - коэффициенты определяются из разложения выходного сигнала $f(t)$ ПИП (1) по системе функций $\{\varphi_j(t)\}, j = 1, 2, \dots, n$:

$$f(t) = \sum_{k=1}^n \gamma_k \varphi_k(t).$$

Восстановление входного сигнала производится по формуле (2).

2. Построение ИС по дифференциальной модели.

Метод основан на построение математической модели ВИП измерительной системы в виде дифференциального уравнения

$$a_n(t) \frac{d^n f(t)}{dt^n} + a_{n-1}(t) \frac{d^{n-1} f(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_0(t) f(t) = x(t). \quad (3)$$

Здесь $x(t)$ - входной сигнал, подлежащий восстановлению; $f(t)$ - выходной сигнал ПИП, $a_n(t), \dots, a_0(t)$ – коэффициенты.

Для восстановления входного сигнала $x(t)$ по формуле (3) требуется:

1. Определить коэффициенты $a_n(t), \dots, a_0(t)$;
2. Вычислить производные $\frac{d^n f(t)}{dt^n}, \dots, \frac{df(t)}{dt}$.

Вычисление коэффициентов $a_n(t), \dots, a_0(t)$ основано на применении [4,7] метода виртуальных сигналов по известной импульсной характеристике ПИП.



Приближенные методы вычисления производных в (3) $\frac{d^n f(t)}{dt^n}, \dots, \frac{df(t)}{dt}$, основаны на квадратурных формулах для гиперсингулярных интегралов [4,7]. Данные методы отличаются от принятых, высокой точностью и устойчивостью.

В докладе данный метод иллюстрируется на примере [8] восстановления параметров векторов ускорения акселерометра, описываемого дифференциальным уравнением второго порядка.

3. Построение ИС по коррекции выходного сигнала

Методы восстановления входного сигнала основан по обработке выходного сигнала ПИП (линейного и нелинейного). В качестве ВИП используется корректирующее устройство (КУ), реализация которого может быть выполнена как аппаратно, так и программно.

3.1. Линейные системы.

Рассмотрим ПИП, описываемый уравнением:

$$\int_0^t g(t, \tau)x(\tau)d\tau = f(t), 0 \leq t < \infty, \quad (4)$$

строится измерительная система, состоящая из ПИП, описываемый уравнением (4) и КУ, функционирование которого описывается уравнением :

$$\int_0^t g_C(t, \tau)f(\tau)d\tau = x(t), 0 \leq t < \infty,$$

где $f(t)$ - входной сигнал КУ (выходной сигнал ПИП (15)); $f(t)$ - выходной сигнал КУ; $g(t, \tau)$ - импульсная переходная функция ПИП; $g_C(t, \tau)$ - импульсная переходная функция КУ.

Восстановление функций $g(t, \tau)$, $g_C(t, \tau)$ осуществляется методами, описанные в [4,9,10].

Восстановление входного сигнала $x(t)$ в режиме работы измерительного преобразователя определяется по формуле:

$$x(t) = \int_0^t g_C(t, \tau)f(\tau)d\tau.$$

3.2. Нелинейные системы

Рассмотрим ПИП, описываемый уравнением:

$$\begin{aligned} y(t) = & \int_0^t g_1(t, \tau_1)x(\tau_1)d\tau_1 + \iint_{00}^{tt} g_2(t, \tau_1, \tau_2)x(\tau_1)x(\tau_2)d\tau_1d\tau_2 + \dots \\ & \dots + \int_0^t \dots \int_0^t g_N(t, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N)x(\tau_1) \dots x(\tau_N)d\tau_1 \dots d\tau_N, \end{aligned} \quad (5)$$

где $x(t)$ – входной сигнал ПИП, подлежащий восстановлению; $y(t)$ – выходной сигнал ПИП; $g_1(t, \tau_1), \dots, g_N(t, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N)$, – ядра Вольтерра.

Для ПИП (5) строится измерительная система, состоящая из ПИП, описываемый уравнением (5) и КУ, функционирование которого описывается в виде конечного ряда Вольтерра [11]:



$$\begin{aligned} x(t) = & \int_0^t g_1^K(t, \tau_1) y(\tau_1) d\tau_1 + \iint_{00}^{tt} g_2^K(t, \tau_1, \tau_2) y(\tau_1) y(\tau_2) d\tau_1 d\tau_2 + \dots \\ & \dots + \iint_{00}^{tt} \dots \int_0^t g_N^K(t, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N) y(\tau_1) y(\tau_2) \dots y(\tau_N) d\tau_1 d\tau_2 \dots d\tau_N, \end{aligned} \quad (6)$$

где $x(t)$ – входной сигнал ПИП; $y(t)$ – выходной сигнал ПИП; $g_1^K(t, \tau_1), \dots, g_N^K(t, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N)$ – ядра Вольтерра, подлежащие восстановлению.

Восстановление $g_1^K(t, \tau_1, \tau_2), \dots, g_N^K(t, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N)$ – ядер Вольтерра, осуществляется методами, описанные в [11].

Восстановление входного сигнала $x(t)$ в режиме работы измерительного преобразователя определяется по формуле (6).

Литература

1. Василенко Г. И. Теория восстановления сигналов / Г.И. Василенко. – М. : Сов. радио, 1979. – 272 с.
2. Грановский, В. А. Динамические измерения: теория и метрологическое обеспечение вчера и сегодня / В. А. Грановский // Датчики и системы. – 2016. – № 3 (201). – С. 57–72.
3. Сизиков В. С. Устойчивые методы обработки результатов измерений : специальная литература / В.С. Сизиков. – Санкт-Петербург, 1999. – 240 с.
4. Бойков И. В. Аналитические и численные методы идентификации динамических систем : моногр. / И. В. Бойков, Н. П. Кривулин. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – 398 с.
5. Серебряков Д.И. Расчет конструктивных параметров чувствительного элемента волоконно-оптического сигнализатора уровня жидкости / Д.И. Серебряков, Т.И. Мурашкина, Н.П. Кривулин // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – № 7. – С. 20–22.
6. Кривулин Н. П. Восстановление входных сигналов нестационарных динамических систем / Н. П. Кривулин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико – математические науки. – 2018. – № 3. – С. 64–78.
7. Бойков И. В. Восстановление параметров линейных систем, описываемых дифференциальными уравнениями с переменными коэффициентами / И. В. Бойков, Н. П. Кривулин // Измерительная техника. – 2013. – № 4. – С. 6–11.
8. Бойков И. В., Приближенный метод восстановления входных сигналов измерительных преобразователей / И. В. Бойков, Н. П. Кривулин // Измерительная техника. – 2021. – № 12. – С. 3–7.
9. Бойков И.В. Определение временных характеристик линейных систем с распределенными параметрами / И. В. Бойков, Н. П. Кривулин // Метрология. – 2012. – №8. – С. 3–14.



10. Бойков И. В. Восстановление характеристик нестационарных динамических систем по трем тестовым сигналам / И. В. Бойков, Н. П. Кривулин // Измерительная техника. – 2020. – № 3. – С. 9–15.

11. Бойков И. В. Идентификация параметров нелинейных динамических систем, моделируемых полиномами Вольтерра / И. В. Бойков, Н. П. Кривулин // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2018. – Том XXI, 2(74). – С. 17-31.

Н.А. Кузнецов, А.А. Смагин

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАСШИРЕНИЯ ВРЕМЕННОГО ДИАПАЗОНА ОБМЕНА ДАННЫМИ В КАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

(Ульяновский государственный университет)

Выделяемые в настоящее время диапазоны для обмена информацией являются фиксированными и определяются средой функционирования и характеристиками используемого оборудования. Дестабилизирующие факторы космического пространства, как среды передачи сигналов, а также не санкционируемые вмешательства в передаваемые сообщения задают границы временного диапазона обмена данными, передаваемыми по каналам спутниковой связи [1]. Ко всему прочему применяемая аппаратура является достаточно уязвимой в условиях динамической и быстро изменяющейся обстановки. Временной диапазон обмена сообщениями включает в себя выполнение множества емких сеансовых операций, таких как прием-передача данных, анализ состояния каналов связи, обнаружение нарушений целостности получаемых данных, наличие ошибок (их местоположений), постоянный мониторинг присутствия абонентов в системе обмена данными, контроль работоспособности оборудования.

Аппаратура на борту спутника должна своевременно идентифицировать признак нестандартной ситуации не позднее чем через 16 часов, а дискретность передачи этого признака составляет 2,5 минуты [1]. Величина этого диапазона крайне важна, особенно в случае одновременного воздействия нескольких отрицательно влияющих факторов. В целом границы временного диапазона определяют перечень всех операций обмена данными и влияют как на ее скорость, так и на выбор решения в случае возникновения сбоя или необходимости восстановления работоспособности системы спутниковой связи.

Расширение границ этого диапазона позволяет также увеличить возможности по обработке большего количества информации, а также позволяет использовать дополнительные ресурсы для обнаружения и исправления аддитивных ошибок различной кратности и нарушений процесса корректной передачи данных. Решение этой задачи требует построения модели обеспечения целостности данных, циркулирующих в каналах спутниковой связи, описывающей с необходимой точностью процессы и события, существующие в системах обмена информацией бортовых спутниковых ретрансляторов.



Для построения математической модели системы обмена данными использован аппарат теории массового обслуживания. Отличительной особенностью разработанной модели является применение вероятностного подхода с использованием точечных процессов, индикаторных функций и их компенсаторов в семимартингальной терминологии [2]. Это позволяет осуществлять переходы от единичных параметров модели к комплексным (интегральным) и своевременно выявлять пакеты данных с признаками нарушений целостности.

В предложенной математической модели абстрактному понятию «заявка» из теории систем массового обслуживания (СМО) на практике в бортовых спутниковых ретрансляторах соответствует пакет информации, представленный в виде структурированного массива бит в соответствии с Госстандартом телеметрии пакетной передачи информации ГОСТ Р 56096 - 2014. Основным объектом анализа специализированных бортовых спутниковых ретрансляторов, используемых для приема-передачи сообщений, является дискретный канал связи [3]. В качестве модели системы связи предложено использовать одноканальную систему массового обслуживания с интенсивностью обслуживания λ и простейшим потоком заявок.

Уравнение СМО имеет вид: $Q_t = Q_0 + A_t + R_t - D_t$, где Q_t – число пакетов данных в момент времени $t \in [0, T]$, $Q_0 = Q_{t=0}$ – число пакетов данных в момент времени $t=0$ ($Q_0 \in N = \{0, 1, 2, \dots\}$), A_t – число поступивших за время t пакетов данных, R_t – число пакетов данных поступивших в очередь за время t , D_t – число обслуженных за время t пакетов данных. Рассмотрены точечные процессы A_t , D_t , R_t , которые определяются своими компенсаторами. Справед-

ливы выражения: $A_t = \lambda \cdot t$, $D_t = \int_0^t \mu \cdot Q_s ds$, $R_t = \int_0^t \rho \cdot Q_s ds$,

где λ – интенсивность поступающих в систему пакетов данных, μ – интенсивность принятых к обработке пакетов данных, ρ – интенсивность находящихся в очереди и ожидающих обслуживания пакетов данных, Q_s – число пакетов данных в момент времени s [2]. Для получения оценок параметров модели введены фиксированные моменты времени, которые описываются интегральной зависимостью вида:

$$X_t^m = \int_0^t I(Q_s = m) ds, \quad (1)$$

где $I(Q_s = m)$ – индикаторная функция, которая задает состояние системы в момент времени m и представима в виде

$$I(Q_t = 0) = I(Q_s = 0) - \int_0^t I(Q_s = 0) dA_s + \int_0^t I(Q_s = 1) dD_s.$$

Оценка интенсивности поступающих в систему пакетов данных с учетом (1) определяется выражениями [2]:



$$\lambda_t = \frac{A_t}{t} \quad (2)$$

$$E \cdot \lambda_t = E \cdot \frac{A_t}{t} = \frac{\lambda \cdot t}{t} = \lambda$$

Из выражений (1)-(2) можно сделать вывод, что оценка является состоятельной и несмещенной, поскольку величина интенсивности поступающих в систему пакетов данных сохраняется при произвольном времени функционирования системы t [3]. Аналогичным образом, могут быть получены оценки интенсивности принятых к обработке пакетов данных μ и интенсивности, поступивших в очередь и ожидающих обслуживания пакетов данных ρ . Разложение индикаторной функции $I(Q_t = m)$, которая зависит от состояния системы в предыдущие моменты времени, определяется выражением:

$$I(Q_t = m) = I(Q_0 = 0)m + \lambda \int_0^t I(Q_s = m-1)ds + \rho(m-1) \int_0^t I(Q_s = m-1)ds -$$

$$-(\lambda - \mu \cdot m + \rho \cdot m) \int_0^t I(Q_s = m)ds + \mu(m+1) \int_0^t I(Q_s = m+1)ds. \quad (3)$$

Локальное время работы системы определяется выражением:
 $\lambda \int_0^t I(Q_s = 0)ds = X_t^m$, $m = 0, 1, 2, \dots$. Введем функциональные моменты системы:

$$a^m = \frac{1}{t} \cdot \lim_{t \rightarrow \infty} X_t^m = \frac{1}{t} \cdot \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t I(Q_s = m)ds, \quad m \geq 1,$$

$$a^{(m)} = \frac{(m-1)! \cdot \lambda \cdot a^{(0)} \rho^{(m-1)} \prod_{i=1}^{m-1} \left(1 + \frac{\lambda}{i \cdot \rho}\right)}{m! \cdot \mu^{(m)}} = \frac{\lambda \cdot a^{(0)} \rho^{(m-1)} \prod_{i=1}^{m-1} \left(1 + \frac{\lambda}{i \cdot \rho}\right)}{m \cdot \mu^{(m)}}. \quad (4)$$

С учетом выражения (4) получена оценка интенсивности принятых к обработке пакетов данных в системе массового обслуживания:

$$\mu_t = \frac{\lambda \cdot a^{(0)}}{1 - a^{(0)}}. \quad (5)$$

Выражения (2), (5) позволяет построить оценку интенсивности поступивших в очередь и ожидающих обслуживания пакетов данных. Отсюда получим систему для оценки основных параметров модели СМО:

$$\begin{cases} \lambda_t = \frac{A_t}{t}, \\ \mu_t = \frac{\lambda \cdot a^{(0)}}{1 - a^{(0)}}, \\ \rho_t = \left(\frac{m \cdot \lambda^{(m)} \cdot a^{(m)}}{\lambda \cdot a^{(0)}} \right)^{\frac{1}{m-1}}, \end{cases} \quad (6)$$

На основании приведенных выше выражений (6) разработана математическая модель СМО, позволяющая описать функционирование системы косми-



ческой связи. Построены уравнения (1)-(6), при помощи которых можно вычислить оценки интенсивности поступающих в систему пакетов данных λ_i , оценки интенсивности принятых к обработке пакетов данных μ_i , оценки интенсивности находящихся в очереди и ожидающих обслуживания пакетов данных ρ_i . С помощью предложенных формул (6) выявляется факт нарушения целостности сообщений, путем учета одного из отклонений значений показателей целостности от заданных допустимых значений, которые определены в настоящей работе путем проведения математического моделирования. Анализ построенных оценок позволил высказать предложения о расширении временного диапазона приема и обработки данных, в котором показатель вероятности нарушения целостности является минимальным. Полученные результаты имеют практическое значение и могут быть впоследствии реализованы в виде аппаратных комплексов в бортовых системах спутниковых ретрансляторов. В результате появляется возможность снизить вероятность нарушения целостности данных, повысить точность ее прогнозирования, а также увеличить скорость обработки данных, циркулирующих в системах спутниковой связи.

На основе предложенной модели выделены основные этапы функционирования подсистемы обнаружения нарушений целостности пакетов данных в составе аппаратуры бортового спутникового ретранслятора. На начальном этапе осуществляется ввод исходных данных (задается количество пакетов данных, поступающих в приемное устройство ретранслятора, максимальная длина очереди на обслуживание и т.д.). На следующем этапе происходит формирование индикаторных функций и их компенсаторов, необходимых для расчета оценок интенсивностей, поступивших и принятых к обработке сообщений, путем их непосредственного вычисления при помощи соответствующего программного приложения. На завершающих этапах работы системы формируются оценки интенсивностей поступивших сообщений, интенсивностей принятых к обработке сообщений и интенсивностей, находящихся в очереди и ожидающих обработки сообщений, осуществляется сравнение полученных значений с заранее установленными допустимыми значениями интенсивностей (λ^* , μ^* , ρ^*) и статистическая обработка полученных результатов (формирование потоков пакетов данных с признаками нарушений целостности и пакетов данных, целостность которых не была нарушена).

Литература

1. Кузнецов Н.А., Мозоль А.А. Имитационное моделирование системы массового обслуживания с размножением сообщений в очередях // Т-СОММ. Телекоммуникации и транспорт. - 2019. - №11. - С. 32-37.
2. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2007. - 278 с.
3. Бутов А.А., Волков М.А., Макаров В.П., Орлов А.И., Шаров В.Д. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных



происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012, том 14, № 4-2, с. 380-385.

В.В. Любимов, Д.Д. Удобанг

О СХОДИМОСТИ ОДНОГО ВИДА КОМПЛЕКСНЫХ СТЕПЕННЫХ РЯДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИИ

(Самарский университет)

Аннотация. В работе исследуется сходимость комплексных степенных рядов одной переменной с постоянными коэффициентами, а также рассматривается применение данных рядов в науке и технике. Найдена область равномерной абсолютной сходимости комплексного степенного ряда, полученная на основе использования двух известных признаков сходимости.

Введение

Определение: Под степенным рядом действительной переменной будем понимать бесконечную сумму следующего вида [1-4]

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n (x - c)^n = a_0 + a_1(x - c) + a_2(x - c)^2 \dots, \quad (1)$$

где a_n представляет собой коэффициент n -го члена ряда, а c является известной постоянной. Степенные ряды играют важнейшую роль в математическом анализе, где они часто рассматриваются как ряды Тейлора от бесконечно дифференцируемых функций. Во многих ситуациях на практике имеем $c=0$, например, при рассмотрении ряда Маклорена. В этих случаях степенной ряд принимает более компактный вид

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \dots. \quad (2)$$

Помимо своей важнейшей роли в математическом анализе, степенные действительные ряды также встречаются в производящих функциях комбинаторики, в теории вероятностей, и т.д. Комплексные степенные ряды широко представлены в различных технических приложениях (при использовании Z-преобразования, и т.д.).

Исследование сходимости комплексных степенных рядов одного вида

Рассмотрим комплексный степенной ряд следующего вида:

$$\varepsilon \cdot f_1 \cdot z + \varepsilon^2 \cdot f_2 \cdot z^2 + \varepsilon^3 \cdot f_3 \cdot z^3 + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon^n \cdot f_n \cdot z^n, \quad \forall n \in \mathbb{N} \quad (3)$$

где $\varepsilon > 0$ — малый параметр, f_1 — произвольная известная непрерывная функция действительной переменной, z — комплексная переменная. Пусть данный ряд равномерно сходится в точке $z=0$ и некоторой окрестности.

Из комплексного анализа известно, что z можно выразить в тригонометрической форме и показательной формах:

$$z = r (\cos \varphi + i \sin \varphi) = r e^{i\varphi}. \quad (4)$$

Тогда, по теореме Муавра получаем:



$$z^n = r^n (\cos \varphi + i \sin \varphi)^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi) = r^n e^{in\varphi}. \quad (5)$$

Подстановкой (5) в (3) получаем ряд в показательной форме:

$$\varepsilon \cdot f_1 \cdot r e^{i\varphi} + \varepsilon^2 \cdot f_2 \cdot r^2 e^{i2\varphi} + \varepsilon^3 \cdot f_3 \cdot r^3 e^{i3\varphi} + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon^n \cdot f_n \cdot r^n e^{in\varphi}. \quad (6)$$

Используя критерий Даламбера и радикальный критерий Коши, найдем область сходимости данного комплексного степенного ряда. При этом будем рассматривать функции f_n следующим образом:

$$f_n = f_{n+1} = C = \text{const.}$$

Применим критерий Даламбера для получения условия абсолютной сходимости ряда [5]: $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right| < 1$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{\varepsilon^{n+1} \cdot r^{n+1} \cdot f_{n+1} \cdot e^{i(n+1)\varphi}}{\varepsilon^n \cdot r^n \cdot f_n \cdot e^{in\varphi}} \right| < 1$, $\varepsilon r \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{f_{n+1}}{f_n} e^{i\varphi} \right| < 1$. Так как $f_i = \text{const}$, то $\frac{f_{n+1}}{f_n} = 1$. При этом $\varepsilon r \lim_{n \rightarrow \infty} |e^{i\varphi}| < 1$. Здесь $|e^{i\varphi}| = 1$. Таким образом, получаем $\varepsilon r < 1$, где $r > 0$. Следовательно, радиус равномерной сходимости данного ряда η_1 определяется из условия $0 < \eta_1 < r < \frac{1}{\varepsilon}$.

Применим радикальный критерий Коши для получения условия абсолютной сходимости ряда [5]: $\limsup_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|a_n|} < 1$, $\limsup_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\varepsilon^n \cdot f_n \cdot r^n \cdot e^{in\varphi}} < 1$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \varepsilon \cdot f_n^{\frac{1}{n}} \cdot r \cdot e^{i\varphi} \right| < 1$. Если $f_n^{\frac{1}{n}} \rightarrow 1$, то $\frac{1}{n} \rightarrow 0$. При этом получаем: $\varepsilon r \lim_{n \rightarrow \infty} |e^{i\varphi}| < 1$. Здесь $|e^{i\varphi}| = 1$. Таким образом, получаем $\varepsilon r < 1$, где $r > 0$. Следовательно, радиус равномерной сходимости данного ряда η_1 определяется из условия $0 < \eta_1 < r < \frac{1}{\varepsilon}$.

Таким образом, используя различные признаки сходимости для получения радиуса равномерной сходимости одного ряда, мы получили одинаковый результат. Следовательно, данный результат является верным.

Отметим, что представляет научный интерес рассмотрение возможности применения комплексного ряда вида (3) с постоянными коэффициентами в различных технических приложениях. Например, к такому виду рядов можно попытаться привести асимптотические разложения правых частей обыкновенных дифференциальных уравнений для медленных переменных, полученные после использования нерезонансной схемы метода усреднения в задачах, близких случаю Лагранжа при возмущенном движении твердого тела относительно неподвижной точки [6-8].

Литература

1. Алан Джеффри. Высшая инженерная математика, Университет Нью-касл-апон-Тайн. Харкорт Академик Пресс. 2002. – 1147 с.
2. Н.К. Dass. Advanced Engineering Mathematics, SCHAND & COMPANY LTD. 1988. – р. 1358.
3. К. А. Страуд, Декстер Дж. Бут. Передовая инженерная математика. Пэлгрейв Макмиллан. 2003. - 1027 с.
4. С.В. Бушков, Л.В. Коломиец, О.Ю. Семенова. Числовые и функциональные ряды. Изд-во СГАУ. 2013. – 36 с.



5. А.В. Пантелеев, А.С. Якимова. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах. Учебное пособие. – М. Высшая школа. 2001. – 445 с.

6. Ю.М. Заболотнов, В.В. Любимов. Нелинейные резонансные эволюционные эффекты при движении твердого тела вокруг неподвижной точки. Прикладная математика и механика. М: 2002. Т.66. № 3. – С.410-417.

7. В.В. Любимов. Внешняя устойчивость резонансов при движении асимметричного твердого тела с сильным магнитом в геомагнитном поле. Известия РАН. Механика твердого тела. М: 2010. №1. – С. 13-27.

8. V.V. Lyubimov. Direct and inverse secondary resonance effects in the spherical motion of an asymmetric rigid body with moving masses. Acta Mechanica. Springer-Verlag. 2020. Vol.231. № 12. – pp. 4933-4946.

Е.В. Орлова

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация. Определяются функции и задачи цифровых двойников объектов и процессов. Сформирована технология системного анализа объекта и системного синтеза его цифрового двойника. Технология содержит стадии, этапы, их содержание и результаты, и обеспечивает организационно-методическую поддержку процесса разработки и эксплуатации цифрового двойника объекта.

Ключевые слова: математические модели, цифровые модели, цифровые двойники, технология системного моделирования цифрового двойника

Драйвером инновационного развития высокотехнологичных предприятий в контексте четвертой промышленной революции становится передовая технология «цифровой двойник» как виртуальный прототип реальных производственных процессов, изделий, готовых продуктов. В России впервые в мире разработана нормативно-техническая документация, регламентирующая процессы разработки и применения цифровых двойников. В 2021 году принят национальный стандарт «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» [1], определяющий общие положения построения и эксплуатации цифровых двойников изделий.

Согласно этому стандарту под цифровым двойником понимается «система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием и (или) его составными частями». Следуя стандарту в основе цифрового двойника лежит цифровая модель изделия в виде «системы математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающих структуру, функциональность и поведение вновь



разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний выполнена оценка соответствия предъявляемым к изделию требованиям». При этом цифровая модель создается с использованием программного обеспечения компьютерного моделирования и описывает структуру, функции и поведение разрабатываемого изделия. Наполнение и функциональность цифровой модели зависит от стадии жизненного цикла изделия. Оценка соответствия цифровой модели изделия в общем случае включает в себя процедуры верификации и валидации математических и компьютерных моделей. Компьютерная (электронная) модель реализуется в вычислительной среде и представляет собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными. В основе компьютерной модели лежит математическая модель, то есть модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в формализованном (математическом) виде.

К требованиям по организации совместной работы по созданию цифрового двойника изделия относится применение программно-технологической платформы цифровых двойников, которая должна включать: «а) средства управления программным обеспечением компьютерного моделирования; б) средства управления проектами; в) средства сбора, обработки, анализа, визуализации, каталогизации, хранения, передачи компьютерных моделей и результатов компьютерного моделирования; г) средства отслеживания всех изменений конструкторских, технологических решений и модификации компьютерных моделей и вариантов инженерных расчетов; д) средства оформления результатов; е) средства защиты данных и организации совместной работы участников проекта в соответствии с правами доступа; ж) средства компьютерного моделирования для планирования применения изделия по назначению; з) поддержки его технического обслуживания и ремонта».

Отметим, что цифровые двойники и более общо технологии компьютерного проектирования и моделирования предназначены для решения ответа на большой вызов – создание сложных инженерных конструкций и технических систем, оптимальных с точки зрения множества противоречивых критериев эффективности [2]. Использование цифровых двойников способствуют росту конкурентоспособности производимых изделий за счет повышения скорости вывода на рынок этих изделий. Применение цифровых двойников обеспечивает обоснование решений за счет быстрой проверки изменений, вносимых в конструкцию изделия и его составных частей, в ходе цифровых (виртуальных) испытаний, и анализировать влияние изменений показателей одних составных частей на другие.

Цифровой аналог реального объекта (производственного процесса) воспроизводит его функционирование в условиях помех и изменяющейся внешней среды. Цифровой двойник использует информацию с датчиков реального объекта и на основании сопоставления информации виртуальных датчиков с датчиками реального объекта, можно выявить причины их отклонений.



Однако, процесс организационно-методического обеспечения процесса разработки и использования цифровых двойников остается не до конца проработанным с точки зрения согласования задач по описанию объекта моделирования и управления, в том числе структурного, функционального, информационного, а также формирования работ в рамках методологии управления проектами (в том числе гибкой методологии Agile, Scrum подхода и др.). Для восполнения этого пробела предлагается сформировать план работ по этапам в виде триады: задача этапа – содержание этапа – результаты этапа. Автором разработана следующая технология, обеспечивающая организационно-методическую поддержку процесса разработки и эксплуатации цифрового двойника объекта (процесса) и представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Технология разработки цифрового двойника объекта (процесса)

Стадия	Этап и задача этапа	Содержание этапа	Результаты этапа
1. Концептуализация	1.1. Выявление противоречий	1.1.1. Мониторинг и анализ противоречий между текущим и желаемым состоянием объекта	Противоречия, проблемы
	1.2. Определение целей и выбор критериев	1.1.2. Формулировка целей развития объекта	Цели, критерии эффективности результатов функционирования объекта
2. Проектирования	2.1. Декомпозиция (сканирование) объекта	2.1.1. Сбор исходной информации об объекте моделирования	Статистическая информация. Обзор литературы
		2.1.2. Статистический анализ состояния и динамики развития объекта моделирования на основе причинного и факторного анализа	Основные тренды и факторы влияния
		2.1.3. Функциональная, структурная, информационная декомпозиция объекта, декомпозиция по жизненному циклу (на основе SADT, ARIS, BPMN методологии)	Функциональная модель Организационная модель Информационная модель Модель жизненного цикла
	2.2. Анализ окружения объекта	2.2.1. Анализ факторов внешней и внутренней среды, оказывающих влияние на функционирование объекта, на основе STEP и SWOT анализа	Ранжирование факторов по степени важности
		2.2.2. Определение возможных перспектив развития объекта на основе Delphi-анализа	Прогнозные оценки результатов, сроков, положения научных результатов и мероприятий поддержки внедрения новых разработок Выбор важнейших направлений исследований
		2.2.3. Построение Wild-карт	Определение возможных событий, которые могут кардинально изменить вероятный ход событий
		2.2.4. Выявление стейкхолдеров и построение дорожной карты	Матрицы стейкхолдеров, дорожная карта для среднесроч-



	2.3. Синтез альтернативных решений проблем (на качественном уровне)	2.3.1. Описание результатов проекта в терминах существующих сильных и слабых сторон и будущих возможностей и угроз на базе SWOT-анализа	Альтернативы решения проблем
		2.3.2. Определение альтернативных путей достижения целей на основе сценарного анализа	Описание представления системы (объекта) в будущем
3. Цифрового моделирования	3.1. Выбор средств математического и компьютерного моделирования и защиты данных	3.1.1. Обоснование выбора математических методов и моделей формализации объекта	Математические методы формализации объекта
		3.1.2. Обоснование выбора программного обеспечения	Программное обеспечение
	3.2. Построение математической модели (моделирование, оценка и оптимизация)	3.2.1. Построение математической модели объекта, валидация и оценка адекватности	Математическая модель объекта
		3.2.2. Решение задачи синтеза оптимальных решений. Исследование устойчивости и адекватности решений	Оптимальные решения
	3.3. Построение компьютерной модели	3.3.1. Написание исходного кода программы	Первичный программный код
		3.3.2. Отладка, тестирование, верификация кода на исходных данных	Компьютерная модель объекта
4. Технологических испытаний	4.1. Построение виртуального полигона и проведение стендовых экспериментов	4.1.1. Формирование испытательного стенда	Виртуальный полигон: система для проведения стендовых испытаний (технические средства, программное, методическое и организационное обеспечение)
		4.1.2. Проведение виртуальных экспериментов	Количественные и качественные характеристики объекта в результате экспериментов

Предложенная технология позволит, во-первых, осуществлять системный анализ объекта моделирования и управления с учетом неопределенности внешней среды на базе разнородных инструментов качественного и количественного анализа, во-вторых, сформировать адекватную математическую модель объекта с учетом результатов этапа концептуализации и выработать компьютерную модель и осуществить ее испытания, в-третьих, может явиться основанием для поддержки принятия решений на основе цифровых моделей и цифровых двойников объекта.

Литература

1. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения
2. Официальный сайт центра компетенций НТИ по направлению «Новые производственные технологии». URL: <https://nticenter.spbstu.ru/>



3. Орлова Е.В. Модели и механизмы согласованного управления производственно-экономической системой: дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук. – Уфа, 2018. – 340 с.

4. Орлова Е.В. Моделирование функции полезности с учетом иррациональных факторов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 3. – С. 24–30.

5. Орлова Е.В. Имитационная модель управления стохастическими финансовыми потоками предприятия // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 5. – С. 185–189.

6. Orlova E.V. Model for Operational Optimal Control of Financial Recourses Distribution in a Company // Computer Research and Modeling. – 2019. – No. 2. – P. 343–358.

Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин

ОПТИМИЗАЦИЯ ОФОРМЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ПРАВОВОЙ ОХРАНЫ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ

(Самарский университет)

Научно-технический прогресс связан с созданием и использованием изобретений. При этом изобретения являются новыми техническими решениями проблем человечества и характеризуют полезность и практическую значимость. В работе «Руководство к привилегированию изобретений» [8] Петр Клементьевич Энгельмейер изложил основные понятия в области составления документации на оформление изобретений, товарных знаков, рисунков. Оформление изобретений в настоящее время является ключевым фактором обеспечения конкурентоспособности промышленных предприятий, что выражается в появлении монопольных условий реализации изобретений на промышленных предприятиях. Составление документации в части описания конструктивного состава новой техники, а также в части описания названия, принципа работы и формулы изобретения способствует получению экономической выгоды в части повышения количества лицензионных соглашений о передаче права использования исключительными правами (право пользования).

Однако существует проблема, которая характеризуется тем, что в настоящее время оформление изобретений осуществляется посредством описания изобретений второстепенными новыми признаками, что приводит к сужению области применения изобретений и вследствие чего приводит к понижению количества лицензиатов, способных использовать изобретения в собственных производственных нуждах.

Решением проблемы является описание основных принципов по оптимизации оформления изобретений.



Целью настоящего исследования является описание принципов описания изобретений, направленных на формирование конкурентоспособности промышленных предприятий.

При этом задачами исследования являются: изложение принципов составления описания конструктивного исполнения изобретений и их названий; формирование принципов составления формул изобретений.

Актуальность исследования заключается в повышении коммерческой ценности изобретений.

Практическая значимость исследования характеризуется тем, что применение принципов описания изобретений по настоящему исследованию позволит промышленным предприятиям повысить качества введения изобретательской деятельности.

Новизна исследования характеризуется формированием описания изобретений на основе конкурентной разведки запатентованных изобретений.

Оформление документации на обеспечение правовой охраны (привилегирование) изобретений включает выполнение следующих работ, представленных на рис. 1.

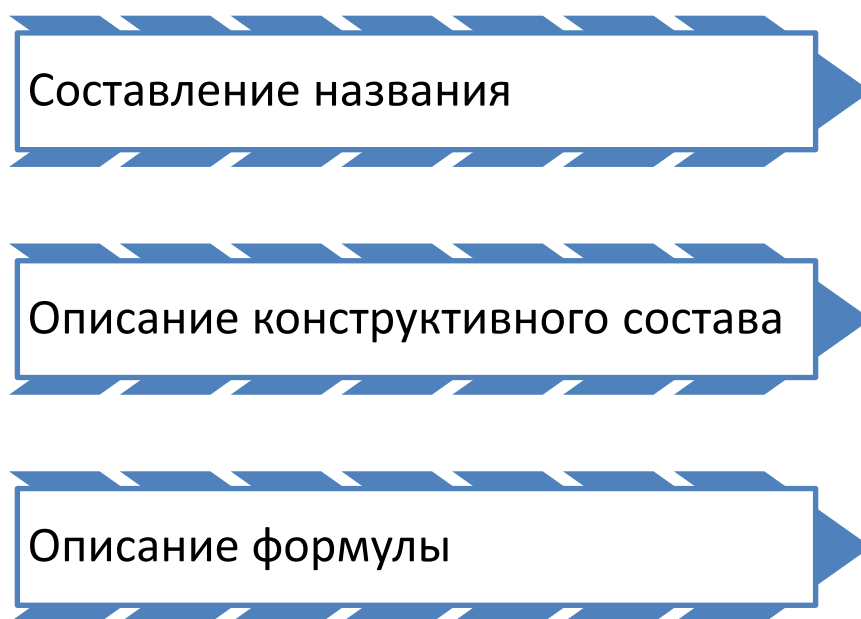


Рис. 1. Процессы оформления изобретений

По рис. 1 отметим, что составление названий изобретений должно отражать технический эффект, то есть предназначения изобретений.

Описание конструктивного состава изобретений характеризуется описанием деталей и узлов, входящих в объект техники. Стоит отметить, что описание изобретений может происходить полностью (американская технология описания изобретений), либо с разделением на общие (присутствующих у аналогичных изобретений) и отличительные признаки (не присутствующих ни у



одного из существующих изобретений) по немецкой технологии описания изобретений [8]. Описание изобретений должно отражать технический, логический, юридический аспекты [8]. Технический аспект изобретений характеризуется описанием всех признаков. Логический аспект изобретений характеризуется изложением признаков в строгой последовательности приведения в действие изобретения. Юридический аспект изобретений характеризуется обеспечением исключительных прав на описание формулы изобретения (притязание), которая характеризует описание работоспособности изобретений.

Описание формулы изобретений желательно составлять без употребления вспомогательных признаков, которые косвенно влияют на технический эффект во избежание сужения области применения изобретений и как следствие во избежание снижения коммерческой ценности изобретений (возможности предоставления права распоряжения исключительными правами собственности).

Стоит отметить, что для оптимизации описания изобретений можно использовать многокритериальные экспертные методы для принятия решения по выбору наиболее конкурентоспособных аналогов изобретений, указываемых в описании документации на обеспечение правовой охраны изобретений [1-7].

Литература

1. Р.А. Фатхутдинов Инновационный менеджмент. Издательство: Питер, 2004, 448 С.;
2. ГОСТ Р 56273.4-2016/CEN/TS 16555-4:2014 Инновационный менеджмент. Часть 4. Управление интеллектуальной собственностью. М.: Стандартинформ, 2017, 25 С.;
3. А.В. Гугелев Инновационный менеджмент. Издательство: Издательский дом «Дашков и К». 2007. 552 С.;
4. Halder, B., Bandyopadhyay, J., Banik, P. Assessment of hospital sites' suitability by spatial information technologies using AHP and GIS-based multi-criteria approach of Rajpur-Sonarpur Municipality// Modeling Earth Systems and Environment. 2020. V 6 (4). PP. 2581-2596;
5. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Новизна изобретений в философии техники и способы её достижения // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 454-458;
6. Н.В. Родионов Принципы оценки полезности изобретений в философии техники // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 458-462;
7. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Анализ экспертных методов оценки качества инноваций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 105-111;
8. П.К. Энгельмейер Руководство к привилегированию изобретений Издательство: Образование, 1911, 120 С.



Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин

ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ФОРМЫ ПРАВОВОЙ ОХРАНЫ ИЗОБРЕТЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИХ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

(Самарский университет)

В данной работе рассматриваются виды изобретений, которые подлежат правовой охране в рамках российского законодательства (часть 4 Гражданского Кодекса), а также их описание. В настоящее время выбор формы правовой охраны изобретений является составляющей инновационных стратегий промышленных компаний. При этом выбора формы правовой охраны изобретений влияет на уровень коммерческого успеха на мировых инновационных рынках [1,3]. Проблема промышленных предприятий заключается в том, что при создании изобретений могут выбираться формы правовой охраны, которые способствуют понижению конкурентоспособности компаний. Решением данной проблемы является изложение принципов выбора формы правовой охраны изобретений, основанных на практических примерах по созданию изобретений. Актуальность исследования заключается в повышении конкурентоспособности компаний на мировых рынках инновационной продукции. Практическая значимость исследования характеризуется в оптимизации управления изобретениями на промышленных предприятиях. Новизна исследования заключается в консолидации российского и зарубежного опыта управления изобретениями. Изобретения в соответствии с международными стандартами в области инновационного менеджмента существуют в 3 категориях [2,5,6]: инкрементальные, трансформирующиеся и радикальные. Разделение на вышеуказанные категории характеризуется уровнем конкурентоспособности изобретений: способностью удовлетворения требованиям потребителей. Радикальные изобретения способствуют появлению новых отраслей, например космическая отрасль (ракетоноситель, космический аппарат и т.д.). Трансформирующиеся изобретения характеризуются модернизацией новой техники, основой которой составляют неиспользованные ранее научные законы, например электромагнитный клапан по сравнению с пружинным является трансформирующимся изобретением. Инкрементальные изобретения характеризуются несущественной модернизацией технологий, например механизмы разделения головных обтекателей ракет (пневмотолкатели, механические замки). Отнесение изобретений к конкретной категории может быть осуществлено на основе получения результатов качественной оценки изобретений на основе многокритериальных экспертных методов (метод анализа иерархий, метод ELECTRE и других) [4,7]. На основании части 4 статьи 1225 Гражданского кодекса Российской Федерации, в котором регламентированы формы правовой охраны изобретений промышленные предприятия при проведении инновационной деятельности имеют возможность соотносить изобретения с соответствующей категорией. Например, радикаль-



ные изобретения, которые имеют высокий технико-экономический уровень, могут быть обеспечены правовой охраной в качестве секретов производства (изобретений, описание которых держатся промышленными компаниями в тайне и может быть использовано сторонними организациями посредством заключения секретных лицензионных соглашений), поскольку: вероятность привилегирования (правовой охраны) аналогичных изобретений в промышленных компаниях-конкурентов крайне мала (либо из соображений творческих возможностей изобретателей, либо из-за непризнания изобретений на стадии экспертизы по критерию «новизна» или «промышленная применимость»), а вероятность появления «атак» от злоумышленных компаний-конкурентов, способных запатентовать радикальные изобретения с новыми вспомогательными признаками, крайне высока. Трансформирующиеся и инкрементальные изобретения могут быть обеспечены правовой охраны в качестве «открытых» и «закрытых» изобретений в различных патентных ведомствах мира. При этом под открытыми изобретениями понимаются запатентованные технологии, которые можно удостоверить патентными грамотами в патентных ведомствах, а под закрытыми изобретениями понимается секретные технологии, к патентным грамотам которых открытый доступ закрыт. Патентование инкрементальных и трансформирующихся изобретений способствует повышению вероятности коммерциализации, а также повышению доходности от использования изобретений посредством заключения лицензионных соглашений, а вероятность «атак» от злоумышленных компаний-конкурентов сводится к минимуму.

Литература

1. Р.А. Фатхутдинов Инновационный менеджмент. Издательство: Питер, 2004, 448 С.;
2. ГОСТ Р 56273.4-2016/CEN/TS 16555-4:2014 Инновационный менеджмент. Часть 4. Управление интеллектуальной собственностью. М.: Стандартинформ, 2017, 25 С.;
3. А.В. Гугелев Инновационный менеджмент. Издательство: Издательский дом «Дашков и К». 2007. 552 С.;
4. Halder, B., Bandyopadhyay, J., Banik, P. Assessment of hospital sites' suitability by spatial information technologies using AHP and GIS-based multi-criteria approach of Rajpur–Sonarpur Municipality// Modeling Earth Systems and Environment. 2020. V 6 (4). PP. 2581-2596;
5. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Новизна изобретений в философии техники и способы её достижения // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 454-458;
6. Н.В. Родионов Принципы оценки полезности изобретений в философии техники // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 458-462;



7. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Анализ экспертных методов оценки качества инноваций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 105-111.

Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин

ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ДЕЛОВОЙ РЕПУТАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

(Самарский университет)

Деловая репутация представляет собой разницу между стоимостью компании и стоимостью её активов и характеризует интеллектуальный потенциал сотрудников. При этом деловая репутация может быть оформлена в качестве нематериального актива [1,3]. В настоящем исследовании поставлена проблема, которая характеризуется отсутствием регламентированных принципов оценки деловой репутации. В качестве решения предложены принципы оценки деловой репутации. Назначение исследования заключается в описании составляющих деловой репутации с целью построения математических моделей по оценке деловой репутации. При этом задачами исследования являются: изложение принципов оценки деловой репутации, а также описание последовательности оценки деловой репутации на основе существующих экспертных методов (метод анализа иерархий, метод ELECTRE, метод Рапа и др.) [4,5,6,7]. Актуальность исследования выражается в повышении конкурентоспособности промышленных предприятий. Практическая значимость исследования заключается в соблюдении промышленными предприятиями требований международных стандартов в области инновационного менеджмента (ISO 56 000) в рамках деятельности по деловой репутации [2]. Новизна исследования характеризуется в алгоритме определения деловой репутации на основе экспертных методов.

Деловая репутация характеризуется системой технико-экономического потенциала компаний, в состав которого входят следующие элементы, представленные в табл. 1.

По табл. 1 отметим, что указанные составляющие деловой репутации могут использоваться в качестве оценочных критериев многокритериальными экспертными методами (метод анализа иерархий, метод ELECTRE, метода Рапа и др.). Сравнивая результаты инновационной деятельности компаний-конкурентов (финансовая отчетность, статистические данные, количественные данные из новостных источников массовой информации и т.д.) по вышеуказанным критериям, можно производить оценку критериев, например по десятибалльной шкале. При этом в качестве экспертов могут выступать специалисты компаний (включая независимых сторонних экспертов) из состава руководителей и инженерно-технического персонала. Стоит отметить, что десятибалльная система для каждого критерия индивидуальна: характеристика оценочных баллов различна в связи с содержанием описания критериев. В результате использования многокритериальных экспертных методов посредством статистической



обработки полученных экспертных баллов может быть получена рейтинговая оценка деловой репутации в денежном выражении. С целью повышения качества проведения экспертной оценки деловой репутации, может быть получен коэффициент качества согласованности критериев, например, используя коэффициент конкордации Кендалла. Полученное рейтинговое значение может быть использовано при оформлении деловой репутации в качестве нематериального актива компании с последующей его постановкой на бухгалтерский учет. Оценка деловой репутации может проводиться ежегодно, используя данные за последний отчетный год деятельности компании, в которой оценивается деловая репутация.

Таблица 1 – Составляющие деловой репутации компаний

№ п./п.	Наименование составляющей деловой репутации компаний
1	Качество введения деятельности с заказчиками
2	Качество введения деятельности с поставщиками
3	Качество введения деятельности со смежными организациями
4	Объем выполненных сделок с заказчиками
5	Объем выполненных сделок с поставщиками
6	Объем выполненных сделок со смежными организациями
7	Продолжительность деятельности компании с момента её основания
8	Объем научных кадров компании
9	Качество научно-технического задела компании
10	Объем научно-технического задела компании
11	Объем среднегодового прироста дохода компании
12	Уровень квалифицированности научных кадров компании

Деловая репутация как нематериальный актив является наиболее коммерчески значимым активом в компании (после товарных знаков) по удельному весу стоимости относительно стоимости каждого другого актива компании (в исключительных случаях: относительно всей стоимости других активов компании).

Литература

1. Р.А. Фатхутдинов Инновационный менеджмент. Издательство: Питер, 2004, 448 С.;
2. ГОСТ Р 56273.4-2016/CEN/TS 16555-4:2014 Инновационный менеджмент. Часть 4. Управление интеллектуальной собственностью. М.: Стандартинформ, 2017, 25 С.;
3. А.В. Гугелев Инновационный менеджмент. Издательство: Издательский дом «Дашков и К».2007. 552 С.;
4. Halder, B., Bandyopadhyay, J., Banik, P. Assessment of hospital sites' suitability by spatial information technologies using AHP and GIS-based multi-criteria



approach of Rajpur–Sonarpur Municipality// Modeling Earth Systems and Environment. 2020. V 6 (4). PP. 2581-2596;

5. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Новизна изобретений в философии техники и способы её достижения // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 454-458;

6. Н.В. Родионов Принципы оценки полезности изобретений в философии техники // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 458-462;

7. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Анализ экспертных методов оценки качества инноваций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 105-111.

Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОЧНЫХ СУЖДЕНИЙ О ИЗОБРЕТЕНИЯХ В ФИЛОСОФИИ ТЕХНИКИ

(Самарский университет)

Изобретательство характеризуется использованием и созданием изобретений, приносящих пользу человечеству. Польза от изобретений может проявляться в техническом и экономическом эффекте. Например, производительность движения, подъемной силы или повышение мощности и энергоемкости в технике. Однако стоит отметить, что в инновационном менеджменте используются экспертные методы, направленные на оценку полезности (сравнительной пользы) от использования изобретений в будущем с целью определения качества техники для потребителей. В основе использования экспертных методов, таких как метод анализа иерархий, метод ELECTRE и других [1,2,3,4,7] заложены экспертные балы, выраженные в количественном виде. Присуждаемые балы зависят от экспертных суждений, представляющие собой отношения эксперта к критериям изобретений (критерия новизны, полезности, практической применимости). Отношение эксперта могут выражаться в вербальной форме.

Однако существует проблема, что не существует единой установленной и регламентированной модели, описывающей процесс формирования экспертных суждений.

В качестве решения проблемы в данном исследовании изложены основополагающие принципы формирования суждений в виде концептуальной модели иерархических блок-схем. При этом разработанная модель основана на трудах Петра Клементьевича Энгельмейера – основоположник русской философии в технике.

Целью данной работы является отражение последовательности формирования экспертных суждений.



При этом задачами исследования являются: раскрытие основополагающих понятий в рамках процесса формирования экспертных суждений, а также описание взаимосвязей между процессами.

Актуальность работы заключается в совершенствовании управления новшествами в обеспечении развития научно-технического прогресса.

Практическая значимость работы представляет собой применение полученных результатов исследований в процессе использования и создания изобретений на промышленных предприятиях.

Новизна работы состоит в прикладном характере принципов философии техники в развивающемся инновационном менеджменте, направленном на удовлетворение потребителей изобретений.

«Наука направлена на то, как может быть, а техника на то, как должно быть» [8] изречение П.К. Энгельмейера подразумевает необходимость работы техники во благо удовлетворения потребностей человечества. Экспертные суждения в философии техники можно охарактеризовать как интуицию эксперта в отношении предвидения картины реальной жизни полезности от использования изобретений. В работе «Философия техники» [8] Энгельмейер приводит тесную связь между интуицией и вероятностью. Интуиция характеризуется человеческой верой в собственную мысль по сравнению с верой, которая направляет человека к чужой мысли. Вероятность есть сочетание знания и веры. В науке и технике интуиция является одним из признаков творческого мышления. На основе вышеизложенного можно сказать, что экспертные суждения представляют собой знания об изобретениях, декомпозируемых экспертом на новые и новые признаки, трансформирующихся в новые знания интуитивного происхождения о полезности от использования изобретения. Далее можно отметить, что оценка изобретений есть сопоставление экспертного суждения с соответствующим количественным значением вероятности претворения в жизнь суждения. Отдельного исследования заслуживает вопрос об источнике интуиции, который в трудах П.К. Энгельмейера раскрывается в контексте религиозного начала сотворения мира и жизни. Далее представим на рис. 1 концептуальную модель формирования экспертных суждений в отношении оценки изобретений.

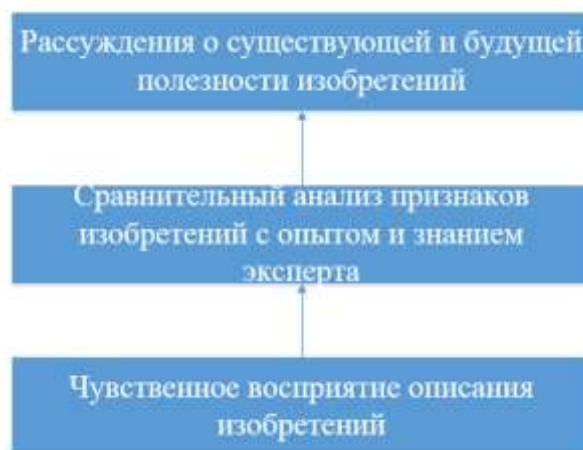


Рис. 1. Концептуальная модель формирования экспертных суждений



По рис. 1 отметим, что данная модель сопоставима с процессами мышления человека, которые происходят в последовательности восприятия объекта органами чувства, анализа и синтеза признаков объекта рассудком человека и понимания сущности объекта разумом [8]. Философия техники способствует приложению процессов мышления с формированием экспертных суждений. При оценке изобретений экспертом сначала воспринимается признаки изобретений (чертежи, принцип работы, описание конструктивных элементов и т.д.) органами чувств. Далее происходит сравнение восприятие опыта и знаний эксперта (о создании существующих изобретений аналогичного назначения) с собственным восприятием экспертом воспроизведения оцениваемых изобретений посредством логических рассуждений. При этом логические рассуждения основаны на измерении признаков изобретений разными физическими и нефизическими величинами (размерность, материал, соединения деталей и т.д.). Затем происходит процесс формирования новых знаний эксперта о превосходстве сравниваемых изобретений субъективного характера. Можно отметить, что природа неповторимости знаний о превосходстве изобретений связана с личностными особенностями эксперта и они индивидуальны в силу неповторимости опыта и знаний, присущих эксперту [5,6].

В заключении отметим, что в работе «Философии техники» опыт и знания можно соотнести к трем категориям результатов жизнедеятельности человека:

1. Материальные объекты;
2. Нематериальные объекты;
3. Продукты внутреннего мира человека.

Применительно к оценке изобретений опыт и знания материальных объектов характеризуется процессами создания деталей и узлов техники. Нематериальные объекты приравниваются средства труда, выведенные человечеством посредством мышления – способы проектирования, эксплуатации, испытания и изготовления техники, различные экономические, управленческие, финансовые, социальные методы исследования отношений объектов. Продуктами внутреннего мира человека являются суждениями о проблемах и перспективах развития техники, которые включают различные противоречия в техническом мире творчества создания техники. При условии использования всех трех категорий можем получить экспертные суждения в отношении полезности от использования изобретений, которые способствуют точному определению как текущего, так и прогнозного состояния развития потребностей человечества.

Литература

1. Р.А. Фатхутдинов Инновационный менеджмент. Издательство: Питер, 2004, 448 С.;
2. ГОСТ Р 56273.4-2016/CEN/TS 16555-4:2014 Инновационный менеджмент. Часть 4. Управление интеллектуальной собственностью. М.: Стандартинформ, 2017 , 25 С.;



3. А.В. Гугелев Инновационный менеджмент. Издательство: Издательский дом «Дашков и К».2007. 552 С.;
4. Halder, B., Bandyopadhyay, J., Banik, P. Assessment of hospital sites' suitability by spatial information technologies using AHP and GIS-based multi-criteria approach of Rajpur–Sonarpur Municipality// Modeling Earth Systems and Environment.2020. V 6 (4). PP. 2581-2596;
5. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Новизна изобретений в философии техники и способы её достижения // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 454-458;
6. Н.В. Родионов Принципы оценки полезности изобретений в философии техники // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 458-462;
7. Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин Анализ экспертных методов оценки качества инноваций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 105-111;
8. П.К. Энгельмейер Философия техники. Издательство: Образование:1910, 150 С.

Н.В. Родионов, Р.С. Загидуллин

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА КАТЕГОРИЙ ИЗОБРЕТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ И ПРИНЦИПОВ В ФИЛОСОФИИ ТЕХНИКИ

(Самарский университет)

Изобретения являются результатом творческого труда деятелей промышленности. При этом изобретения представляют собой решения задач, направленных на удовлетворение потребностей человечества. В работе «Теория творчества» [8] Петр Клементьевич Энгельмейер привел описание сущности изобретения, которая выражается в техническом эффекте и составе изобретения. Сущность изобретения может быть оценена посредством экспертных методов (метод анализа иерархий, метод Раша и другими) [4,7]. При этом оценка может происходить по таким критериям как новизна, полезность и практическая применимость [6]. Указанные критерия используются во многих странах мира для привилегирования (правовой охране) различных новшеств (изобретения, полезные модели, товарные марки и т.д.) [1]. Результатом экспертной оценки изобретений являются количественные данные в виде числовых коэффициентов по каждому из критериев изобретений, которые можно сопоставлять между собой. Используя числовые значения коэффициентов критериев изобретений, в мировой практике инновационного менеджмента происходит классификация изобретений с целью принятия эффективных и рациональных управ-



ленческих решений, направленных на получение технико-экономической пользы как для потребителей, так и для создателей изобретений [2,3].

Однако существует проблема, которая характеризуется в отсутствии регламентированных принципов и понятий по определению границ между классификационными группами изобретений.

Решением проблемы является использование нормативных величин, которые могут быть использованы в инновационном менеджменте по результатам проведения экспертной оценки изобретений.

Целью настоящего исследования является описание понятий об оценке классификационных групп изобретений на основе понятий об изобретениях в инновационных менеджменте и в философии техники.

При этом задачами исследования являются: описание сущности изобретений на основе работы «Теории творчества» Петра Клементьевича Энгельмейера, а также работ по инновационному менеджменту; изложение теории по идентификации перехода изобретений между классификационными группами на основе использования количественных результатов оценки изобретений многокритериальными экспертными методами.

Актуальность исследования заключается в повышении качества управления изобретениями на промышленных предприятиях.

Практическая значимость исследования характеризуется тем, что использование результатов исследования обеспечит промышленным предприятиям уменьшить рассогласование результатов оценки изобретений в рамках определения классификационных групп изобретений, что позволит повысить качество распределения изобретений к конкретным классификационным группам.

Новизна исследования характеризуется представлением количественной информации между границами классификационных групп изобретений.

Развитие изобретательства характеризуется усовершенствованием изобретений в различных областях промышленности. При этом изобретение – инструмент разрешения технической проблемы, который направлен на удовлетворения потребностей человечества. Деятельность инновационного менеджмента основана на международных стандартах, в основе которой используется классификация изобретений, представленной на рисунке 1.

По рис. 1 отметим, что классификация изобретения сформирована по уровню новизны изобретений и расположены в порядке возрастания (инкрементальные, трансформирующие и радикальные).

В работе «Теория творчества» Петр Клементьевич Энгельмейер приводит сущность изобретения, заключающаяся в техническом эффекте и составе. Технический эффект – предназначение изобретения, а состав – система взаимосвязанных технических узлов и деталей. Предназначение изобретения определяется его названием.

Также в работе «Теория творчества» приводится классификация изобретений на эквивалентные и изоморфные. Эквивалентные изобретения схожи по техническому эффекту, а изоморфные схожи по составу. Классификация изобретений по рис.1 отождествляет уровень технического эффекта.

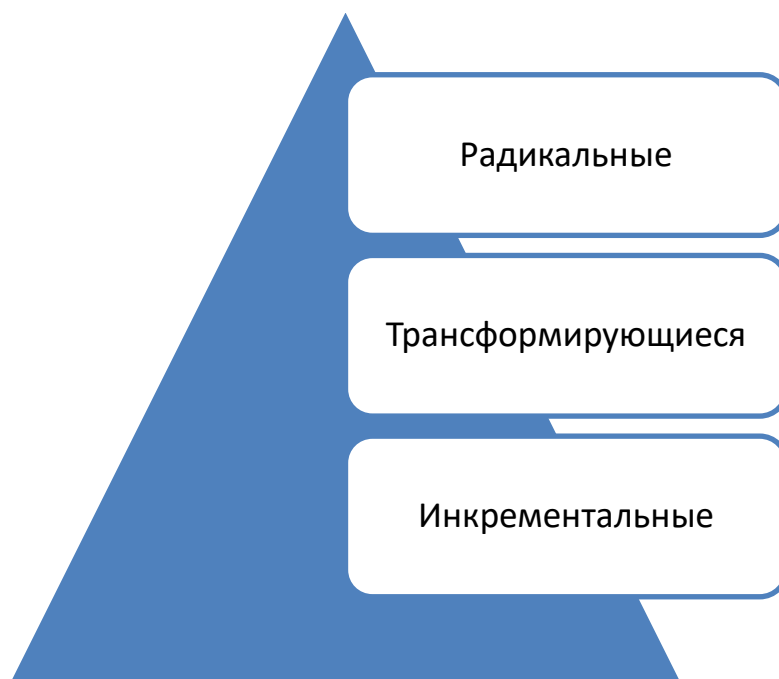


Рис. 1. Классификация изобретений

Инкрементальные изобретения характеризуются незначительным улучшением состава (в том числе взаимосвязи составных элементов конструкции), что приводит к повышению производительности изобретения. Например, улучшение конструкции предохранительного клапана.

Трансформирующиеся изобретения характеризуют по сравнению с инкрементальными значительным улучшением состава (в том числе взаимосвязи составных элементов конструкции), что приводит к появлению новых подклассов изобретений. Например, электроклапан, действие которого основано на неиспользованных ранее физических законах природы.

Радикальные изобретения характеризуют по сравнению с трансформирующимся существенным улучшением состава (в том числе взаимосвязи составных элементов конструкции), что приводит к появлению нового технического эффекта или к моральному устареванию существующих классов изобретения по схожему техническому эффекту. Например, космический аппарат, космическая станция, автомобиль, который является эволюцией велосипеда.

Отметим, что оценка инкрементальных, трансформирующихся и радикальных изобретений может происходить многокритериальными экспертными методами. При этом результатами оценки могут выступать рейтинговые значения изобретения в количественной форме [5,6]. Для определения классификационной группы необходимо регламентировать нормативные рейтинговые значения по каждой классификационной группе с целью унификации расчетных процедур, что позволит повысить качество управления инновационной деятельности промышленных предприятий.

Литература



1. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент. Издательство: Питер, 2004, 448 С.;
2. ГОСТ Р 56273.4-2016/CEN/TS 16555-4:2014 Инновационный менеджмент. Часть 4. Управление интеллектуальной собственностью. М.: Стандартинформ, 2017, 25 С.;
3. Гугелев А.В. Инновационный менеджмент. Издательство: Издательский дом «Дашков и К». 2007. 552 С.;
4. Halder, B., Bandyopadhyay, J., Banik, P. Assessment of hospital sites' suitability by spatial information technologies using AHP and GIS-based multi-criteria approach of Rajpur–Sonarpur Municipality// Modeling Earth Systems and Environment. 2020. V 6 (4). PP. 2581-2596;
5. Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Новизна изобретений в философии техники и способы её достижения // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 454-458;
6. Родионов Н.В. Принципы оценки полезности изобретений в философии техники // В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020). Труды Международной научно-технической конференции. 2020. С. 458-462;
7. Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Анализ экспертных методов оценки качества инноваций // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 105-111;
8. Энгельмейер П.К. Теория творчества. Издательство: Образование, 1910, 70 С.

Э.Б. Савенков, А.В. Иващенко

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЕМ

(Самарский государственный технический университет)

В современном мире активно развиваются различные системы управления умным домом с использованием технологии Интернета вещей [1 – 3]. С развитием технического прогресса все более возрастают требования, предъявляемые к системам управления инженерными системами здания. Прежде всего, это связано с расширением спектра решаемых прикладных задач, существенным возрастанием сложности конструктивного построения самих объектов и их систем, которыми необходимо управлять.

Практически во всех рассмотренных системах широко используется вычислительная техника в решении задач управления. Это позволяет мониторить и управлять единым комплексом инженерных систем здания, при этом увеличить гибкость, обеспечить многокритериальность, надежность и помехозащищенность управления. В то же время применение вычислительной техники



вносит ряд проблем, обусловленных дискретным по амплитуде и времени характером управляющих сигналов. Необходимость обеспечить высокое качество управления в условиях помех, структурной и параметрической неопределенности приводит к значительному усложнению алгоритмов, особенно адаптивных, а это вызывает увеличение времени вычислений и, как следствие, сложности обеспечения требуемого качества и устойчивости таких дискретных систем управления.

Одним из актуальных путей решения указанных проблем является применение системы телеметрии и дистанционного управления инженерной инфраструктурой.

Для решения этой проблемы на практике на существующих и эксплуатируемых объектах коммерческой недвижимости, была поставлена цель: модернизация инженерных систем электроснабжения, освещения, отопления и ГВС здания, и др. Для этого необходимо было создать и разработать общий алгоритм для функционирования подсистем, включая диспетчерский центр, подсистему стратегического управления, центр по АС, подсистему вентиляции и кондиционирования, подсистему электроснабжения и освещения, подсистему водоснабжения и водоотведения, подсистему отопления и ГВС, подсистему сбора и регистрации данных, создает необходимые предпосылки для повышения эффективности функционирования автоматизированной системы здания и комфорта всех физических лиц в нем.

Разработанный программный продукт по автоматизированному управлению в подсистемах обеспечит необходимое условие для повышения комфорта пребывания физических лиц в здании, а также эффективности функционирования всех инженерных систем и возможность быстрого оперативного реагирования всех эксплуатационных служб.

Автоматизированная система здания – это технология, которая позволяет человеку мониторить и управлять системой и подсистемами, включающей в себя различные инструменты, повышающие уровень комфорта и безопасности физических лиц. Все инструменты работают слаженно, а система распознаёт любые изменения на объекте и реагирует на них. Возможность подсоединить все устройства в одну такую систему — основная особенность технологии СТДУ, как и возможность, управлять ею удалённо. Элементы автоматизированной системы здания (СТДУ) делятся на несколько групп (см. Рис. 1). Первая группа: датчики, которые получают и передают информацию системе (температура воздуха, движение по объекту, уровень влажности и т.д.). Функции, которые выполняют устройства первой группы можно сравнить с органами чувств человека. Вторая группа: устройства, которые вносят изменения (подогрев пола, вкл./выкл., работа системы ВК, освещения и т.д.).

Общая площадь объекта 287,9 кв.м., численность 14 РМ

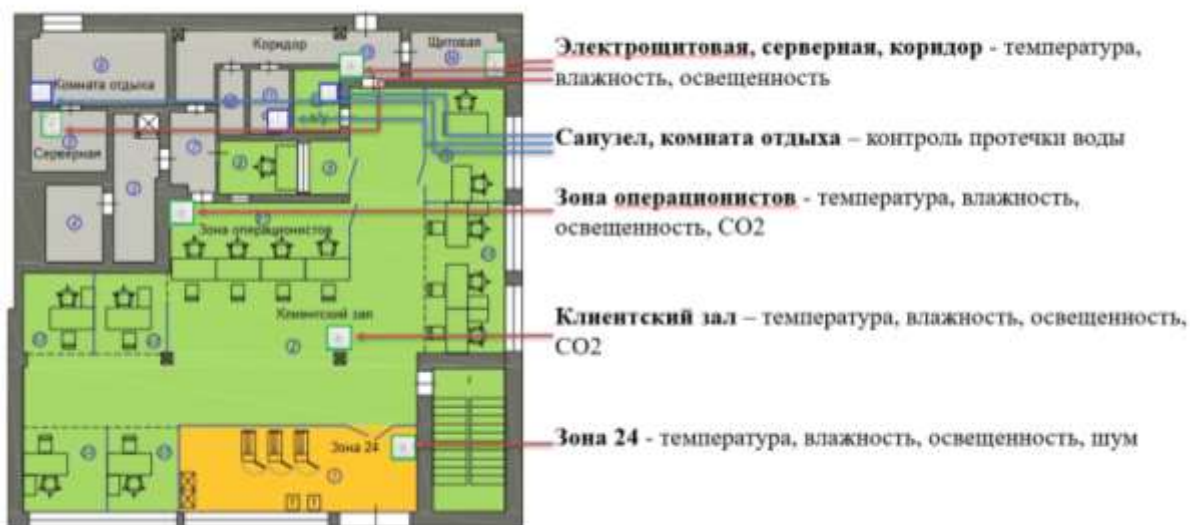


Рис. 1. Реализация системы управления энергоэффективностью помещения

Третья группа: контроллеры, которые получают информацию от датчиков (первая группа) и передают второй группе устройств. Концепцию функционирования делят на несколько частей. Первая часть, в нее входит эффективное потребление энергии, воды и прочих ресурсов. Во-вторую часть, система позволяет организовать охрану, поскольку применяется для видеонаблюдения, сигнализации. Третья часть составляющая - это обеспечение безопасности с технической стороны. Ее формируют датчики протечки воды, система защиты от короткого замыкания.

Наконец, четвертая часть обеспечивает возможность повысить комфорт физических лиц, находящихся на объекте. В настоящее время, часто системы самостоятельно следят, чтобы заданные параметры сохранились. Внедрение автоматизированной системы здания (СТДУ) – это взаимосвязанная система коммуникативных и информационных технологий с Интернетом вещей, благодаря которой упрощается управление внутренними процессами и улучшается комфорт нахождения физических лиц на объектах.

Предложенный подход обеспечивает следующие возможности.

1. Комфортную температуру в помещении можно поддерживать путем регулирования числа часов работы отопительных приборов в сутки, используя большую аккумулирующую способность здания.

2. Снятие вынужденных «перетопов» в переходные, межсезонные периоды. Применение систем регулирования температуры отопления на тепловых пунктах позволяет достигнуть 30 - 40% экономии в эти периоды отопления. В частности, при положительной температуре наружного воздуха (а отопление, в соответствии со СНиП, прекращается, если она превышает 8°C) температура прямой воды по графику должна быть меньше 40 - 50°C. Но для горячего водоснабжения по СНиП требуется вода с температурой не ниже 60°C, поэтому при двухтрубной системе (один трубопровод для "прямой" воды, другой для "обратной") вода на отопление также имеет температуру 60°C. Следовательно,



начиная с определенной температуры наружного воздуха отопление вообще не регулируется, а потребитель получает большой избыток тепла, чем выше температура наружного воздуха.

3. Снятие влияния на потери тепла инерции тепловой сети. Температура в сетях не может быстро изменяться. Во многих районах России разница между дневными и ночными температурами может достигать 10-20°C. Тепловой инерции здания, как правило, не хватает для компенсации этих изменений. В результате, возможны «перетопы» в дневные часы, следовательно, потери тепла или «недотопы» в ночные часы, что приводит к перерасходу более дорогой электроэнергии за счет включения на большую мощность системы приточной вентиляции, кондиционеров и теплозавес, и других нагревательных приборов. Этот фактор можно оценить только ориентировочно, в пределах 3 - 5% общего теплопотребления.

4. Возможность нормированного снижения нагрузки на отопление в часы максимальной нагрузки на горячее водоснабжение. В часы максимального водоразбора системы горячего водоснабжения (утренние и вечерние часы) нагрузка на отопление снижается, после чего происходит компенсация, но уже меньшего количества тепловой энергии. Это позволяет добиться дополнительной экономии от 1 до 3%.

5. Коррекция температурного графика по фактической производительности приборов отопления. Эффект экономии от автоматизации теплового пункта в данном случае может составлять от 7 до 15 %.

6. Управление температурой отопления с учетом бытовых тепловыделений. По данным СНиП 2.04.05-91 доля бытовых тепловыделений в тепловом балансе здания может достигать 14% общего расхода на отопление. Для того, чтобы учесть эти выделения и не перетапливать здания необходимо применять различные алгоритмы регулирования для жилых и коммерческих зданий. Это позволит получить экономию до 7% от общего теплопотребления здания.

7. Экономический эффект за счет применения графика качественного регулирования. При качественном регулировании все помещения здания, находясь по теплу в равных условиях, а, следовательно, может быть применено глубокое регулирование с наибольшим экономическим эффектом (вышесказанное относится к гидравлически отрегулированным системам). Так, к примеру, один градус перегрева в помещениях (т.е. 21°C вместо 20°C) равносителен почти 5% потерь.

Литература

1. Iannone R., Gurashi R., Iannuzzi I., Cubbe G.G., Sessa M. Smart Society. A sociological perspective on smart living. Routledge, 2021. - 106 p.
2. Deguchi A. From smart city to society 5.0. Society 5.0. Springer Open, 2020. - 177 p.
3. Bessis N., Dobre C. Big Data and Internet of Things: A roadmap for smart environments // Studies in computational intelligence, 2014. - 450 p.



Г.А. Саитова, Э.Р. Габдуллина, Е.К. Гайнетдинова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ АНАЛИЗЕ И КОНТРОЛЕ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Главной целью сельскохозяйственной отрасли является обеспечение продовольствием населения страны. Однако настораживает тот факт, что в области земледелия в последние годы посевные площади в силу климатических, экологических, социально-экономических и других причин не только претерпевают значительные сокращения, но и меняют свою структуру.

Для повышения эффективности принимаемых решений по повышению урожайности посевов сельскохозяйственным предприятиям требуется оперативная объективная информация о состоянии посевов, которая может быть получена с помощью лабораторных исследований, например, путем агрохимических исследований почвы, листовой диагностики.

Существуют технологии дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), которые основаны на регистрации, измерении, обработке, анализе и представлении цифровых данных о почве, растительности и внешней среде, полученных средствами бесконтактной съемки со спутников, авиационной техники, беспилотных летательных аппаратов и наземными сенсорными датчиками. ДЗЗ можно назвать методической основой в создании и реализации систем земледелия нового поколения.

Основой технологии ДЗЗ является метод, основанный на интерпретации измерения электромагнитного излучения в широком диапазоне электромагнитного спектра, которое отражается либо излучается объектом. Характерным признаком растительности и её состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся большими различиями при разных длинах волн.

На основе этих данных можно рассчитывать различные вегетационные и почвенные индексы, которые обеспечивают широкие возможности определения качественных и количественных показателей, характеризующих агроэкосистемы.

Вегетационный индекс – показатель, рассчитываемый в результате математических операций с разными спектральными диапазонами (каналами) данных ДЗЗ и имеющий отношение к параметрам растительности в рассматриваемом пикселе снимка.

Наиболее известны следующие вегетационные индексы:

– нормализованный разностный вегетационный индекс *NDVI* – относительный показатель количества фотосинтетически активной биомассы:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$



где *NIR* – отражение в ближней инфракрасной области спектра; *RED* – отражение в красной области спектра.

– нормализованный дифференцированный водный индекс *NDWI* разработан для исследования водных поверхностей Земли. Для получения данных используются ближний инфракрасный диапазон *NIR* и зеленая область *GREEN* спектра:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}.$$

В области дистанционного мониторинга активно развиваются информационные технологии. В настоящее время существует ряд программных приложений для ДЗЗ, которые предоставляют возможности в не только визуализации спутниковых снимков заданных сельскохозяйственных территорий, но и результаты их анализа.

Например, известны приложения *LandViewer* от *EOS Crop Monitoring* и *Sentinel Hub EO Browser* – современные источники спутниковых данных и аналитики, предоставляющие возможность анализа состояния посевов на основе 20 вегетационных и почвенных индексов. Примеры использования *LandViewer* представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Использование *LandViewer* в режиме комбинации каналов (*NDVI*);

Бесплатной информационной и аналитической платформой для точного земледелия является онлайн-платформа для «точного» земледелия *OneSoil*, которая использует спутниковые снимки, алгоритмы компьютерного зрения и машинного обучения, распознает с 92%-ной точностью 19 культур, рассчитывает индексы растительности.

Данное приложение использовалось для ретроспективного анализа состояния полей одного из крестьянских фермерских хозяйств Республики Башкортостан (с 2019 по 2021 г.). Основным видом деятельности хозяйства является выращивание зерновых культур – кукуруза, рожь, озимая и яровая пшеница.



На рисунке 2 представлена модель процесса применения информационных технологий при анализе и контроле состояния посевов на примере одного из полей данного хозяйства.

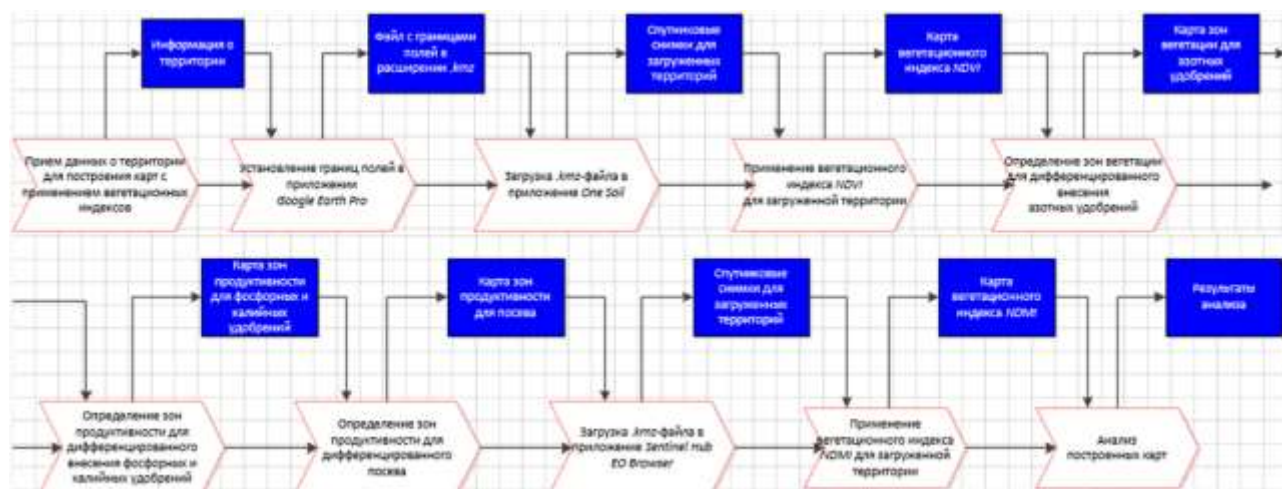


Рис. 2. Модель процесса в нотации ARIS VAD

На первом этапе осуществляется интерактивное задание границ поля в приложении *Google Earth Pro* и формирование файла с расширением *.kmz, который хранит координаты местоположения поля и информацию о площади поля. Далее этот файл загружается в приложение *OneSoil*, в котором рассчитываются вегетационные индексы *NDVI* поля: низкие значения индекса отображаются красным цветом, высокие – зеленым, а средние значения – желто-зеленым цветом (рис. 3а). Программное приложение *OneSoil* позволяет построить такие карты за прошлые годы, начиная с 2019 г. Анализ карт позволяет увидеть на картах неоднородности вегетации – наличие участков высокой, средней и высокой вегетации, обусловленных плодородиями почвы, рельефа, влаги, питательных веществ. Единая норма удобрений во всех участках может быть не только нецелесообразна, но и неэффективной для сельскохозяйственного предпринимателя.

В связи с этим, в соответствии со значениями вегетационных индексов строятся специальные карты для дифференцированного внесения удобрений: поле разбивается на 3 участка с высокой, средней и высокой вегетацией, и для каждого участка определяются задания для внесения определенной дозы удобрений. Необходимо отметить, что нормы для дифференцированного внесения азота (рис. 3б) определяются агрономами в соответствии с принятой стратегией внесения удобрений – либо больше азота в зонах низкой вегетации; либо больше азота в зонах высокой вегетации; либо больше азота в зонах средней вегетации. В отличие от азотных удобрений, фосфор и калий (рис. 3в) вносят по зонам продуктивности (рис. 3г): в зонах высокой продуктивности вынос питательных элементов всегда больше, а в зонах низкой продуктивности — меньше.

Такое дифференцированное внесение удобрений реализует подход точного земледелия, которое обеспечивает на поле баланс питательных веществ, увеличение урожая, а также экономию ресурсов.



Использование современных информационных технологий ДЗЗ, а также рассмотренных методов и моделей дает возможность предприятиям сельскохозяйственной отрасли проводить анализ и контроль состояния посевов земель, что может повысить эффективность управленческих решений по повышению урожайности объектов земледелия.

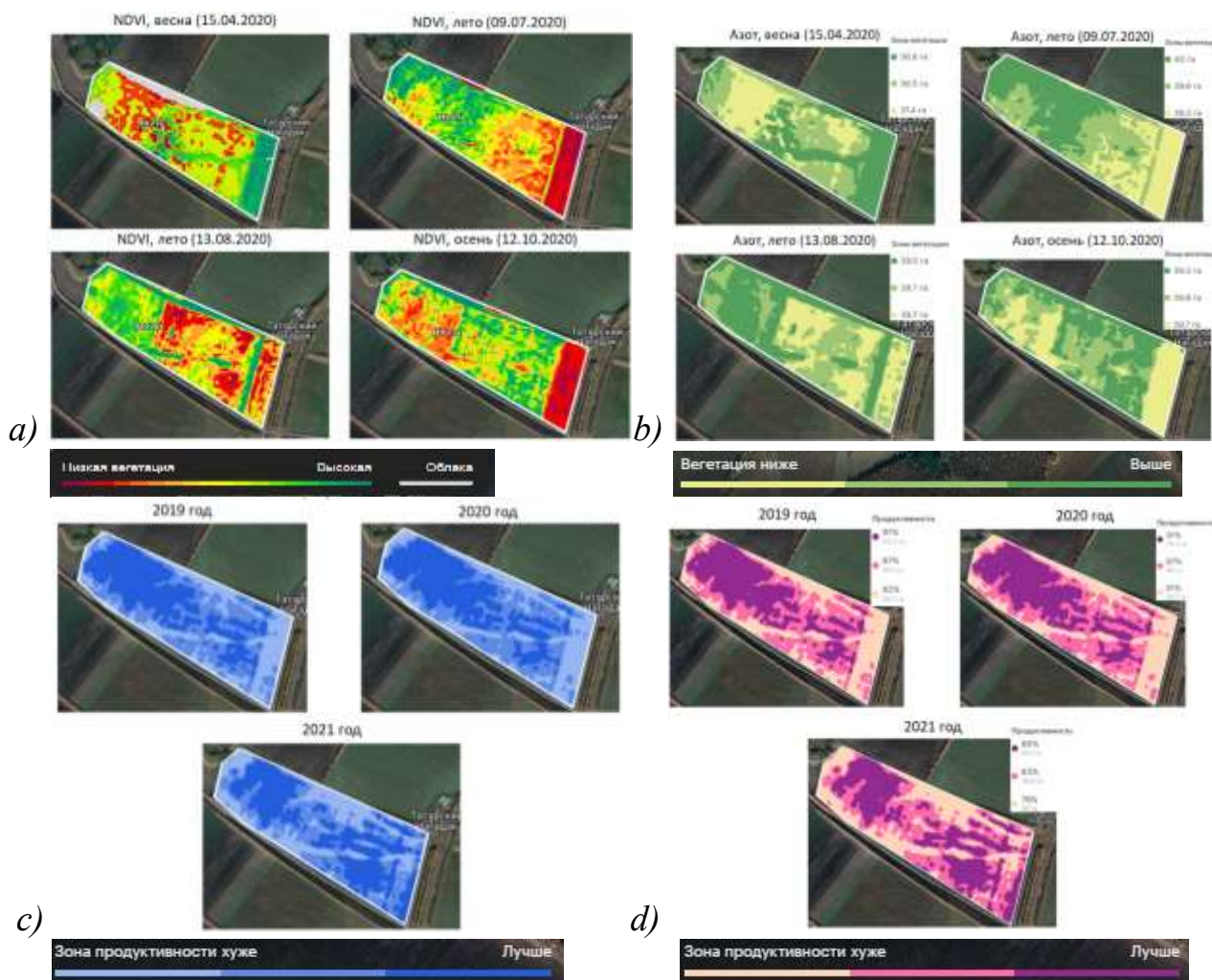


Рисунок 3 – Результаты анализа в программе *OneSoil*

a) индекс *NDVI*; b) карта заданий для внесения азотных удобрений; c) карта заданий для внесения калийно-фосфорных удобрений; d) зоны продуктивности

Литература

1. Точное сельское хозяйство: учебник для вузов / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. А. Тенекон, В. В. Якушев [и др.]; под редакцией Е. В. Труфляка. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 512 с.

3. Воронина П.В., Мамаш Е.А. Классификация тематических задач мониторинга сельского хозяйства с использованием данных дистанционного зондирования MODIS // Вычислительные технологии. 2014. Т. 19, № 3. С. 76–102.

А.М. Смолев, Ю.М. Заболотнов, Т.И. Михеева

МОДЕЛИРОВАНИЕ УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ КАПСУЛЫ НА ТРОСЕ
ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ

(Самарский университет)

Космическая тросовая система (КТС) – это набор космических объектов (как правило, двух), соединённых тонким тросом, которая производит орбитальный полет. На сегодняшний день разворачивание тросовых систем является одной из самых перспективных областей космической техники. По сравнению со стандартными космическими аппаратами с одним тяжелым телом, использование КТС дает несколько преимуществ. Во-первых, это генерация силы тяжести. Использование этого может улучшить условия на орбите, а в далекой перспективе это позволит создавать физические условия для космических экспедиций, близкие к земным. Во-вторых, это возможность энергоэффективной транспортировки грузов [1].

Рассмотрим задачу моделирования движения малогабаритной капсулы относительно своего центра масс при разворачивании КТС. В процессе разворачивания КТС капсула совершает движение относительно направления троса. По орбите вокруг Земли движется базовый космический аппарат (КА) большой массы, с которого происходит разворачивание КТС. Выпуск троса контролируется управляющим механизмом, который работает в соответствии с измерениями длины и скорости троса. Длина и скорость троса изменяются по заданной программе. Предполагается, что масса базового КА много больше массы остальных частей системы (капсулы и троса). Капсула имеет массу m . Конечная длина троса L_{end} . Высота круговой орбиты h . Системы координат для базового КА и для троса отображены на рисунке 1.

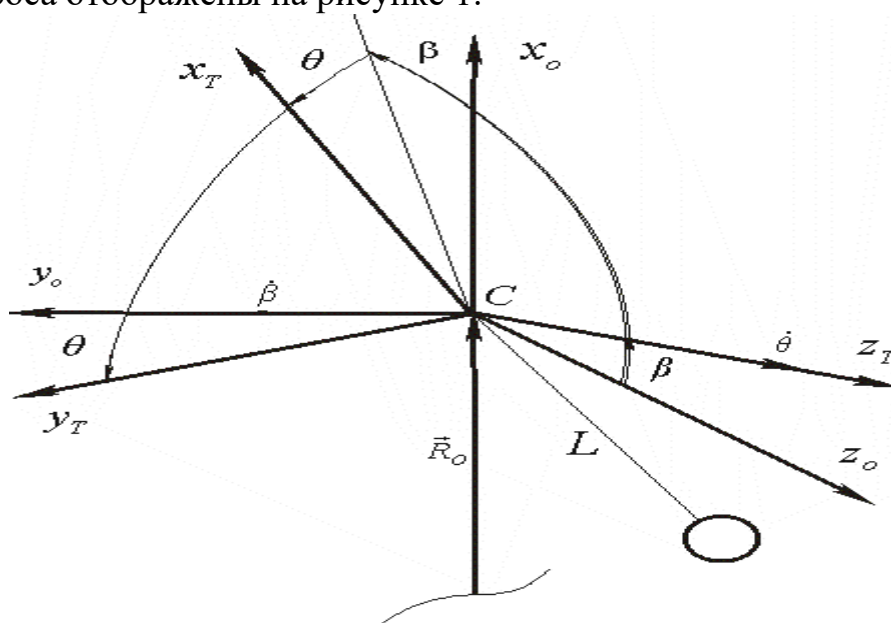


Рис. 1. Системы координат



Требуется найти изменение со временем следующих параметров:

- длины развернутой части троса L ;
- скорости выпуска троса V ;
- угла между тросом и радиус-вектором КА в плоскости орбиты θ
- угловой скорости изменения, соответствующей θ ;
- угла между тросом и плоскостью орбиты β ;
- угловой скорости, соответствующей β ;
- угла между тросом и продольной осью капсулы (угла нутации) α .

Чтобы смоделировать движение капсулы малого размера в соответствии с описанием системы, необходимо найти решение системы общих дифференциальных уравнений, которые задают зависимости приведенных параметров от времени. В систему входят шесть уравнений:

$$L\ddot{\Omega}^2 \cos^2 \theta \sin^2 \beta - L\Omega \dot{\theta} - 2\theta - 3L\Omega^2 \cos^2 \theta \cos^2 \beta = -\frac{T}{m} \quad (1)$$

$$\dot{L} = V; \quad (2)$$

$$L^2 \ddot{\theta} - 2L^2 \Omega \dot{\theta} + 1\beta + 3L^2 \Omega^2 \sin \theta \cos \theta \cos^2 \beta = 0 \quad (3)$$

$$\dot{\theta} = \omega_{\theta}; \quad (4)$$

$$L^2 \cos^2 \theta \ddot{\beta} + 2L^2 \Omega \dot{\beta} + 1\beta + 2L^2 \Omega^2 \cos^2 \theta \sin 2\beta = 0 \quad (5)$$

$$\dot{\beta} = \omega_{\beta}. \quad (6)$$

T – сила натяжения троса, которая определяется следующим образом:

$$T = m\Omega^2 \left[a(L - L_{end}) + b\frac{V}{\Omega} + 3L_{end} \right]; \quad (7)$$

Ω – угловая скорость движения базового КА по круговой орбите;

a, b – параметры закона управления выпуском троса.

Решение данной системы можно найти с помощью численного метода. В данном случае для нахождения решения был применен метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности [2].

Изменение угла нутации спускаемой капсулы α с течением времени было найдено с помощью аналитического решения [3]. При расчете предполагалось, что капсула является идеальной симметричной сферой, у которой момент инерции одинаков относительно любой оси.

Метод Рунге-Кутты для решения уравнений (1)–(6) был реализован в специализированной программной системе. Эта система позволяет производить моделирование разворачивания КТС, обладающей произвольными характеристиками, по заданным параметрам управления. В приложении задаются изменяемые характеристики тросовой системы. Разработанная система позволяет просматривать зависимость выходных параметров КТС от времени, а также производить серии испытаний и сохранять информацию в формате, удобном



для копирования в электронные таблицы. Система отображает ошибку, если произошло одно из следующих событий:

- система расходится, т.е. конечные значения равны NaN или Infinity;
- трос не был развернут на заданную длину, т.е. параметр «Конечная длина троса» не равен фактическому значению длины в момент окончания выпуска троса.

Пример вычисляемой зависимости приведен на рис. 2, а пример создания ряда испытаний – на рис. 3.

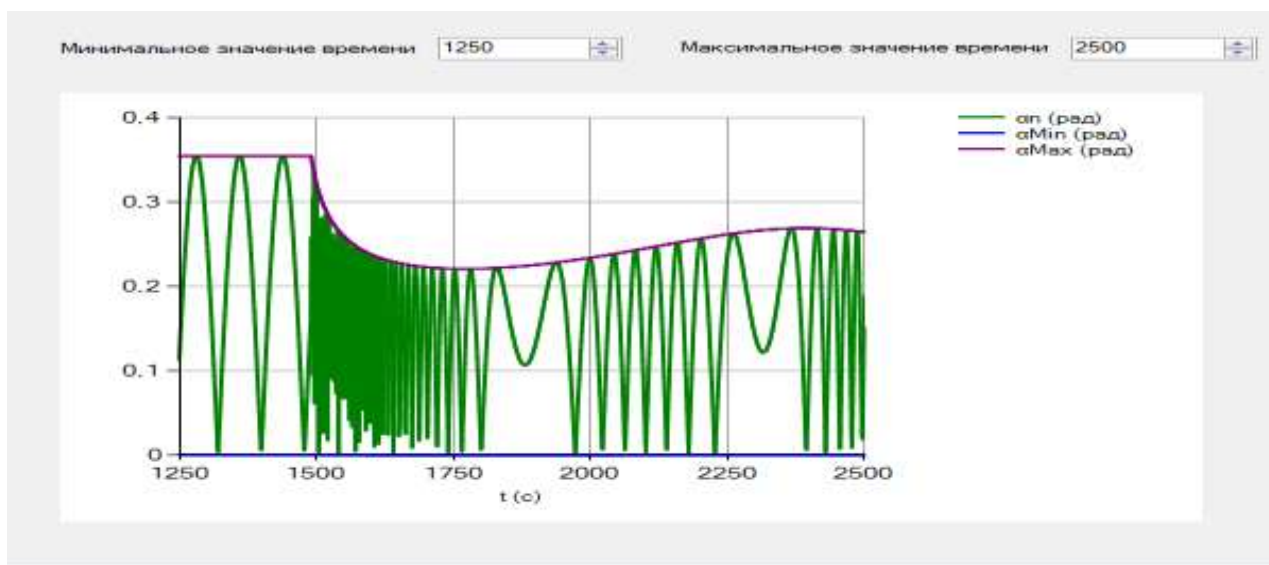


Рис.2. Зависимость угла нутации от времени

Реализация метода Рунге-Кутты может быть использована и для решения других задач, связанных с моделированием изменения систем с течением времени. Так, данная реализация может быть применена при моделировании изменения теоретической интенсивности дорожного движения в течение суток в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» [5].

Рис.3. Форма задания серии испытаний



Для нахождения оптимальных параметров развертывания КТС с помощью разработанной программной системы был проведен ряд исследований тросовой системы.

Важной характеристикой движения капсулы относительно троса является так называемый угол нутации – угол между продольной осью капсулы и направлением троса. При увеличении этого угла возможно ослабление троса (его провисание), что может привести к потере управляемости в системе и, как следствие, к аварийным ситуациям. Испытания модели КТС были произведены при следующих значениях угловых скоростей относительно осей y и z :

$$\omega_y \in [-0,1; 0,1] \text{ рад/с}; \quad \omega_z \in [-0,1; 0,1] \text{ рад/с}$$

с шагом $\Delta\omega_y, \Delta\omega_z = 0,005 \text{ рад/с}$.

В результате было определено, что угол нутации не превышает 90° , если при одной из угловых скоростей, равной нулю, другая составляет менее $0,0625 \text{ рад/с}$. В случае, если угловые скорости изменяются относительно обеих осей, граница ограничения по угловым скоростям близка к кругу радиусом $0,0625$ с центром в точке $(0; 0)$. То есть, обобщенное ограничение на угловые скорости имеет вид:

$$\omega_y^2 + \omega_z^2 \leq \left(\frac{1}{16}\right)^2. \quad (8)$$

График, отображающий зависимость выполнения условия $\alpha < 90^\circ$ от угловых скоростей отделения КА относительно осей y и z ω_y, ω_z , представлен на рис. 4. На нем область выполнения ограничения на угловые скорости закрашена в темно-оранжевый цвет.

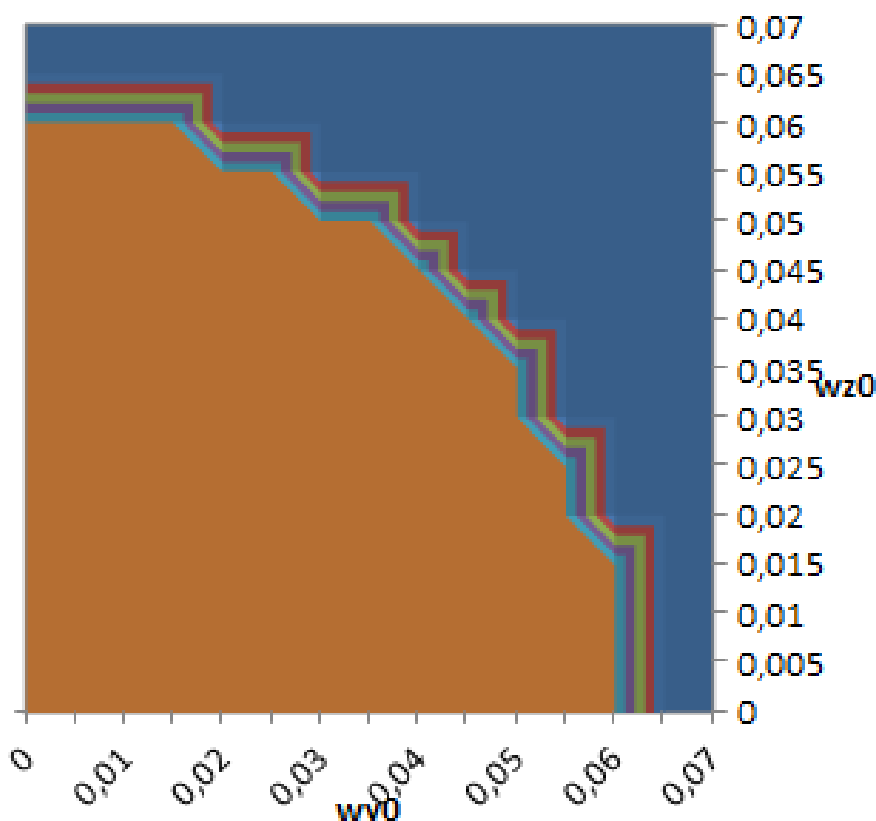


Рис. 4. Область выполнения $\alpha < 90^\circ$ по угловым скоростям ω_y, ω_z



Проверка условия $\alpha < 90^\circ$ также производилась в случае вариации массы малой капсулы m . Было установлено, что величина угла нутации увеличивается с повышением массы капсулы. При правдоподобных значениях массы ($m < 100$ кг) величина угла не превышает допустимую. Максимальное значение угла нутации, равное 90° , достигается при массе капсулы 550 кг.

Литература

- 1 Иванов, В.А. Космические тросовые системы. Некоторые аспекты практического использования / В.А. Иванов, С.А. Купреев, М.Р. Либерзон // М.: СИП РИА, 2005. – 98 с.
- 2 Бахвалов, Н.С. Численные методы. / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков // М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. — С. 367.
- 3 Заболотнов, Ю.М. Движение спускаемой капсулы относительно центра масс при разворачивании орбитальной тросовой системы / Ю.М. Заболотнов, О.Н. Наумов // Космические исследования. – М. :, Российская академия наук, 2012. Т. 50, №2.– С. 177–187.
- 4 Михеева, Т.И. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети / Т.И. Михеева, А.В. Сидоров, О.К. Головнин // Перспективные информационные технологии. Труды Международной научно-технической конференции. Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева. 2013. – С. 236–241.
- 5 Михеева, Т.И. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных средах / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.В. Сидоров // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 5 (66). – С. 131–138.
- 6 Заболотнов, Ю.М. Устойчивость движения в атмосфере связки двух твердых тел, соединенных тросом / Ю.М. Заболотнов, Д.В. Еленев // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2013. № 2. – С. 49–60.
- 7 Наумов, О. Н. Статистический анализ вращательного движения легкой спускаемой капсулы при разворачивании космической тросовой системы / О. Н. Наумов // Изв. вузов. Авиационная техника, №2, 2012. – С. 37–40.

Т.Н Соснина

ДВОЙНАЯ ДВОЙСТВЕННОСТЬ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

(Самарский университет)

Моделирование является одним из эффективных методов научного исследования. Анализ этого феномена продолжает оставаться в поле зрения ученых. Методологические функции моделирования в буквальном их прочтении



интересуют философов и математиков: первые «делают ставку» на анализ качественных параметров системных образований, вторые – количественных.

Философская концепция моделирования использует категориальный аппарат теории отражения и теории познания, математическая - ориентируется на содействие формализованного описания объекта (уравнения, графики, таблицы и т.д.). Сегодня востребована процедура создания понятийного аппарата приемлемого и понятного для использования как философами, так и математиками.

Используются два базовых варианта моделирования - материальный (физический) и нематериальный (математический).

Материальные модели позволяют изучать «внутренние механизмы» функционирования сложных систем в натуральной и аналоговой их формах. Первая основана на постулатах теории подобия, вторая - на аналогии процессов и явлений, имеющих различную физическую природу, но одинаково описываемых формально.

Математические модели рассматривают исследуемый объект, оперируя совокупностью формальных языков и методов, выполняя роль методологического инструментария функционально адекватного философскому (существуют «параллели» логико-семантического, структурно-функционального, причинно-следственного типа). Методологическое родство философского и математического прочтения феномена моделирования находит подтверждение в используемом ими категориальном аппарате (пространство - время, динамика-статика, структура-функции, индукция-дедукция, гипотеза, эксперимент и др.

Автор предлагает анализ сложных систем дополнить инновационной составляющей – моделью двойной двойственности, статус которой аргументируется в ряде публикаций (1).

Эта методологическая модель предлагает изучать сложные системы в контексте двойной двойственности: одна пара ассоциируется с характеристиками природного и социального начал, другая с характеристиками вещного и процессуального состояний.

Природное начало – это субстрат, которому присущи определенные естественные свойства. Различным уровням его организации (неорганический, органический, социальный) присущи соответствующие специфические качества активности, самоорганизации.

Социальное начало есть то, что «несет на себе печать» сущностных сил человека, затрат его живого и овеществленного труда в конкретной и абстрактной формах (2).

Вещь – любое конкретное материальное (идеальное) образование, «существующее само по себе и являющееся носителем определенных отношений и свойств», рассматриваемое «как система элементов, каждый из которых предполагает остальные» (3).

Процесс – есть «совокупность отдельных реализаций, каждая из которых характеризуется комплексом содержательных признаков, определенным модулем продолжительности, определенной хроноструктурой и определенным размещением на фоне более крупного по модулю процесса» (4).



Первая пара (природное - социальное) позволяет получить представления о физических и стоимостных параметрах системы, с одной стороны, затратами конкретного и абстрактного труда, с другой.

Вторая пара (вещь – процесс становления вещи) разграничивает пространственно-временные параметры формирующейся системы, отражая становление социального начала в природном субстрате в виде сменяющих друг друга вещных состояний, перехода природного к природно- социальному и далее к социально-природному вплоть до создания искомой модели (5).

Результативность использования методологического потенциала двойной двойственности при моделировании сложных систем целесообразно выразить в трех позициях.

Первая позиция. Двойной двойственности присущи черты **модели агрегированного типа**, в которой физические и математические варианты исследования, дополняя друг друга, повышают эвристическую ценность модели.

Вторая позиция. Двойственность «природное–социальное» позволяет по новому структурировать информацию с учетом энергетической, экологической и социальной составляющих.

Третья позиция. Двойственность «вещь – процесс» позволяет дать новую трактовку моделирования посредством введения понятий нулевого, первичного, вторичного стадий функционирования исследуемого объекта.

Литература

1. Соснина Т.Н. Предмет труда (философский анализ).- Изд-во Саратовск.ун-та - 1976, с 5-68; ее же: Онтология проектирования в контексте постулатов теории предмета труда//Онтология проектирования.- 2015.- Т.5.-№2 (16) .- С 218-219.
2. Соснина Т. Н. Материальные потоки производства (теория функционирования).- Самарск. аэрокосм. ун- т. Самара. 1997. .243 с.; ее же: Продукты природы и общества (сравнительный анализ).- Изд-во СГАУ. – 2007. – с. 35-58; 145-195.
3. Уемов А И Вещь, свойства, отношения. -М.- Наука.1963, с .59.
- 4 Серов Н.К. Процессы и мера времени: проблемы методологии структурно-диахронического исследования в современной науки). - Л. -1974, с .38, 171.
5. Соснина Т. Н. Продукт: полный цикл (методологическое исследование). Изд-во СНЦ РАН. - Самара.- 2018.-398с.



Е.С. Сулоева, М.М. Филиппов, А.Хасанов

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ СЕКВЕСТРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА И УГЛЕРОДНЫХ ЭМИССИЙ

(Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина))

Основной задачей расчета углеродного баланса является, расчет выбросов углерода и поглощающей способности исследуемых территорий. Количество углерода, которое поглощается в ходе эмиссии CO₂ промышленными объектами, называется секвестрационный потенциал. Главными природными поглотителями углерода являются лесные массивы, в свою очередь объемы углерода, которые способны депонировать леса, зависят от множества факторов (природные зоны произрастания, видовой и возрастной состав лесов, коэффициенты определяющие прирост биомассы и т.д.).

В связи с многообразием параметров, характеризующих поглощающую способность лесов, существует множество методик расчета объемов углерода в лесных пулах. В каждой методике используются свои наборы априорных данных. Вследствие этого результаты расчетов произведённых при помощи различных моделей, могут отличаться. Решением данной проблемы является создание интеллектуальной системы, задачей которой является на основе кортежа априорных знаний (АЗ) об исследуемом геотаксоне [1] осуществлять выбор конкретной методики расчета.

В данной системе предлагается использовать следующие методики расчета:

- методика, разработанная Всероссийским научно-исследовательским институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) с кортежем априорных данных $AZ = \{S, V, K_1, CF, R\}$ [2];
- методика региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), который для расчёта используется $AZ = \{S, V, K_2, CF, R, D\}$ [3];
- методика, основанная на системе государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) с тремя параметрами для расчёта запаса $AZ = \{S, V, K_3\}$ [4].

Стоит отметить, что все методики расчета содержат в себе исходные параметры лесных массивов. Такими параметрами являются:

Z - данные о природных зонах геотаксона (умеренные, бореальные и др.);

T - данные о типах лесов в рассматриваемом геотаксоне (хвойные, лиственные и др.);

A - возрастной состав лесов в геотаксоне, который является производной от T (данных о типах лесов). Т.е. при наличии данных о типах лесов можно произвести разделение и по возрастным группам.



На основе представленных данных может быть построен алгоритм интеллектуальной системы в части поглощения карбона. В алгоритме можно выделить два уровня ввода априорных данных.

- Первый уровень ввода априорных данных.

На первом уровне осуществляется ввод параметров Z , T , A . В зависимости от наличия данных параметров осуществляется предварительный выбор доступных методик расчета. Например, при наличии параметров Z , T , A в дальнейшем могут быть использованы все три методики. В случае, если неизвестен параметр A осуществляется выбор из двух методик (ВНИИЛМ и ГИЛ.) При неизвестных параметрах Z или T , необходимо дальнейшее использование средневзвешенных значений параметров, что учитывает адаптивный алгоритм разрабатываемой системы. Значения параметров могут присваиваться исходя из целевого назначения лесов (эксплуатационные, защитные, резервные). Если имеются средневзвешенные данные в зависимости от назначения лесов, то в результирующем расчете объемов C используется методика ВНИИЛМ.

- Второй уровень ввода априорных данных.

В зависимости от параметров, введенных в первом уровне, осуществляется ввод (чтение из базы геоданных [5]) данных второго уровня.

Второй уровень априорных данных содержит в себе параметры: площадь участка леса S (га); запас лесов V (м^3); соотношение подземной фитомассы к надземной фитомассе R ; доля углерода в сухом веществе CF ; плотность древесины D ($\text{т сух в-ва}/\text{м}^3$); конверсионный коэффициент K_1 ($\text{т}/\text{м}^3$); коэффициент разрастания биомассы K_2 ; конверсионный коэффициент K_3 ($\text{т С}/\text{м}^3$).

Реализация адаптивного алгоритма позволяет устранить неопределенности при оценке секвестрационного потенциала исследуемого геотаксона с учетом полноты кортежа априорных знаний. Использование нескольких методик расчета объемов C , позволяет проводить комплексный анализ поклошающей способности, который обусловлен тем, что различные методики расчёта имеют как общие, так и отличающиеся исходные параметры в АЗ, т.е. при полном кортеже позволяет провести оценки объемов C как средневзвешенную, оценку сверху или оценку снизу.

С другой стороны, для полноценной оценки карбонового следа, следует включать в рассмотрение оценку влияния эмиттеров углерода [6]. Методика [7] для расчёта эмиссий производит расчёт коэффициентов, которые будут учитывать 9 параметров: три параметра являются характеристиками объекта (масса, высота, скорость выбросов); пять элементов представляют собой весовые коэффициенты и зависят от окружающей среды; один параметр получается путём косвенных измерений, это, так называемый, расход газо-воздушной смеси.

Данный набор параметров модели выбросов представляет собой массив данных, на основе которого производится расчет распространения выбросов по прилегающей территориальной единице.

Совмещение данных секвестрационного потенциала с количеством эмиссий в рамках конкурентной территории основано наследующих элементах:



- расчётных соотношениях для конкретной территориальной единицы;
- сопоставлении координат для определения итогового ареала, состоящего из конкретных геотаксонов.

На основе полученных данных проводится дополнительный анализ относительно распределения концентрации выбросов. На основе координат точечного источника производится расчёт точек вдоль направления распространения ветра. Осуществляется данный расчёт по отдельности для каждого из нескольких участков:

1. Участок от точечного источника до пика распределения концентраций.
2. Участок от пика распределения концентраций до величины расстояния в $8 \times$ пиковое, где пиковое расстояние рассчитывается от источника вдоль направления ветра.
3. Дальние участки, которые вносят незначительный вклад в картину распределения концентраций, вследствие чего не учитываются при расчётах.

Производится расчёт по нормали к оси распространения выбросов по направлению ветра. Расчёт основывается на локальном пиковом значении концентрации, расположенном в середине рассчитываемого интервала. Осуществление данного расчёта позволяет получить распределение концентраций на всём рассматриваемом участке конкретной прилегающей территории.

Полученные скорректированные данные позволяют повысить достоверность расчетов модели и перейти к использованию рассчитанных значений для моделирования процесса распространения выбросов во времени и пространстве. Использование временных меток позволяет разделить процесс распространения и установления выбросов на прилегающей территории на отдельные временные метки, каждая из которых задаёт масштабные коэффициенты для величины максимальной концентрации, и расположение её в пространстве до места своей окончательной локализации.

Полученная картина распределения концентраций формируется в итоговый массив данных – выходные данные после моделирования.

По прохождению всех временных меток и построения моделей по ним производится компиляция полученных данных в одну модель, описывающую распространение выбросов от точечного источника во времени и пространстве для заданной прилегающей территории, создавая тем самым цифровую копию модели расчета с привязкой к нескольким параметрам.

Используя полученную модель, с помощью набора входных априорных данных осуществляется получение распределения концентраций для каждой точки рассматриваемого пространства прилегающей территории возле некоторого точечного источника выбросов.

Стоит отметить, что в данном случае необходимая априорная информация должна иметь полный кортеж для корректной оценки выбросов с точки зрения концентраций CO₂.



Таким образом описывается процесс алгоритмической последовательности действий, характеризующей механизм расчета выбросов от точечного источника, а также поглощающей способности территории. Указанные характеристики могут быть рассчитаны различными методами, что усложняет оценку итогового карбонового следа. Применение свойства адаптивности при рассмотрении кортежа априорных знаний, а также выбора алгоритма расчета позволяет сделать оценку более комплексной. Увеличение достоверности получаемых результатов достигается за счет введения дополнительных параметров в рамках расчета эмиссий.

Полученные данные позволяют проводить моделирование конкретной территориальной единицы с привязкой к координатам, а также сопровождать модель привязкой ко времени. Модель позволяет наглядно рассмотреть вклад в выбросы на конкретную территорию, а также учесть поглощающую способность данной территории, с помощью чего формируются методы и инструменты для экологически дружелюбного проектирования производственных и других объектов в зависимости от рассматриваемой уникальной территории и исходных параметров.

Литература

1. Марченко П.Е. Геоинформационные модели и методы интегральной оценки природно-техногенной опасности территориальных систем: Дис. ... док. техн. наук / Институт информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского научного центра РАН. Нальчик, 2010. 324 с
2. Малышева Н. В., Моисеев Б. Н., Филипчук А. Н., Золина Т. А. Методы оценки баланса углерода в лесных экосистемах и возможности их использования для расчетов годичного депонирования углерода // Лесной вестник. 2017. Т. 21. № 1. С. 4–13.
3. Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И. Прогнозные оценки лесных стоков на период до 2050 года и вклад лесного сектора в обязательства Российской Федерации по новому климатическому соглашению // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2014. № 3. С. 23–27. № 4 С. 31–34
4. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов. Утверждены и введены в действие приказом Рослесхоза от 10.11.2011 № 472. – 129 с
5. Zhdanova E.N., Suloeva E.S., Filippov M.M., Minina A.A. Principles of Geodatabase Arrangement for Studying the Sequestration Potential of Carboniferous Territories//Proceedings of 2021 24th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2021 PP 208 – 210.
6. Сулоева Е.С., Жданова Е.Н. Особенности применения геоинформационной технологии для разработки информационно-измерительной системы контроля окружающей среды // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2021. № 4 (63). С. 29-38.
7. Методы расчёта выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, МРР-2017



В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАИБОЛЕЕ ОБЩИХ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение. Результаты массового обслуживания востребованы при моделировании задержки в различных системах передачи данных. При этом в качестве одних из параметров трафика выступают коэффициенты вариаций интервалов поступлений и времени обслуживания заявок. Возможность использования распределений Вейбулла и Гамма, которые могли бы обеспечить широкий диапазон изменения коэффициентов вариаций $(0, \infty)$ в зависимости от их параметров, решила бы многие актуальные задачи теории массового обслуживания.

Для системы G/G/1 с произвольными законами распределений интервалов между соседними требованиями входного потока и времени обслуживания среднее время ожидания заявок в очереди определяется выражением

$$\bar{W} = \frac{D_\lambda + D_\mu + (1-\rho)^2 / \lambda^2}{2(1-\rho) / \lambda} - \frac{\bar{I}^2}{2\bar{I}}, \quad (1)$$

где ρ – коэффициент загрузки системы ($0 < \rho = \lambda/\mu < 1$), λ – интенсивность входного потока, μ – интенсивность обслуживания, D_λ , D_μ – соответственно дисперсии интервалов поступления и времени обслуживания, $\bar{I}$, $\bar{I}^2$ – соответственно среднее значение и второй начальный момент периода простоя системы.

Следовательно, первое слагаемое в правой части (1) связано с коэффициентами вариаций интервалов поступления $c_\lambda = \sigma_\lambda / \bar{\tau}_\lambda$ и времени обслуживания $c_\mu = \sigma_\mu / \bar{\tau}_\mu$ квадратичной зависимостью. Второе слагаемое в правой части (1) остается неизвестным и вполне вероятно, что оно может зависеть от моментов интервалов поступления и времени обслуживания более высокого порядка, чем первые два. Поэтому при анализе СМО G/G/1 необходимо учитывать не только первые два момента случайных интервалов времен поступления и обслуживания, но и моменты более высокого порядка.

Существуют предельные формулы для (1) при $\rho \rightarrow 1$, т.е. для большой нагрузки на систему G/G/1, но мы их здесь не приводим и таким образом, здесь констатируем тот факт, что исследование систем G/G/1 заканчивается незавершенной формулой (1).

В связи с тем, в теории систем массового обслуживания (СМО) G/G/1 с произвольными распределениями интервалов входного потока требований и



времени обслуживания нельзя получить решения для общего случая, то их исследования проводят с использованием частных законов распределений.

Постановка задачи. В докладе ставится задача исследования вопроса о возможности использования наиболее общих законов распределений Вейбулла и Гамма в системах общего вида G/G/1. Тогда для вывода решения для среднего времени ожидания заявок в очереди как главной характеристики для любой системы массового обслуживания, потребуется, чтобы функции плотности распределения интервалов поступлений и времени обслуживания были преобразуемыми по Лапласу.

Распределение Вейбулла с параметрами $\alpha > 0, \beta > 0$ имеет вид:

$$f(t) = \begin{cases} \alpha \beta^{-\alpha} t^{\alpha-1} e^{-(t/\beta)^\alpha}, & t \geq 0; \\ 0, & t < 0. \end{cases}$$

Преобразование Лапласа функции $f(t)$ имеет вид:

$$F^*(s) = \int_0^{+\infty} e^{-(s\beta t^{1/\alpha} + t)} dt,$$

и этот интеграл в общем случае не берется в элементарных функциях при всех $\alpha \neq 1$. Следовательно, использование закона распределения Вейбулла напрямую в теории массового обслуживания исключено.

Теперь перейдем к рассмотрению закона гамма распределения. Как известно, двухпараметрическое гамма распределение задается функцией плотности общего вида

$$f(t) = \begin{cases} \frac{\beta^{-\alpha} t^{\alpha-1} e^{-t/\beta}}{\Gamma(\alpha)}, & t \geq 0, \\ 0, & t < 0, \end{cases}$$

где $\Gamma(\alpha)$ – гамма-функция, равная $\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt$ для любого вещественного

числа $z > 0, \alpha > 0, \beta > 0$. Преобразование Лапласа функции $f(t)$ имеет вид:

$$\begin{aligned} F^*(s) &= \frac{\beta^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha)} \int_0^{+\infty} e^{-st} t^{\alpha-1} e^{-t/\beta} dt = \frac{\beta^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha)} \int_0^{+\infty} t^{\alpha-1} e^{-(s+1/\beta)t} dt = \\ &= \left[\begin{array}{l} (s+1/\beta)t = x \\ t = \frac{\beta}{\beta s + 1} x \\ dt = \frac{\beta}{\beta s + 1} dx \end{array} \right] = \frac{\beta^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha)} \left(\frac{\beta}{\beta s + 1} \right)^\alpha \int_0^{+\infty} x^{\alpha-1} e^{-x} dx = \\ &= \frac{\beta^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha)} \left(\frac{\beta}{\beta s + 1} \right)^\alpha \Gamma(\alpha) = \frac{1}{(\beta s + 1)^\alpha}. \end{aligned}$$

Анализируя преобразование Лапласа гамма распределения делаем вывод, что этот закон распределения в теории массового обслуживания можно исполь-



зовать только в частных случаях при целочисленных значениях $\alpha \geq 2$. В последнем выражении сделаем замену переменной $\lambda = 1/\beta$ для функции плотности распределения интервалов входного потока, $\mu = 1/\beta$ для функции плотности распределения времени обслуживания и положим $k=\alpha$. Тогда получим обычное распределение Эрланга порядка k : $f_{\lambda}(t) = \frac{\lambda^k t^{k-1} e^{-\lambda t}}{(k-1)!}$. Ограничимся распределением Эрланга второго порядка при $k=2$

$$f_{\lambda}(t) = \lambda^2 t e^{-\lambda t}. \quad (2)$$

Кроме распределения (2) используют еще нормированное распределение Эрланга

$$f_{\lambda}(t) = 4\lambda^2 t e^{-2\lambda t}. \quad (3)$$

Разница между ними заключается в том, что у нормированного распределения Эрланга математическое ожидание не зависит от порядка распределения k , следовательно, они еще отличаются и числовыми характеристиками. Отличие между этими распределениями приведены в таблицах 1 и 2. Системы массового обслуживания с входными распределениями Эрланга второго порядка обозначаются $E_2/E_2/1$ и широко используются в теории массового обслуживания. Расчеты главной характеристики СМО – среднего времени ожидания требований в очереди подтверждают полное их совпадение для системы $E_2/E_2/1$ с обычными и нормированными распределениями Эрланга.

Таблица 1. Числовые характеристики распределений

Распределение	$\bar{\tau}_{\lambda}$	$\overline{\tau_{\lambda}^2}$	c_{λ}^2
E_2 обычное	$2/\lambda$	$6/\lambda^2$	$1/2$
E_2 нормированное	$1/\lambda$	$3/(2\lambda^2)$	$1/2$

Таблица 2. Параметр распределения, полученный методом моментов

Распределение	Плотность $f_{\lambda}(t)$	Параметр λ
E_2 обычное	$\lambda^2 t e^{-\lambda t}$	$\lambda = 2 / \bar{\tau}_{\lambda}$
E_2 нормированное	$4\lambda^2 t e^{-2\lambda t}$	$\lambda = 1 / \bar{\tau}_{\lambda}$

Заключение. Анализ законов распределений Вейбулла и гамма общего вида приводит к следующим выводам.

1. Распределение Вейбулла напрямую не может быть использовано в теории массового обслуживания. При его аппроксимации преобразуемыми по



Лапласу более простыми законами распределений, возможно его использование.

2. Гамма распределение также напрямую не может быть использовано в теории массового обслуживания, кроме как частного случая распределения Эрланга различного порядка.

Литература

1. Тарасов В. Н. Расширение класса систем массового обслуживания с запаздыванием // Автоматика и телемеханика. 2018. № 12. С. 57-70.

2. Тарасов В. Н. Анализ и сравнение двух систем массового обслуживания с гиперэрланговскими входными распределениями // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2018. №4 (47). С. 61-70.

3. Тарасов В.Н., Липилина Л.В., Бахарева Н.Ф. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров // Информационные технологии. 2016. Т. 22. № 12. С. 952-957.

4. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Компьютерное моделирование вычислительных систем. Теория, Алгоритмы, Программы. - Оренбург, 2005. - 183 с.

В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева

ТРАНСФОРМАЦИЯ КЛАССИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение. В теории массового обслуживания исследования систем G/G/1 актуальны в связи с тем, что они активно используются в современной теории телетрафика для моделирования задержки в системах передачи данных, к тому же нельзя получить решения для таких систем в конечном виде для общего случая. Поэтому такие системы исследуются при частных законах распределений, для которых можно получить решение для основной характеристики систем массового обслуживания (СМО) – среднего времени ожидания заявок в очереди в явной форме.

Из теории массового обслуживания известно, что среднее время ожидания заявок в очереди связана с коэффициентами вариаций интервалов поступлений и обслуживания квадратичной зависимостью. Большинство классических СМО применимо только в случае фиксированных значений этих коэффициентов вариаций, что является для них серьезным ограничением.

Целью данного доклада является представление нового класса СМО на одном примере классической системы M/M/1 для расширения области приме-



нения моделей массового обслуживания для широкого диапазона изменения коэффициентов вариаций интервалов поступлений и обслуживания. В отличие от классической теории, в данной работе приведены результаты исследований авторов по СМО со сдвинутыми входными законами распределений. Ввод в законы распределений параметра сдвига по времени трансформирует марковские СМО в не марковские системы с запаздыванием.

Постановка и решение задачи. Рассмотрим трансформацию классической СМО М/М/1 путем ввода в законы распределения параметра сдвига $t_0 > 0$ (рис.1), т.е. рассматриваем СМО с сдвинутыми законами распределений

$$a(t) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda(t-t_0)}, & t \geq t_0 \\ 0, & 0 \leq t < t_0 \end{cases}, \quad b(t) = \begin{cases} \mu e^{-\mu(t-t_0)}, & t \geq t_0 \\ 0, & 0 \leq t < t_0 \end{cases}, \quad (1)$$

где $t_0 > 0$ – параметр сдвига. Здесь $a(t)$ и $b(t)$ соответственно функции плотности интервалов поступлений заявок и времени их обслуживания. Требуется определить среднее время ожидания заявок в очереди в такой СМО в явной форме. Эту СМО в отличие от классической системы обозначим через $M^- / M^- / 1$. Здесь и далее верхний индекс «-» будет означать операцию сдвига закона распределения на величину $t_0 > 0$ вправо по оси времени.

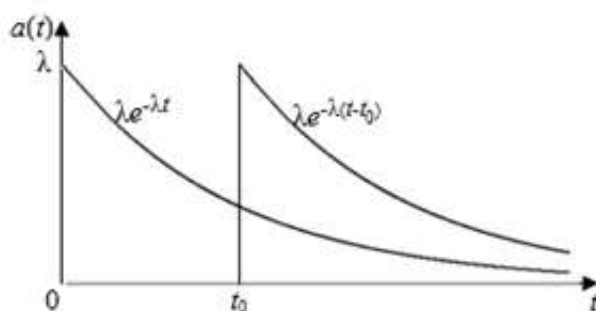


Рис. 1. Пример сдвинутой вправо функции плотности $a(t)$

В связи с тем, что при выводе решения для среднего времени ожидания заявок в очереди нам потребуются числовые характеристики распределений (1),

их мы определим через преобразования Лапласа функций (1) $A^*(s) = \frac{\lambda e^{-t_0 s}}{s + \lambda}$.

$B^*(s) = \frac{\mu e^{-t_0 s}}{s + \mu}$. Найдя первые производные от преобразований Лапласа в т. $s=0$ со

знаком минус, определим средние значения интервалов поступлений и времени обслуживания:

$$\bar{\tau}_\lambda = \lambda^{-1} + t_0, \quad \bar{\tau}_\mu = \mu^{-1} + t_0. \quad (2)$$

Аналогично через вторые производные определим начальные моменты второго порядка

$$\bar{\tau}_\lambda^2 = t_0^2 + \frac{2t_0}{\lambda} + \frac{2}{\lambda^2}, \quad \bar{\tau}_\mu^2 = t_0^2 + \frac{2t_0}{\mu} + \frac{2}{\mu^2},$$

а затем – коэффициенты вариаций



$$c_{\lambda} = (1 + \lambda t_0)^{-1}, \quad c_{\mu} = (1 + \mu t_0)^{-1}. \quad (3)$$

Найденные числовые характеристики позволяют определить неизвестные параметры распределений (1) λ , μ и t_0 методом моментов из системы уравнений (четыре уравнения с тремя неизвестными):

$$\begin{cases} \lambda^{-1} + t_0 = \bar{\tau}_{\lambda} \\ (1 + \lambda t_0)^{-1} = c_{\lambda} \\ \mu^{-1} + t_0 = \bar{\tau}_{\mu} \\ (1 + \mu t_0)^{-1} = c_{\mu} \end{cases}. \quad (4)$$

Задавая значения параметра сдвига t_0 из интервала $(0, \bar{\tau}_{\mu})$, получим ограничение на один из коэффициентов вариаций

$$c_{\mu} = 1 - (1 - c_{\lambda}) / \rho, \quad (5)$$

где коэффициент загрузки $\rho = \lambda / \mu$.

Таким образом, входные параметры системы $\bar{\tau}_{\lambda}$, c_{λ} , $\bar{\tau}_{\mu}$ и c_{μ} строго связаны соотношением (5).

Здесь делаем первый вывод о том, что сдвиг закона распределения приводит к уменьшению коэффициентов вариаций. Если для классической системы М/М/1 $c_{\lambda} = c_{\mu} = 1$, то для системы с сдвинутыми распределениями c_{λ} и c_{μ} меньше единицы. Следовательно, марковская система М/М/1 трансформируется в не марковскую систему $M^- / M^- / 1$. Второй вывод – из-за уменьшения коэффициентов вариаций, среднее время ожидания в очереди в новой системе будет меньше, чем в системе М/М/1, т.к. оно связано с коэффициентами вариаций квадратичной зависимостью.

Метод спектрального разложения интегрального уравнения Линдли приводит к результату для среднего времени ожидания в виде формулы

$$\bar{W} = \frac{\lambda / \mu}{\mu - \lambda}, \quad (6)$$

где параметры этой формулы определяются из уравнений моментов (4) при заданных значениях входных параметров для системы $M^- / M^- / 1$.

Результаты численных экспериментов в Mathcad представлены в таблице 1 для случаев малой, средней и высокой нагрузки $\rho = 0,1; 0,5; 0,9$ для широкого диапазона изменения коэффициентов вариаций c_{λ} , c_{μ} и параметра сдвига t_0 .



Таблица 1. Результаты численных экспериментов

Входные параметры				Средняя задержка	
ρ	c_λ	c_μ	t_0	для СМО $M^- / M^- / 1$	для СМО $M/M/1$
0,1	0,999	0,99	0,01	0,109	0,11
	0,99	0,90	0,1	0,090	
	0,95	0,50	0,5	0,028	
	0,91	0,10	0,9	0,001	
	0,901	0,01	0,99	0,00	
0,5	0,995	0,99	0,01	0,98	1,0
	0,95	0,90	0,1	0,81	
	0,75	0,50	0,5	0,25	
	0,55	0,10	0,9	0,01	
	0,505	0,01	0,99	0,00	
0,9	0,991	0,99	0,01	8,82	9,0
	0,91	0,90	0,1	7,29	
	0,55	0,50	0,5	2,25	
	0,19	0,10	0,9	0,09	
	0,11	0,01	0,99	0,00	

Данные таблицы рассчитаны для удобства при нормированном времени обслуживания $\bar{\tau}_\mu = 1$.

Заключение. Анализ представленных результатов приводит к следующим выводам.

1. Трансформация классических систем массового обслуживания влечет с одной стороны уменьшение коэффициентов вариаций временных интервалов и как следствие, многократное уменьшение среднего времени ожидания заявок в очереди по сравнению с классической системой.

2. С другой стороны данное действие приводит к интервальному изменению коэффициентов вариаций от нуля до единицы, тогда как для классической системы эти коэффициенты вариаций фиксированы и равны единице в случае системы $M/M/1$. Таким образом, функциональные возможности классической системы значительно расширяются.

3. Адекватность представленной математической модели массового обслуживания однозначно подтверждается тем фактом, что при стремлении параметра сдвига к нулю, среднее время ожидания в трансформированной системе приближается к его значению в обычной системе.

4. Предложенный подход и выводы справедливы для всех классических систем массового обслуживания.



Литература

1. Тарасов В. Н. Расширение класса систем массового обслуживания с запаздыванием // Автоматика и телемеханика. 2018. № 12. С. 57-70.
2. Тарасов В. Н. Анализ и сравнение двух систем массового обслуживания с гиперэрланговскими входными распределениями // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2018. №4 (47). С. 61-70.
3. Тарасов В.Н., Липилина Л.В., Бахарева Н.Ф. Автоматизация расчета характеристик систем массового обслуживания для широкого диапазона изменения их параметров // Информационные технологии. 2016. Т. 22. № 12. С. 952-957.
4. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Компьютерное моделирование вычислительных систем. Теория, Алгоритмы, Программы. - Оренбург, 2005. - 183 с.



МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

К.Д. Абрамов, А.А. Лобанков

РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВЫСОТОМЕРА МАЛЫХ ВЫСОТ

(Самарский университет)

На сегодняшний день требуется большое количество высококвалифицированных специалистов по ремонту, обслуживанию и эксплуатации радиооборудования самолетов и вертолетов.

Для выполнения этой задачи были созданы учебные заведения, которые выполняют процесс подготовки специалистов по ремонту такого оборудования. В задачи радиоинженеров входит обслуживание самолета перед началом вылета, выполнения проверок работоспособности радиооборудования: комплектов и систем радиостанций, радиотехнических средств навигации самолетовождения и посадки, радиоэлектронных систем управления, систем радиолокационного опознавания и активного ответа, комплексов и систем связи с другими самолетами и аэродромами.

Для выполнения задачи подготовки высококвалифицированного специалиста, который может сразу после выпуска из учебного заведения приступить к выполнению своих обязанностей по проверке и ремонту оборудования необходимо обеспечить высокое количество практических занятий на приборах. Выполнение данного условия требует наличие в учебных заведениях большого количества дорогостоящих стендов и приборов. В условиях пандемии процесс доступа студентов к оборудованию становится затруднительным. Для решения этой проблемы возможна разработка программных средств, эмулирующих выполнение проверки на реальных приборах. Таким образом получается обеспечить любое количество студентов необходимым количеством практики при соблюдении мер эпидемиологической обстановки.

Передо мной была поставлена задача разработать симулятор для проведения проверок работоспособности высотомера малых высот А-031 для использования в учебном центре при проведении лабораторных проверок. [1] Для этого я проанализировал системы-аналоги, изучил принцип работы высотомера и приборов для проведения проверок его работоспособности и разработал систему, которая состоит из четырех блоков И-5, К-5, Частотомера и высотомера. Данные блоки позволяют изменять режимы работы высотомера, подавать ему на вход сигнал, определять частоту его сигнала и напряжение на нем.

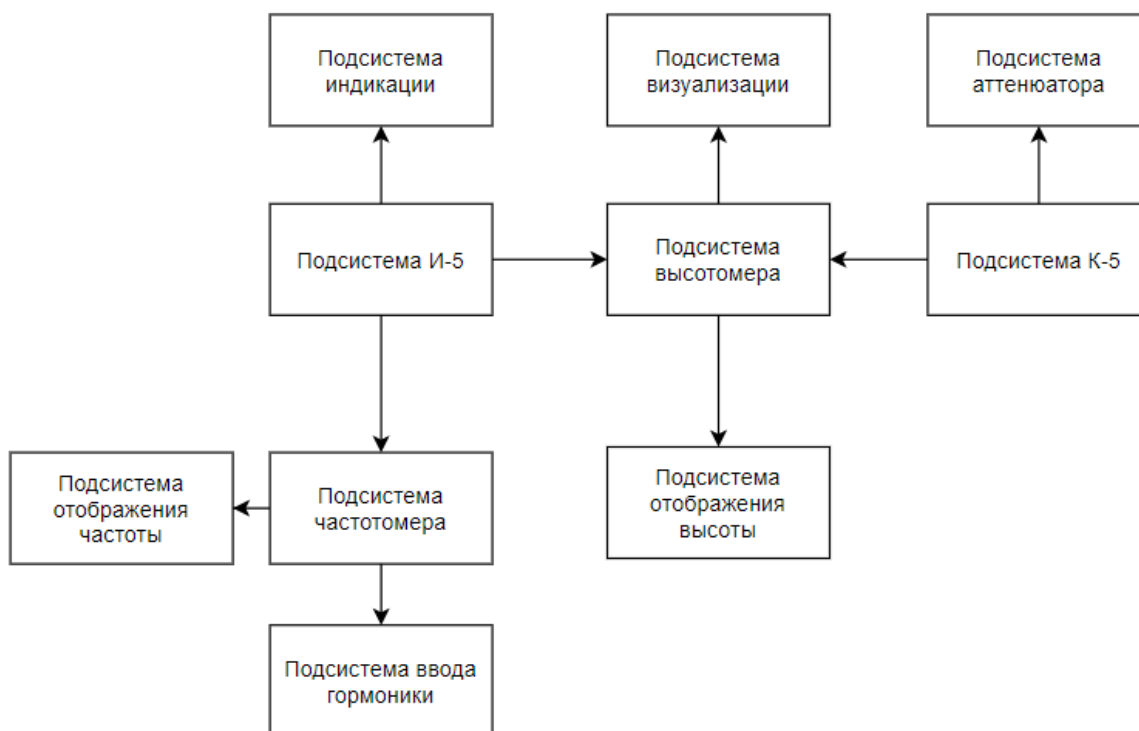


Рис. 1. Структурная схема системы

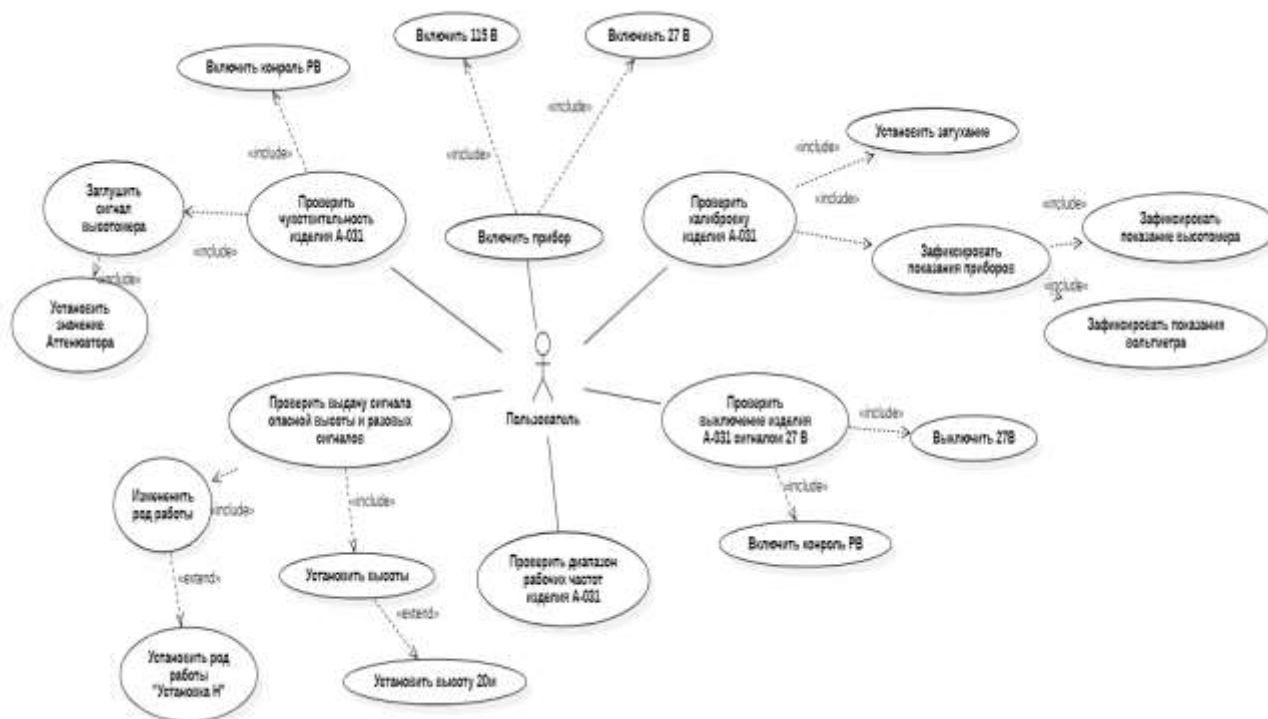


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования



Разрабатываемый симулятор высотомера А-031 с дополнительными приборами позволят выполнять студентам следующие проверки:

- проверка чувствительности изделия А-031;
- проверка калибровки изделия А-031;
- проверка выключения изделия А-031 сигналом 27В;
- проверка выдачи сигнала опасной высоты и разовых сигналов;
- проверка диапазона рабочих частот изделия А-031;
- включение изделия А-031;
- выключение изделия А-031;
- переключение соединительных кабелей.

Из диаграммы вариантов использования видно, что пользователь может выполнить несколько проверок. [2] Он может проверить чувствительность изделия А-031, откалибровать изделие А-031, включение и выключение прибора, выдачу сигналов опасной высоты и разовых сигналов, диапазон рабочих частот изделия А-031.

Литература

1 Радиовысотомер А-031 [Электронный ресурс] URL: <http://storage.mstuca.ru/jspui/bitstream/123456789/6688/4/учебное%20пособие%20ПНК%20Ил-86%20часть%203.pdf> (дата обращения 08.04.2021).

2 Методология объектно-ориентированного анализа и проектирования [Электронный ресурс.] URL: <https://intuit.ru/studies/courses/32/32/lecture/1000?page=2> (дата обращения 08.04.2022).

М.В. Александрова, А.В. Иващенко

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ ВОСПРИЯТИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

(Самарский государственный технический университет)

При взаимодействии человека с компьютером большую роль играет интерфейс используемых программных продуктов. Сегодня при разработке интерфейса имеется обширная база принципов проектирования интерфейсов и вспомогательных программных средств [1, 2], однако создавать качественные интерфейсы все так же непросто. Растут потребности пользователей, объемы обрабатываемых данных, требования к отображению информации.

Интерфейс программы должен быть информативным и лаконичным. В системе, так же как и на картине, любая линия, объект имеют свой вес. И от расположения объектов зависит равновесие картины, ее восприятие человеком. Еще один главный критерий – удобство использования. Изобилие программ на



рынке позволяет пользователям быстро находить аналоговые системы с более удобным функционалом и приятным интерфейсом.

На этапе разработки и тестирования систем группе разработчиков и тестирующих необходимо особое внимание уделять экранным формам. У пользовательского интерфейса, как у человеко-машинного взаимодействия, имеются две основные составляющие: аппаратно-программная реализация интерфейса и действия со стороны пользователя. Но если машинная часть интерфейса имеет четко определенное поведение, то поведение пользователя полностью предсказать невозможно, поэтому при разработке интерфейса основная задача - максимально учитывать человеческие возможности, способность к обучению, физиологические и психологические особенности.

Так целостный подход к вопросу об удобстве использования интерфейсов описывает понятие юзабилити - способность продукта быть понимаемым, изучаемым, используемым и привлекательным для пользователя в заданных условиях [3, 4]. К базовыми показателями юзабилити относят: скорость взаимодействия с системой, количество ошибок, скорость обучения навыкам взаимодействия и субъективная удовлетворенность.

Для минимизации субъективной оценки интерфейса, сокращения временных издержек необходимо рассмотреть возможность автоматизированного анализа восприятия пользовательского интерфейса [5]. Прежде всего для построения такой системы необходимо определить маркеры, на которые будет обращать внимание система при проведении анализа. Маркер – это объект системы, обладающий определенным набором свойств, оказывающих воздействие на человека при использовании системы.

Отличительные особенности таких метрик связаны с тем, что эти метрики описывают действия пользователя в системе. Поэтому маркеры не могут дать полноценный, достоверный ответ на вопрос о том, как повысить качество интерфейса пользователя, но эти метрики позволяют выявить критические проблемы интерфейса и получить рекомендации о том, на какие элементы интерфейса стоит обратить внимание при дальнейшем исследовании. Важно также, что метрики юзабилити позволяют проводить сравнительный анализ различных версий продукта.

Для проектирования автоматизированной системы анализа восприятия пользовательских интерфейсов необходимо сформировать список маркеров, внести его в реестр показателей системы, определить проблемы, которые могут возникнуть при использовании системы и сгенерировать пути решения/ изменения интерфейса с условием минимальных издержек.

Предлагаемый подход основан на концепции акцентной визуализации [6 - 8]. Идея состоит в том, чтобы формализовать <фокус, контекст и оверлейный контекст> для каждого пользователя. Фокус описывает текущее внимание пользователя. Контекст описывает текущую ситуацию и рассматривает историю предыдущих действий и событий, которые к ней привели. Оверлейный контекст включает в себя виртуальные объекты (текстовые элементы, метки



или маркеры), которые привлекают внимание пользователя к нужным объектам сцены.

Метод позволяет изменить скорректировать фокус пользователя, используя оферлейный контекст в качестве инструмента управления. Поэтому он относится к методам мягкого манипулирования и обеспечивает более высокую вовлеченность и независимость пользователя. Эти функции повышают удобство использования систем на основе дополненной реальности и способствуют их внедрению на практике.

Метод может быть использован для выявления отклонений фокуса пользователя для анализа его/ее опыта.

Рассмотрим сцену s_k , где $k = 1..N^s$ номер сцены, содержащей объекты и элементы управления $w_{i,k}$, $i = 1..N_k^w$:

$$s_k = \{w_{i,k}\}. \quad (1)$$

Внимание зрителя в определенный момент времени уделяется одному или нескольким объектам. Его можно зафиксировать, отслеживая действия в пользовательском интерфейсе, или определить с помощью специальных цензоров, например айтрекера. Каждое фиксированное изменение внимания пользователя может быть описано событием, представленным булевой переменной:

$$v_{i,j,k} = v_{i,j,k}(w_{i,k}, t'_{i,j,k}) = \{0, 1\}. \quad (2)$$

Последовательность этих событий представляет фокус пользователя.

Необходимый производственный рабочий процесс формулируется по типовому сценарию:

$$c_{k,n} = \{e_{i,k,n,m}\}, \quad (3)$$

где $e_{i,k,n,m} = e_{i,k,n,m}(w_{i,k}, t_{i,k,n,m}, \Delta t_{i,k,n,m})$ является ожидаемым событием требуемого фокуса пользователя, $t_{i,k,n,m}$ - момент привлечения внимания к объекту или управления $w_{i,k}$ по сценарию $c_{k,n}$, $\Delta t_{i,k,n,m}$ - соответствующее возможное отклонение.

Анализ соответствия $e_{i,k,n,m}$ и $v_{i,j,k}$ характеризует минимум неотработанных этапов сценария:

$$K(c_{k,n}) = \sum_{i,m} e_{i,k,n,m} \cdot \left(1 - \delta \left(\sum_j v_{i,j,k} \cdot \delta(t'_{i,j,k} \in (t_{i,k,n,m}, t_{i,k,n,m} + \Delta t_{i,k,n,m})) \geq 1 \right) \right) \rightarrow 0, \quad (4)$$

$$\text{где } \delta(x) = \begin{cases} 1, x = true; \\ 0, x = false. \end{cases}$$

Предложенный метод позволяет значительно повысить удобство использования пользовательских интерфейсов. Классификация пользователей на основе анализа их поведения может быть выгодным инструментом для адаптации и персонализации пользовательских интерфейсов, особенно в таких областях, как дополненная реальность.



Литература

1. Баканов А.С., Обознов А.А. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия. - М.: Институт психологии РАН, 2011. – 176 с.
2. Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 108 с.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов
4. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2016. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем
5. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. - М.: Прогресс, 1974. – 386 с.
6. Ivaschenko A.V., Sitnikov P.V., Diyazitdinova A.R. Accented visualization application in interactive manuals for technical training and support // Journal of Physics: Conference Series 1691 (2020) 012122 IOP Publishing, 2020. – pp. 1 – 6
7. Ivaschenko A., Orlov S., Krivosheev A. Accented visualization user interfaces in augmented reality // Cyber-Physical Systems. Digital Technologies and Applications. Studies in Systems, Decision and Control. Vol. 350, Springer International Publishing, 2021. – pp. 213 – 223
8. Ivaschenko A., Krivosheev A. User experience analysis based on a virtual mark-up approach // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2021. Communications in Computer and Information Science, vol 1448. Springer, Cham. – 2021. – pp. 575 – 586

А.В. Борисова, Д.А. Попова-Коварцева

РАЗРАБОТКА БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

(Самарский университет)

Обучение в университете складывается из различных видов учебной деятельности. Процесс получения знаний подразумевает посещение лекционных занятий, получение теоретических знаний, освоение практических навыков и проверку усвоения студентами материалов курса.

Контроль полученных студентом знаний помогает взаимодействовать учащимся и преподавателям. Последние имеют возможность вести наблюдения за уровнем усвоения полученных учащимися знаний. Мониторинг за умениями, навыками и знаниями проводится для выявления отклонений от заданной цели обучения [1].



Балльно-рейтинговая система является удобным и распространенным методом оценки учебной деятельности студентов. Ее сущность состоит в том, что на протяжении семестра студент выполняет определенные виды деятельности и получает за это соответствующее количество баллов. Внедрение данной системы оценки способствует повышению прозрачности учебного процесса, мотивирует студентов к активной деятельности в течение семестра, позволяет отслеживать общую успеваемость студентов.

Балльно-рейтинговая система предусматривает наличие промежуточных контрольных точек, которые представляют собой мероприятия по оценке знаний обучающихся, для контроля над усвоением изучаемого материала. Контрольные точки позволяют объективно оценить знания и полученные навыки студентов по каждой теме или разделу, а также мотивируют обучающихся своевременно усваивать материал и проявлять активность на занятиях.

Одним из ключевых моментов в образовании является оценка результатов обучения. Рейтинг – это числовой или порядковый показатель, отображающий важность или значимость определенного объекта или явления [2].

Итоговый рейтинг по учебной дисциплине служит показателем полученных студентом знаний во время обучения и складывается из баллов, заработанных за учебные достижения по запланированным видам деятельности по дисциплине. Баллы выступают в качестве количественного показателя, отражающего уровень качества выполненной работы. Итоговый рейтинг, в свою очередь, является качественным показателем уровня знаний и степени усвоения учебного материала.

Разработанная балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов предоставляет преподавателю возможность вести успеваемость обучающихся и отслеживать прогресс освоения учебной дисциплины.

Данная система является гибким и удобным инструментом для организации процесса обучения. Система не ограничена рамками одной дисциплины или курса, а позволяет преподавателю подстроить функционал под необходимые лично для него параметры.

Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

Система состоит из подсистем, основными из которых являются:

- подсистема назначения контрольных точек, которая отвечает за добавление контрольных точек;
- подсистема назначения баллов, которая отвечает за присваивание баллов за выполнение контрольных точек;
- подсистема взаимодействия с базой данных, отвечающая за чтение и запись данных в БД.
- общие подсистемы: авторизации, файловая, справочная, подсистема экспорта данных.



Рис. 1. Структурная схема системы

Вся информация, необходимая для работы системы, хранится в базе данных. Разработка системы велась на языке программирования C#, в интегрированной среде разработки Microsoft Visual Studio 2019, для доступа к данным использовалась СУБД Microsoft SQL Server.

В системе хранятся данные о группах, списки студентов, списки контрольных точек и рейтинговая таблица. Система позволяет назначать контрольные точки, задавая дату их проведения, минимальный и максимальный балл. Типы контрольных точек, существующих в системе, также определяются преподавателем. На рисунке 2 представлен список назначенных контрольных точек.

Название	Мин.балл	Макс.балл	Дата	Тип	Действие
Л-1	1	5	10.02.2022	Л	Удалить
ЛР-1	1	10	15.02.2022	ЛР	Удалить
Л-2	1	5	16.02.2022	Л	Удалить
ЛР-2	1	10	28.02.2022	ЛР	Удалить
КР-1	1	20	10.03.2022	КР	Удалить
Л-3	1	5	12.03.2022	Л	Удалить

Обновить

Типы контрольных точек

Добавить точку

Назначить баллы

Рис. 2. Список контрольных точек



За прохождение каждой контрольной точки обучающимся назначаются баллы (рисунок 3). Список студентов можно отсортировать по группам, выбрав в выпадающем списке «Группа» нужный номер группы.

Номер	Фамилия	Имя	Балл	Действие
100	Абрамов	Кирилл	5	Удалить
101	Азаматов	Ильдар	5	Удалить
102	Андреева	Анна	5	Удалить
103	Бужлаков	Никита	5	Удалить
104	Булаткин	Сергей	5	Удалить
105	Вазюкова	Галина	5	Удалить
106	Гижевская	Валерия	0	Удалить
107	Гильмизакиров	Артем	5	Удалить
108	Иванов	Сергей	0	Удалить
109	Иноземцева	Полина	0	Удалить
110	Карпушин	Арсений	0	Удалить
111	Корчагин	Петр	0	Удалить
201	Арамян	Пилит	5	Удалить
202	Барабошкина	Анастасия	5	Удалить

Рис. 3. Назначение баллов

Группа	Фамилия	Имя	П-1	ПР-1	П-2	ПР-2	КР-1	П-3	Балл
6001	Арамян	Пилит	5	15	5	15	0	0	40
6001	Барабошкина	Анастасия	5	15	5	15	0	0	40
6001	Бреенкова	Елена	5	15	5	0	0	0	25
6001	Воробьева	Елена	5	0	0	0	0	0	5
6001	Гражданкина	Ольга	5	0	0	15	0	0	20
6001	Заманова	Анна	5	0	5	0	0	0	10
6001	Калягин	Илья	5	15	5	10	0	0	35
6001	Койбаева	Ирина	0	0	0	0	0	0	0
6001	Лебедев	Никита	5	10	5	0	0	0	20
6001	Мингулова	Ольга	0	0	0	10	0	0	10
6001	Плотников	Александр	0	5	0	5	0	0	10
6001	Фоломеева	Ирина	5	0	5	15	0	0	25
6001	Шевцова	Анастасия	0	0	0	15	0	0	15
6001	Яковлева	Светлана	0	0	0	15	0	0	15

Рис. 4. Таблица рейтинга

На основании назначенных контрольных точек система формирует рейтинг групп. Контрольные точки автоматически отсортированы по дате проведения, таким образом, в течение периода обучения виден прогресс освоения учебной дисциплины. Нажав на кнопку «Экспорт», таблица экспортируется в



файл Excel тем самым позволяя преподавателю делиться с обучающимися результатами их успеваемости. На рисунке 4 представлена таблица рейтинга.

Работа в автоматизированной системе оценки успеваемости студентов позволяет наглядно отслеживать прогресс обучающихся в освоении учебной дисциплины и планировать проведение контрольных мероприятий по оценке учебной деятельности.

Литература

1. Наумова Н. А. Система оценки качества знаний студентов в вузе [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-otsenki-kachestva-znaniy-studentov-v-vuze> (дата обращения: 07.04.2022).

2. Солонин С.И. Проектирование и разработка балльно-рейтинговой системы оценки учебной деятельности студентов по дисциплинам ООП / Солонин С.И. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2013. – 49 с.

Ю.С. Воробьева, О.А. Малаканова, Н.А. Масленкова

СЛОЖНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОНЛАЙН-ПЛОЩАДКЕ

(Самарский университет)

На сегодняшний день в глобальном масштабе сложились определённые обстоятельства, обусловленные введением карантина и наличием ограничений общественных контактов, которые привели к тому, что образовательный процесс частично или полностью перешел в онлайн-среду, что, в свою очередь, позволило практическим путем определить эффективность использования дистанционных технологий в обучении иностранному языку.

Т. А. Гольцова в своей статье «Опыт обучения иностранным языкам в ВУЗе в условиях дистанционного образования: анализ и перспективы» [2. С. 64] отмечает, что внедрение дистанционного обучения в практику обучения иностранным языкам принесло с собой множество положительных моментов.

Несмотря на все положительные моменты, использование дистанционного формата, обучение иностранным языкам несет в себе множество социологических проблем, обусловленных спецификой выбранного образовательного метода и используемых подходов к организации дистанционного образования [1].

Онлайн-платформы, направленные на изучение английского языка все различные по своему содержанию, методу подачи информации, методу взаимодействия со слушателями (самостоятельная, индивидуальная, групповая учеба), наличием или отсутствием мобильных приложений, направленностью – ориентированных только на детей или на обширную аудиторию, целью обучения – в личных бытовых целях, профессиональных, для получения языкового сертификата.

Проведенное исследование состояло из двух основных организационных



и содержательных этапов. Первый – это на основании аналитического отчета сервиса веб-аналитики SimilarWeb PRO [3], нами были получены аналитические данные по сравнению сайтов онлайн-школ для обучения английскому языку: Skyeng, Englex, EnglishDom, за период с января 2021 года по март 2021 года.

Был оценен рейтинг доменного имени вышеуказанных сайтов в сети Интернет (глобальный, национальный, отраслевой), трафик посещаемости, использования устройств, продолжительность нахождения пользователей на странице, количество уникальных пользователей, география распространения пользователей.

По показателю уровня вовлеченности пользователей, можно отметить, что Skyeng является лидером по всем показателям, а именно:

На втором этапе на основании полученных данных, были отобраны информанты для проведения эмпирического исследования сложностей, возникающих в процессе дистанционного обучения иностранному языку, в качестве которых выступили слушатели курсов английского языка на онлайн-платформе Skyeng в возрасте от 25 до 44 лет, изучающие язык в профессиональных целях. Цель социологического исследования – выявить сложности, возникающие у слушателей курсов в процессе дистанционного обучения английскому языку на платформе Skyeng. Метод сбора информации: полуформализованное интервью. Способ отбора для интервью: «метод снежного кома». Отбор информантов: целевой. Общее количество – 20 человек.

Для решения исследовательских задач по описанию основных особенностей и достоинств, а также выявлению значимых проблем и перспектив дистанционного обучения английскому языку по мнению слушателей курсов на платформе Skyeng, информантам были предложены вопросы, которые содержали просьбу описать особенности организации их образовательного процесса на платформе Skyeng, а именно: формат (индивидуальный, групповой, самостоятельный), оценить удобство пользования платформой, описать используемые устройства, возникающие технические трудности, оценить взаимодействие с преподавателем и его участие в поддержании мотивации к обучению, оценить взаимодействие с другими учащимися, оценить сложности при адаптации к дистанционному формату, а также дать оценку перспективе развития дистанционного изучения иностранного языка.

Значительные отличия в разных возрастных группах были обнаружены нами при обращении к информантам с вопросом оценить их адаптацию к дистанционной форме обучения. Большинство слушателей более молодого поколения 25-34 лет говорили о том, что для них переход на дистанционную форму оказался очень простым, в большей степени потому, что практически каждый из них уже когда-либо имел опыт дистанционного взаимодействия с собеседниками: *«Абсолютно легко, потому что у меня уже был опыт дистанционной работы, опыт дистанционного обучения и, в принципе, для меня это самый оптимальный вариант»* (А., ж., 27, фрилансер-таргетолог). При наличии затруднений в процессе адаптации, опрошенные выделяли, в основном, психоло-



гические факторы: *«Достаточно тяжело включиться, тяжело концентрироваться, потому что ты сидишь дома, тяжело общаться через компьютер, потому что всё равно создается ощущение, что ты говоришь с компьютером»* (П., м., 25, старший научный сотрудник в университете).

Среди информантов более старшего возраста 35-44 г. было отмечено наличие значительных затруднений, которые опрошенные оправдывали своим возрастом, привычкой живого общения, отсутствием опыта учебы и работы в онлайн-формате, плохой приспособленностью к современному техническому прогрессу: *«Технический прогресс это конечно хорошо, это удобно, но качество образования, непосредственно в аудитории и общение с преподавателем, коллегами, студентами, обучающимися вживую, для меня более эффективно, нежели дистанционная форма»* (В., ж, 35, директор туристической компании).

В целом, абсолютно все опрошенные указывали на большие перспективы развития дистанционного обучения иностранным языкам, считая, что в дальнейшем, не только дополнительное образование уйдет в онлайн-формат, но и возможно, высшее образование, подготовка к новым профессиям. Слушатели вне зависимости от возраста, отмеченных ими недостатков и отношению к дистанционному формату, считают, что за онлайн-обучением будущее современного образования.

Литература

1. Андреев А. А., Солдаткин В. И. Дистанционное обучение и дистанционные образовательные технологии // Журнал Cloud of Science. 2013. № 1. С. 14-20.
2. Гольцова Т. А., Проценко Е. А. Опыт дистанционного обучения иностранному языку в неязыковом ВУЗе: факты и перспективы // Ценности и смыслы. 2021. №2 (79). С. 63-77.
3. SimilarWeb PRO // similarweb.com: [сайт веб-аналитики SimilarWeb PRO]. 2021. URL: <https://account.similarweb.com> (дата обращения 22.02.2022).

Т.А. Горшкова, Д.А. Попова-Коварцева

ПРОГРАММНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

(Самарский университет)

В настоящее время английский язык является международным языком, востребованным для IT-специалистов. В основном вся документация написана на английском языке. При устройстве на работу будет большим плюсом даже базовый уровень владения английским языком. Изучать язык с преподавателем, в группах не всегда комфортно, а иногда не получается из-за графика работы или учебы, а также места проведения. В период пандемии на смену занятиям в группе пришли онлайн-занятия с преподавателем и сервисы по изучению иностранных языков самостоятельно. В таких приложениях используют различные



методики изучения английского без преподавателя. Такие сервисы могут стать прекрасным дополнением к урокам или помочь достичь определенного уровня владения языком, необходимого для общения с носителями языка.

Для эффективного изучения английского языка необходимо иметь доступ к теоретическому материалу в любое время, возможность отрабатывать приобретенные знания, а также постоянно изучать новые слова и повторять их. Разработка программного тренажера, который поможет студентам получить дополнительные теоретические знания, повторять пройденный материал, закреплять его, выполняя упражнения и используя современные методики изучения английского языка, является актуальной задачей.

Грамматика английского языка – это грамматический строй английского языка, научное исследование и описание этого грамматического строя. Предметами рассмотрения грамматики являются морфология и синтаксис данного языка.

Морфология – раздел грамматики, изучающий структуру слова, компоненты слова и их функции, правила построения и изменения слова в пределах предложения.

Синтаксис изучает структуру предложения, правила сочетания слов и построение из этих сочетаний предложения.

Лексикология – ветвь языкознания, изучающая разновидности лексических единиц языка, то есть всевозможные слова и их значения. Словарный состав называют лексикой и разделяют на две основные части [1]:

- активная лексика – те слова, которые часто употребляются в разговорной или литературной речи;
- пассивная лексика – устаревшие слова.

Разработанный программный тренажер предоставляет пользователям возможность изучения теоретической информации, выполнения заданий на изученные темы.

В системе существует каталог тем для изучения, и к каждой теме предлагаются каталоги заданий для выполнения. При регистрации пользователь указывает свой уровень владения языком. Если пользователь не знает свой уровень, он может пройти тест на его определение. Пользователь может ознакомиться со всеми каталогами заданий и темами для изучения или может посмотреть темы и задания, соответствующие его уровню. Кроме каталогов с заданиями на грамматику есть каталоги со словами для запоминания, слова также разделены по уровням владения языком. Пользователь может выбрать тему, например, «Технический английский» и выучить новые слова, а после изучения слов он может их повторить. На рисунке 1 представлен пример - страница с теоретическим материалом по теме Present Simple. После теоретического материала пользователю предлагаются каталоги заданий для закрепления материала (рисунок 1).



Материал на тему: Present Simple

Простое время в английском языке — лучший способ рассказать собеседнику о своих привычках и предпочтениях, о том, что мы умеем делать или делаем каждый день. Это одно из самых часто встречающихся времен в повседневной речи, поэтому важно понять и изучить его с самого начала. Сегодня поговорим о том, что такое Present Simple Tense, распространенные случаи употребления, узнаем основные правила образования Present Simple, какие существуют маркеры времени и рассмотрим примеры предложений.

Что такое Present Simple?

Это простое настоящее время, обозначающее действие в самом широком смысле этого слова. Одна из самых распространенных и простых форм в английском языке для описания действий. Действия могут быть связаны с привычками, хобби, ежедневным событием вроде подъема по утрам или чем-то, что случается регулярно.

Как образуется Present Simple?

Нет ничего проще, чем поставить глагол в форму Present Simple. Для этого нужно убрать у глагола в инфинитиве частицу «to» и поставить глагол после подлежащего. Это и есть основное правило Present Simple.

Утверждение:

I / We / You / They + V She / He / It + V + s (es)

1. I go to work every day — Я хожу на работу каждый день.
2. They usually play tennis every weekend — Они обычно играют в теннис каждые выходные.
3. She brings me coffee every morning — Она приносит мне кофе каждое утро.
4. It snows in winter — Зимой идет снег.

Будущие действия, которые произойдут согласно расписанию:

1. The airplane takes off at 4.30 am — Самолет взлетит в 4.30 утра
2. The train leaves at 9 pm tomorrow — Поезд отходит завтра в 9 вечера

Упражнения на тему:

[Задания на Present Simple](#)

[Слова на тему](#)

Рис. 1. Страница с теоретической информацией

Каждый каталог содержит различные типы заданий на выбранную тему. После выбора каталога пользователь переходит на страницу выполнения задания (рисунки 2, 3). В данном случае пользователь вводит ответ и проверяет его, если ответ правильный, то он может перейти к следующему заданию, если он совершит 3 ошибки, то выведется сообщение об ошибках, и пользователь будет перенаправлен на страницу с теорией для повторного изучения. Также в системе предусмотрено повышение уровня сложности заданий: если пользователь правильно решает задачи своего уровня, то уровень заданий на данную тему повысится, если же пользователь не справляется с более сложными заданиями, то уровень возвращается к прежнему.

Работа с таким тренажером поможет людям изучать английский язык, так как у них всегда будет теоретический материал для повторения и задания для закрепления, разделенные по уровням сложности. Даже пятнадцать минут в день, потраченных на занятия в таком тренажере, могут помочь улучшить уровень владения английским языком.



Теория Задания

Привет chijewskaya.tatiana@gmail.com! Выйти

I (to do) morning exercises

do

Отправить

Next

Верно!

Рис. 2. Страница с правильно решенным заданием

Теория Задания

Привет chijewskaya.tatiana@gmail.com! Выйти

He (to work) at a factory.

work

Отправить

Next

Вы совершили 3 ошибки!

Рис. 3. Страница с сообщением об ошибках

Литература

1 Грамматика английского языка [Электронный ресурс]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Грамматика_английского_языка (дата обращения: 07.04.2022).

С.Ю. Иванов, А.А. Лобанков

РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ САМОЛЕТНОГО ОТВЕТЧИКА СО-69

(Самарский университет)

На сегодняшний день требуется большое количество высококвалифицированных специалистов по ремонту, обслуживанию и эксплуатации радиооборудования самолетов, вертолетов и авиационных ракет.

Для выполнения этой задачи были созданы военные учебные заведения, которые выполняют процесс подготовки военных кадров запаса в званиях лейтенанта. В задачи радиоинженеров входит обслуживание самолета перед началом вылета, выполнения проверок работоспособности радиооборудования: комплектов и систем радиостанций, радиотехнических средств навигации самолетовождения и посадки, радиоэлектронных систем управления наведения и



целеуказания, систем радиолокационного опознавания и активного ответа, комплексов и систем РЭБ, бортовых комплексов поиска, перехвата и прицеливания.

Для выполнения задачи подготовки высококвалифицированного специалиста, который может сразу после выпуска из учебного заведения приступить к выполнению своих воинских обязанностей необходимо обеспечить высокое количество практических занятий на приборах. Выполнение данного условия требует наличие в учебных заведениях большого количества дорогостоящих стендов и приборов. В условиях пандемии процесс доступа студентов к оборудованию становится затруднительным. Для решения этой проблемы возможна разработка программных средств, эмулирующих выполнение проверки на реальных приборах. Таким образом получается обеспечить любое количество студентов необходимым количеством практики при соблюдении мер эпидемиологической обстановки.

Передо мной была поставлена задача разработать симулятор для проведения проверок работоспособности самолетного ответчика СО-69 для использования в военном учебном центре при проведении лабораторных проверок. [1] Для этого я проанализировал системы-аналоги, изучил принцип работы самолетного ответчика и приборов для проведения проверок работоспособности СО-69 и разработал систему, которая состоит из двух блоков КАСО-1 и КАСО-IV. Данные блоки позволяют взаимодействовать с самолетным ответчиком СО-69 и считывать данные при излучении и получении закодированных сигналов с помощью взаимодействия с подсистемами, которые устанавливают различные значения для тумблеров и индикаторов.



Рис. 1. Структурная схема системы

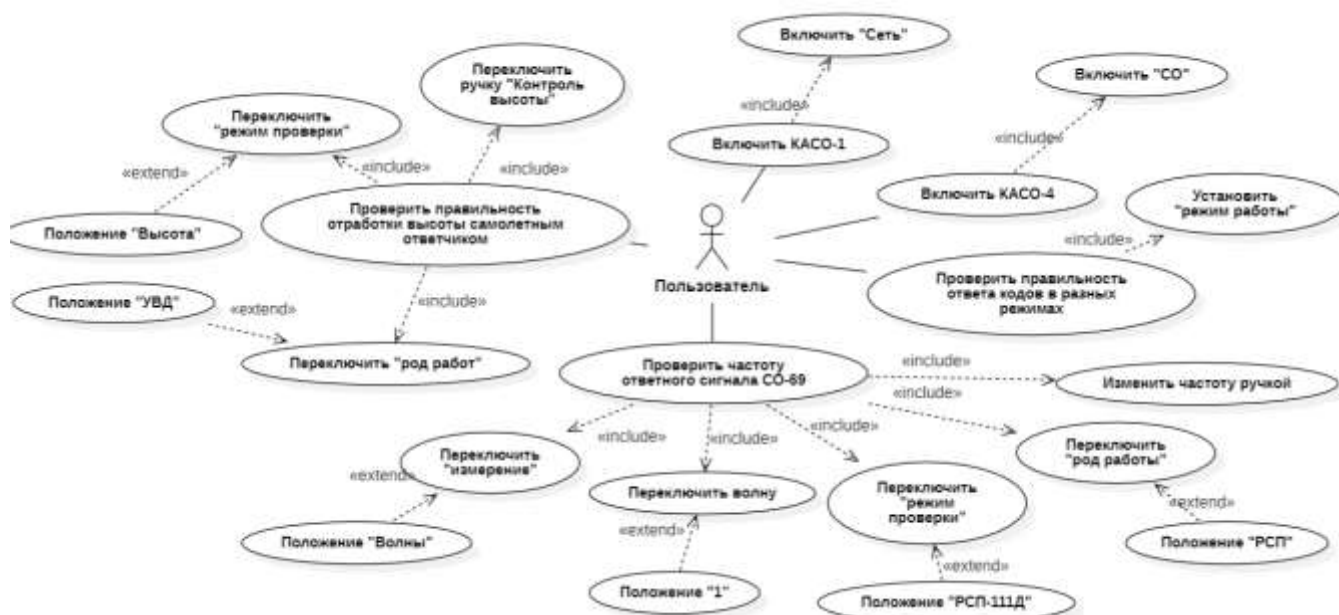


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

Разрабатываемый симулятор самолетного ответчика СО-69 с дополнительными приборами позволят курсантам следующие проверки:

- проверка работоспособности вспомогательного блока КАСО-1 с помощью системы самоконтроля;
- проверка прямого и обратного сопротивления кристаллов в вспомогательном блоке КАСО-1;
- проверка тока подпитки кристаллов;
- проверка правильности ответа кодов в режимах РСП, П-35, УВД самолетного ответчика СО-69;
- проверка наличия и времени передачи сигнала опознания;
- проверка соответствия кода номера, установленного на головке набора номера блока шифратора в режиме «УВД» прибора СО-69;
- проверка правильности отработки значения высоты самолетным ответчиком СО-69 в режиме «УВД»;
- проверка работоспособности 3-х импульсной системы подавления в режиме «УВД»;
- проверка частоты ответного сигнала станции СО-69;
- проверка мощности передатчика СО-69 по прибору КАСО-IV.

Из диаграммы вариантов использования видно, что пользователь может выполнить несколько проверок. [2] Он может проверить работоспособность прибора КАСО-1 с помощью системы самоконтроля, проверить прямое и обратное сопротивление кристаллов, проверить правильность ответов кодов в режимах РСП, П-35, УВД, проверить правильность отработки значения высоты самолетным ответчиком в режиме УВД, проверить частоты ответного сигнала станции СО-69.



Литература

- 1 Ковалев, М.А. Самолетный ответчик СО-69 [Текст]: учебное пособие / Самарс. Гос. Аэрокосмический ун-т. М.А. Ковалев. – Самара, 2003. – 48 с.
- 2 Методология объектно-ориентированного анализа и проектирования [Электронный ресурс.] URL: <https://intuit.ru/studies/courses/32/32/lecture/1000?page=2> (дата обращения 08.04.2022).

Г.С. Малахов, Е.В. Симонова

РАЗРАБОТКА ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

(Самарский университет)

Введение

Процесс обучения программированию представляет собой последовательное прохождение множества теоретических и практических блоков. В связи с этим возникает проблема систематизации и запоминания полученных знаний.

В настоящее время обучение программированию основано на использовании различных подходов и методик: книг, разрозненных статей, учебных пособий, познавательно-развлекательного контента и т.п. Вследствие этого многообразия обучающийся может получить противоречивую или даже неверную информацию. Систематизация и наглядная визуализация учебных материалов обеспечивают однозначное и согласованное представление знаний, что облегчает усвоение материала.

Постановка задачи

Образовательная платформа должна предоставлять интуитивно понятную структуру излагаемого материала, комфортный графический интерфейс, практические задания для каждой темы, обеспечивать должный уровень безопасности, возможность накопления частной и глобальной статистики, визуализировать прогресс пользователя, предоставлять возможности для социального взаимодействия и иметь динамический интерфейс.

Предлагаемые решения

Для создания прочного каркаса, на основе которого будет происходить запоминание информации, необходимо ее структурирование с возможностью визуализации [1], т.е. графическое представление информации с четко выраженной структурой. Этим требованиям отвечает диаграмма «Ментальная карта», используемая для визуальной организации информации. Ментальная карта иерархична и показывает отношения между частями целого [2]. На рисунке 1 представлен пример ментальной карты, описывающий процесс создания Web приложения по обучению программированию.



Комфортный графический стиль возможно обеспечить, используя таблицы каскадных стилей, различные языки разметки, а также фреймворки графических компонентов: Bootstrap, ApexChart, Vuetify и другие.

Для обеспечения высокого уровня знаний и проверки усвоения материала необходимо обратиться к признанным работам известных программистов. Например, для web-приложения по обучению программированию на языке Java следует использовать книгу «Java. Библиотека профессионала» Кевина Хорстманна [3]. Это позволит гарантировать качество и доступность материала в теоретических блоках.



Рис. 1. Ментальная карта процесса создания Web-приложения по обучению программированию

Любое приложение, работающее с пользовательскими данными, должно гарантировать безопасность информации, переданной пользователем. Этим требованиям отвечает открытый протокол авторизации OAuth 2.0, обеспечивающий предоставление третьей стороне ограниченного доступа к защищённым ресурсам пользователя без передачи логина и пароля [4]. В качестве системы, предоставляющей услуги аутентификации, возможно использование сервиса Google OAuth 2.0 с последующей регистрацией приложения в Google Cloud Platform, что позволит автоматизировать процесс аутентификации, используя любой из имеющихся у пользователя Google-аккаунтов.

Для хранения собранных статистических данных предлагается объектно-реляционная СУБД PostgreSQL, обладающая рядом преимуществ по сравнению с другими SQL базами данных с открытым исходным кодом (MySQL, MariaDB и Firebird): поддержка пользовательских объектов и их поведения, включая типы данных, функции, операции, домены и индексы, создание, хранение и извлечение сложных структур данных, что обеспечивает гибкость и надежность СУБД PostgreSQL [5].

Важным моментом в процессе любого обучения является прогрессивная оценка. Для этой цели была разработана система достижений, отображаемая на персональной странице пользователя. Достижения содержат информацию о том, что пользователь завершил изучение определенной главы или правильно ответил на большинство вопросов с первой попытки. Кроме достижений имеется система визуальной индикации прогресса пользователя на ментальной карте,



где зеленым цветом обозначаются вершины диаграммы, соответствующие изученным главам учебных материалов, а желтым цветом – вершины, соответствующие главам, изучение которых не завершено.

Для обеспечения социального взаимодействия была выбрана концепция социальной сети. Социальная сеть – онлайн-платформа, которая используется для общения, знакомств, создания социальных отношений между людьми, имеющими схожие интересы или офлайн-связи, а также для развлечения и работы. Были разработаны классические элементы социальных сетей: страницы пользователя, друзей, бесед и диалогов.

Архитектура приложения

Современное веб-приложение должно быть динамичным и отвечать требованиям к одностраничным приложениям. Одностраничное приложение (Single Page Application (SPA)) – это веб-приложение или веб-сайт, использующий единственный HTML-документ как оболочку для всех веб-страниц и организующий взаимодействие с пользователем через динамически подгружаемые HTML, CSS, JavaScript, обычно посредством AJAX. Для этого следует использовать соответствующие фреймворки.

Для структурирования приложения подходит фреймворк Vue.js, который является только слоем представления, поэтому его можно использовать непосредственно на странице приложения вместо полномасштабного фреймворка. Это дает больше возможностей для сочетания Vue с другими библиотеками, но за архитектурные решения отвечает программист, например, ядро Vue.js не включает маршрутизацию или ajax-функции, и, как правило, предполагает, что приложение реализуется с использованием внешнего модуля [6].

Серверная сторона должна обеспечивать декларативное, производительное и легко настраиваемое функционирование со всеми вышеперечисленными блоками системы. С этими задачами может справиться Spring, рассматриваемый как коллекция меньших фреймворков или фреймворков во фреймворке. Большинство этих фреймворков может работать независимо друг от друга, однако они обеспечивают большую функциональность при совместном использовании.

Эти фреймворки являются структурными элементами типовых комплексных приложений:

- Контейнер Inversion of Control – обеспечивает делегированное (фреймворку) конфигурирование компонентов приложений и управление жизненным циклом Java-объектов.
- Фреймворк доступа к данным – работает с системами управления реляционными базами данных на Java-платформе, используя JDBC- и ORM-средства и обеспечивая решение задач, которые повторяются в большом числе Java-based environments.
- Фреймворк управления транзакциями – обеспечивает координацию различных API управления транзакциями и инструментарий настраиваемого управления транзакциями для объектов Java.



- Фреймворк MVC – предоставляет каркас, основанный на HTTP и сервлетах, дающий множество возможностей для расширения и настройки (customization) [7].

Реализация

На рисунках 2-5 представлена последовательность работы с веб приложением для обучения программированию.

На рисунке 2 показана динамическая ментальная карта с визуальной индикацией пройденных тем:

- Введение в язык Java.
- Основные языковые конструкции Java.
- Объекты и классы.
- Наследование.
- Интерфейсы, лямбда-выражения и внутренние классы.
- Исключения, утверждения и протоколирование.
- Обобщенное программирование.
- Коллекции.
- Параллелизм.
- Потоки данных.
- Ввод и вывод.
- XML.
- Модульная система на платформе Java.



Рис. 2. Динамическая ментальная карта с визуальной индикацией пройденных тем



При переходе с динамической ментальной карты открывается окно, в котором отображается тема, выбранная для изучения (рисунок 3).

После изучения темы обучаемому предлагается выполнить задания для проверки полученных знаний (рисунок 4).

По результатам обучения пользователю предоставляется статистика (рисунок 5).

Типы предоставляемой статистики:

- Количество попыток решения и количество тем в главе.
- Процент правильных ответов при выполнении заданий во всех главах.
- Время, затраченное на изучение каждой главы обучаемым и другими пользователями.
- Процентное соотношение правильных решений обучаемого и среднего значения результатов других пользователей.

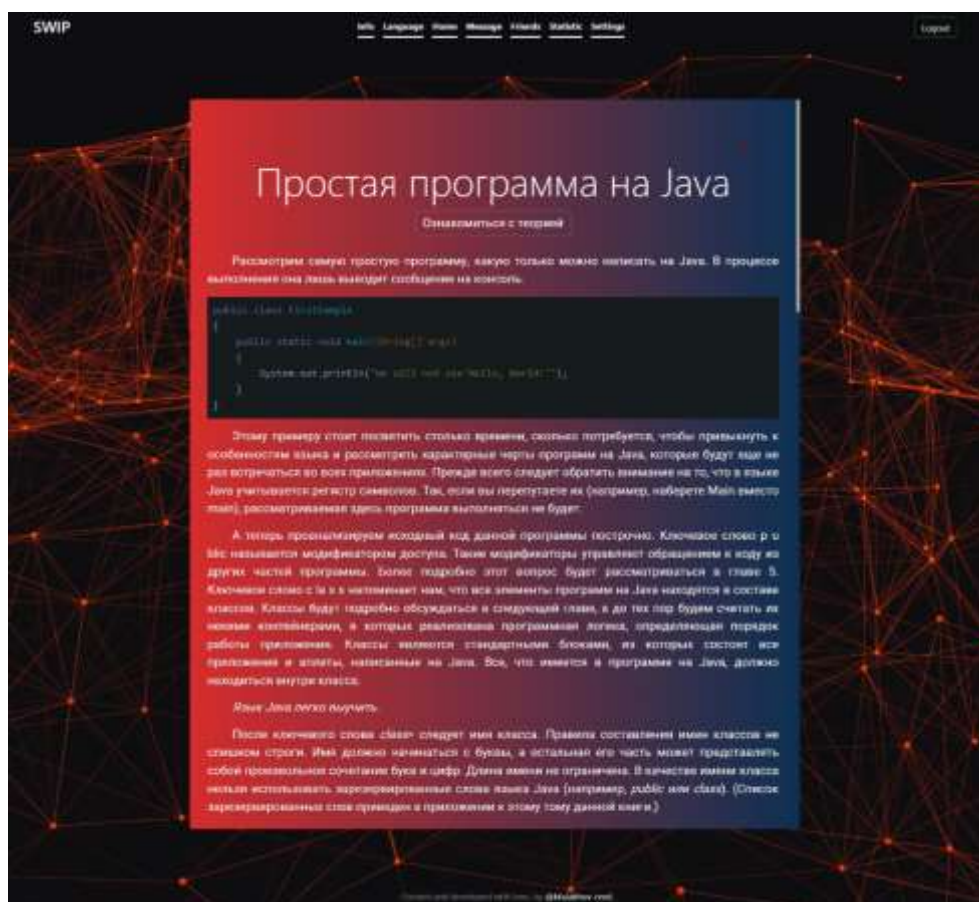


Рис. 3. Тема «Пример простой программы на Java»

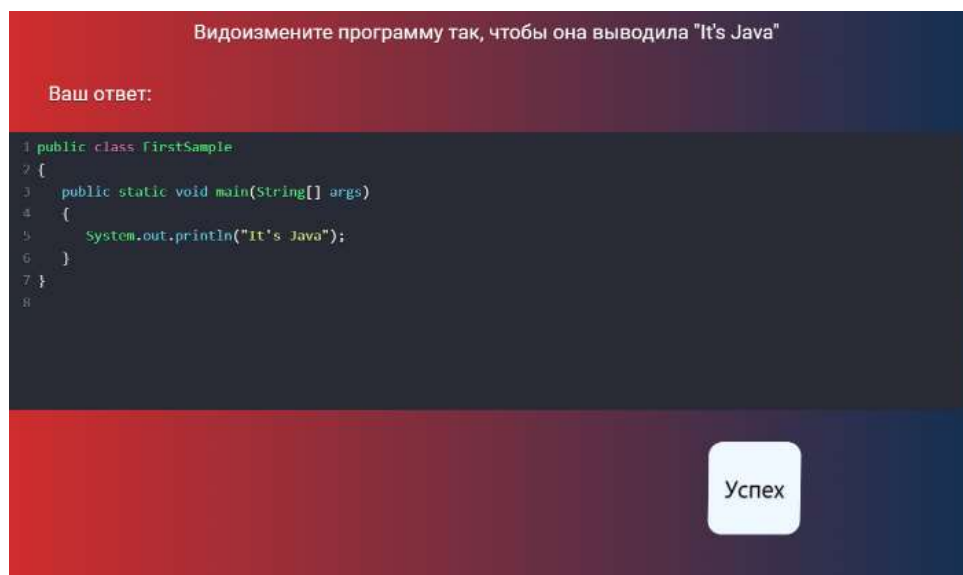


Рис. 4. Результаты правильного выполнения задания

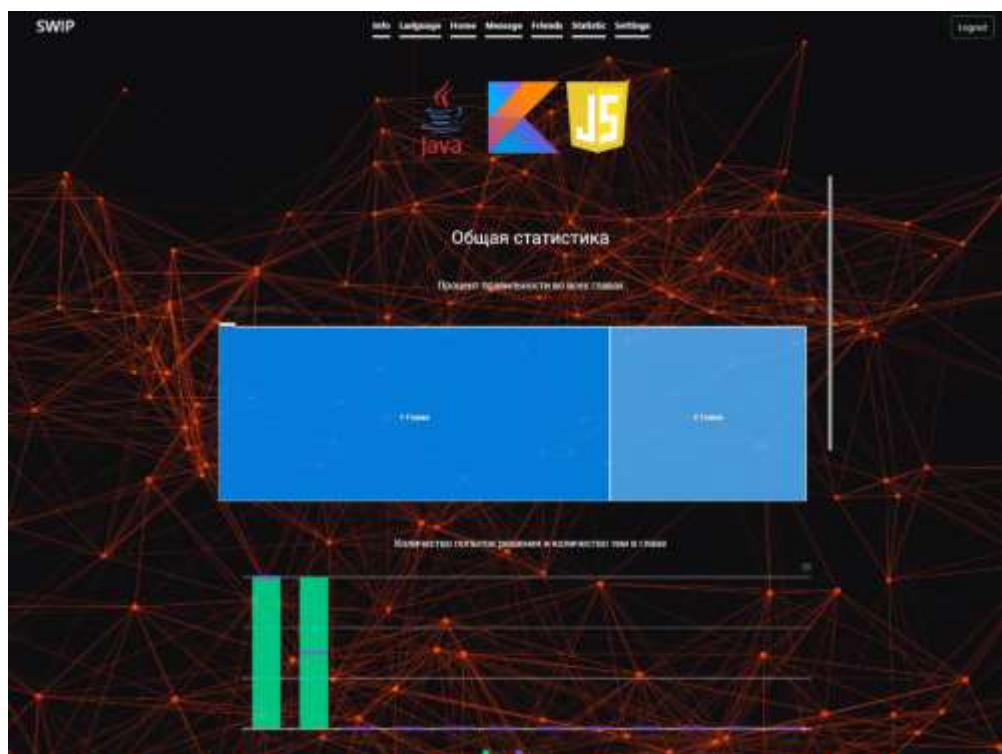


Рис. 6. Статистика, предоставляемая пользователю

У каждого пользователя имеется своя страница-блог для взаимодействия с другими пользователями и написания статей. Обучаемые могут организовать чат для обсуждения заданий и консультации с другими пользователями по возникшим вопросам.

Заключение

Таким образом, разработанное веб-приложение предоставляет необходимую функциональность для обучения программированию.



Литература

1. Структурирование информации: понятие и виды, модели и примеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Структурирование информации: понятие и виды, модели и примеры](#)
2. Ментальная карта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ментальная карта](#)
3. Core Java Volume I Volume II Fundamentals Advanced Topics 12th Edition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Core Java Volume I Volume II](#)
4. OAuth [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [OAuth](#)
5. Чем PostgreSQL лучше других SQL БД с открытым исходным кодом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/282764/>
6. Vue [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [Vue](#)
7. Spring Framework [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [Spring Framework](#)

А.Д. Черкасов, А.А. Лобанков

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ

(Самарский университет)

Качество студенческой работы зависит от многих показателей, главными из которых являются своевременное выполнение студентом этапов работы, а также обратная связь от преподавателя [1]. Также, поэтапное выполнение работы помогает студенту правильно распоряжаться своим временем и не терять мотивацию, так как он постоянно будет думать о том, что ему необходимо сдать следующую «контрольную точку». При использовании такого подхода, можно свести к минимуму такие ситуации, при которых выпускник откладывает выполнение работы на последний момент, а потом не успевает ее сделать. Особенно это актуально при выполнении объемной работы, такой как выпускная квалификационная работа. Таким образом, последовательное написание работы студентом и своевременная проверка каждого этапа преподавателем позволяет получить качественную работу.

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы для обсуждения и оценивания студенческих работ, с помощью которой можно согласовывать темы работ, а также поэтапно обсуждать и оценивать прогресс выполнения работы. Гибкость данной системы позволит использовать ее для обсуждения и оценивания выпускных квалификационных работ, лабораторных и курсовых работ, а также других видов работ.

Разрабатываемая система представляет собой веб-приложение. Она предоставляет функции для того, чтобы разбить большую задачу на этапы, каждый из которых имеет дату крайнего срока сдачи, а также, функции для по-



лучения обратной связи от преподавателя. Структурная схема данной системы представлена на рисунке 1.

Система состоит из клиентской и серверной части. Клиентская часть выступает интерфейсом для пользователя, на которой он может составлять модули, состоящие из заданий. Серверная часть служит для выполнения основных функций, таких как сохранение необходимых данных, авторизации и регистрации пользователя, отправки и приема сообщений (для online чата). Кроме того, серверная часть взаимодействует с сервером базы данных, посредством SQL запросов. SQL или Structured Query Language (язык структурированных запросов) – язык программирования, предназначенный для управления данными в СУБД [2]. Взаимодействие между клиентской и серверной частью происходит по протоколу HTTP. HTTP (HyperText Transfer Protocol — протокол передачи гипертекста) – символично-ориентированный клиент-серверный протокол прикладного уровня без сохранения состояния, используемый сервисом World Wide Web [3].



Рис. 1. Структурная схема системы

За составление заданий и модулей отвечает подсистема создания модулей. Она связана с подсистемой ввода данных, с помощью которой пользователь производит любой ввод данных, например, при создании модуля. Подсистема валидации служит для проверки пользовательского ввода на корректность. Для идентификации пользователя в системе, а также для правильной настройки интерфейса на роль пользователя используется подсистема аутентификации и авторизации. Для работы online чата в системе предусмотрена подсистема приема и отправки сообщений. Загрузка решений пользователей производится с помощью подсистемы загрузки файлов. Кроме того, все серверные подсистемы связаны с базой данных, которая и хранит всю информацию.



На рисунке 2 представлена страница создания модуля. Как видно из рисунка, для того чтобы преподаватель смог создать модуль, ему необходимо ввести его название и количество заданий, назначить исполнителей (студентов) и проверяющих (преподавателей). Кроме того, преподаватель должен заполнить всю необходимую информацию по каждому заданию.

Как только преподаватель создал модуль, он становится доступным для назначенных студентов. Студенты, в свою очередь, могут оставить ответы в виде текста, либо загрузить файлы. Модальное окно для загрузки решений представлено на рисунке 3.

Выход Чат Статистика Модули Согласование Профиль

Модули

ФИИТ бакалавры web

- 1. Согласование темы
- 2. UML - проект
- 3. Программная реализация
- 4. Итоговая записка

ФИИТ магистры

Создание модуля

Название модуля

Количество заданий: 1

Название 1 задания

Описание 1 задания

Дедлайн: 21.06.2022

Тип оценивания: Зачет Оценка

Исполняющие: Добавить +

Проверяющие: Добавить +

Создать

Рис. 2. Страница создания модуля

Выход Чат Статистика Задания Профиль

Модуль: ФИИТ бакалавры web

Задание 1. Согласование темы

Ваш ответ:

Прикрепленные файлы: -

Прикрепить файл Отправить

Рис. 3. Модальное окно для загрузки решений



После того, как преподаватель создал модуль, а студент выполнил какую-либо из его частей, преподаватель может посмотреть решение студента, выставить оценку (зачет), либо вернуть решение на доработку. Также преподаватель может оставить обратную связь к решению студента в виде комментария. Модальное окно, предоставляющее данные возможности представлено на рисунке 4.

Рис. 4. Модальное окно согласования решений

Таким образом, разработанная система решает поставленные задачи обсуждения и оценивания студенческих работ. Использование данной системы преподавателями и студентами позволит минимизировать случаи неуспешной сдачи работ, таких как выпускные квалификационные работы, курсовые и лабораторные работы, а также другие виды работ.

Литература

- 1 Обратная связь преподавателя и студента [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obratnaya-svyaz-v-pedagogicheskom-vzaimodeystvii-prepodavatelya-i-studenta> (дата обращения: 04.04.2022).
- 2 Язык запросов SQL [Электронный ресурс]. URL: <https://htmlacademy.ru/tutorial/php/sql> (дата обращения: 04.04.2022).
- 3 Основа www: протокол HTTP [Электронный ресурс]. URL: <https://www.4stud.info/web-programming/protocol-http.html> (дата обращения: 04.04.2022).



Е.Е. Ярославкина, В.В. Муратова

МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

(Самарский государственный технический университет)

Для концепции построения перехода к цифровой системе образования необходимо предлагается рассмотреть следующую модель. Система рассматривается и предусматривает подготовку обучающихся по специальностям ИТ-направлений и специальностей не связанных с ИТ-технологиями.

Модель предусматривает получение дополнительного образования по ИТ сфере в рамках основной образовательной программы с получением дополнительных компетенций на каждом году обучения, а также с выстраиванием индивидуальной образовательной технологии под каждого обучающегося.

Индивидуализация процесса обучения придает осмысленность учебным действиям за счет возможности выбора того или иного типа действия, привнесения личных смыслов в учебный процесс, а также формулирования собственного образовательного заказа и видения своих образовательных перспектив. Видение перспектив довольно значимо для проектирования и реализации индивидуальных образовательных траекторий обучающихся в условиях непрерывного образования [1].

На рис. 1 рассмотрена следующая модель внедрения и выстраивания индивидуальных траекторий сквозных технологий цифровой экономики (Рис.1).



Рис. 1. Модель построения цифровой трансформации в университете

Первый блок подразумевает подготовку по освоению цифровых компетенций на базе основных курсов образовательной программы, которые соответствуют специальности. Выбор элективных дисциплин студент осуществляет в личном кабинете, что очень удобно и наглядно.



Блок мобильности подбирается студентом самостоятельно или с помощью наставника, научного руководителя. Данный блок состоит из нескольких связанных дисциплин, направленных на освоение дополнительных компетенций из неосновных предметных областей. Блок мобильности реализуется по смешанной технологии обучения.

Онлайн-подготовка, представляется возможность обучение с использованием онлайн-курсов, разработанных на платформе университета, так и на платформах других вузов, в том числе и зарубежных.

В рамках реализации данной модели предлагается внедрение 5 базовых направлений подготовки специалистов в области сквозных технологий цифровой экономики. Для каждого направления будут разработаны свои модули, позволяющие провести модернизацию образовательных программ на всех уровнях подготовки, включая бакалавриат, магистратуру и профессиональную переподготовку, в соответствии с запросами на необходимые цифровые компетенции.

Данные направления не ориентированы на профильную подготовку специалистов по информатике и информационным технологиям, однако могут также входить в состав соответствующих образовательных программ. В этом случае они будут предусматривать углублённое изучение дисциплин, связанных с практическим использованием информационных технологий цифровой трансформации на практике.

Модель концепции построения индивидуальных траекторий, основывается на мобильности построения. Каждый модуль цифровых технологий ориентирован на 16 академических часов и заканчивается выдачей сертификата повышения квалификации при нежелании дальнейшего обучения.

Отдельным этапом рассматривается возможность перезачета дисциплин учебного плана основной образовательной программы, прошедшими модулями. Данный перезачет организуется аттестационными комиссиями по направлению укрупнённой группы специальностей.

При успешном прохождении обучения и положительной защите итоговой работы по траектории, совместно с основным дипломом высшего образования выдаётся удостоверение о переподготовке на 250 часов, с присвоением квалификации.

Заключение

В результате внедрения данной модели цифрового образования планируется подготовка более 1000 специалистов в области сквозных технологий цифровой экономики ежегодно, способных к реализации творческих способностей в области инженерных наук в современной информационно-коммуникационной среде. Это позволит в значительной мере снизить проблему кадрового дефицита на рынке труда, которая в настоящее время остро стоит практически во всех областях, связанных с использованием цифровых технологий.



Литература

1. Шапошникова Н.Ю. Индивидуальная образовательная траектория студента: анализ трактовок понятия // Педагогическое образование в России. 2015. № 5, С. 39-44

Д.В. Яцкевич, Д.А. Попова-Коварцева

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ПО ОБМЕНУ И ПРОДАЖЕ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

(Самарский университет)

Ежегодно огромное количество студентов поступая в университет сталкиваются с необходимостью приобретения учебной литературы. Однако, после завершения обучения часть имеющихся книг становится ненужной. Данная литература без пользы занимает место на полках, в то время как может пригодиться другим студентам.

В наше время существует много различных площадок для продажи самых разных вещей, где один человек может продать вещь другому почти без посредников. Однако, для данной задачи у всех подобных площадок будет один ключевой недостаток – слишком большая аудитория для узконаправленного объявления. Объявление может оставаться незамеченным месяцами. Именно это отличие и будет являться главной особенностью данного сервиса.

Целевая аудитория разработанного сервиса – студенты одного университета, то есть люди, которым нужна в точности такая же литература, которая уже была куплена студентами старшего курса. Таким образом, данный сервис предоставит студентам университета удобную возможность быстро находить интересующие их предложения в плане покупки и продажи нужной литературы.

На рисунке 1 приведена структурная схема разработанной системы, она построена с использованием трехзвенной клиент-серверной архитектуры «клиент – сервер – БД» [1]. На серверной части расположены подсистемы, которые выполняют основную логику системы и взаимодействие с БД. На клиентской части расположены подсистемы: подсистема взаимодействия с серверной частью, подсистема пользователя, подсистема взаимодействия пользователей и подсистема авторизации.

На рисунке 2 представлена диаграмма вариантов использования, которая отражает функциональные возможности системы. Сначала пользователь должен пройти авторизацию, если у него уже существует аккаунт, если же аккаунта нет, то пользователю необходимо пройти регистрацию, после чего он сможет зайти в систему. После успешной авторизации пользователь сможет получить доступ к основным функциям сайта, а именно к работе с объявлениями и чату с другими пользователями сайта.

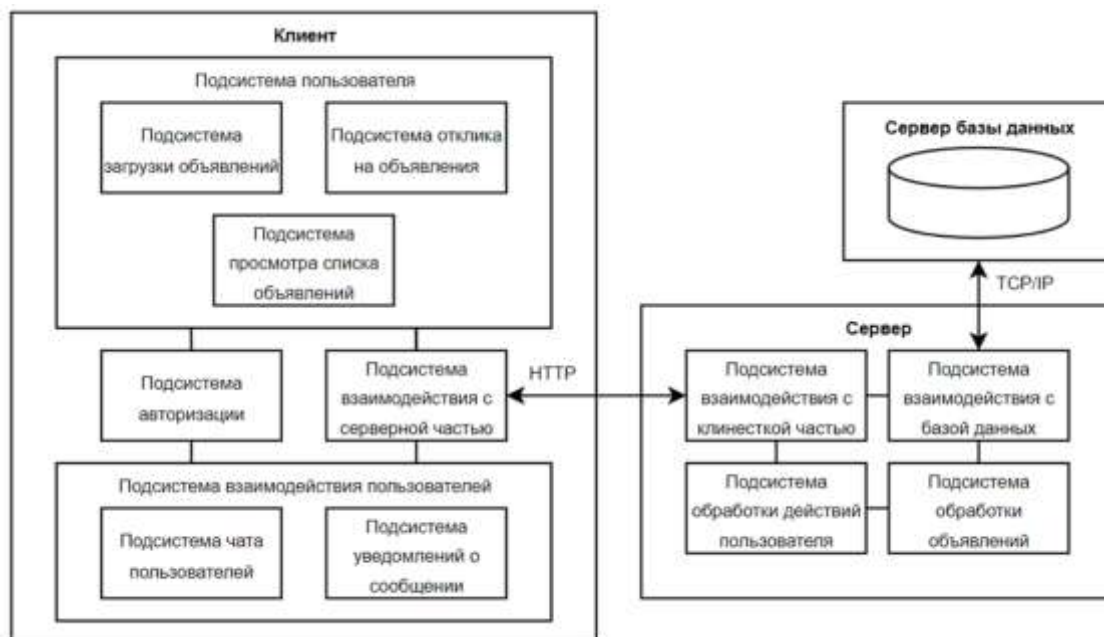


Рис. 1. Структурная схема сервиса

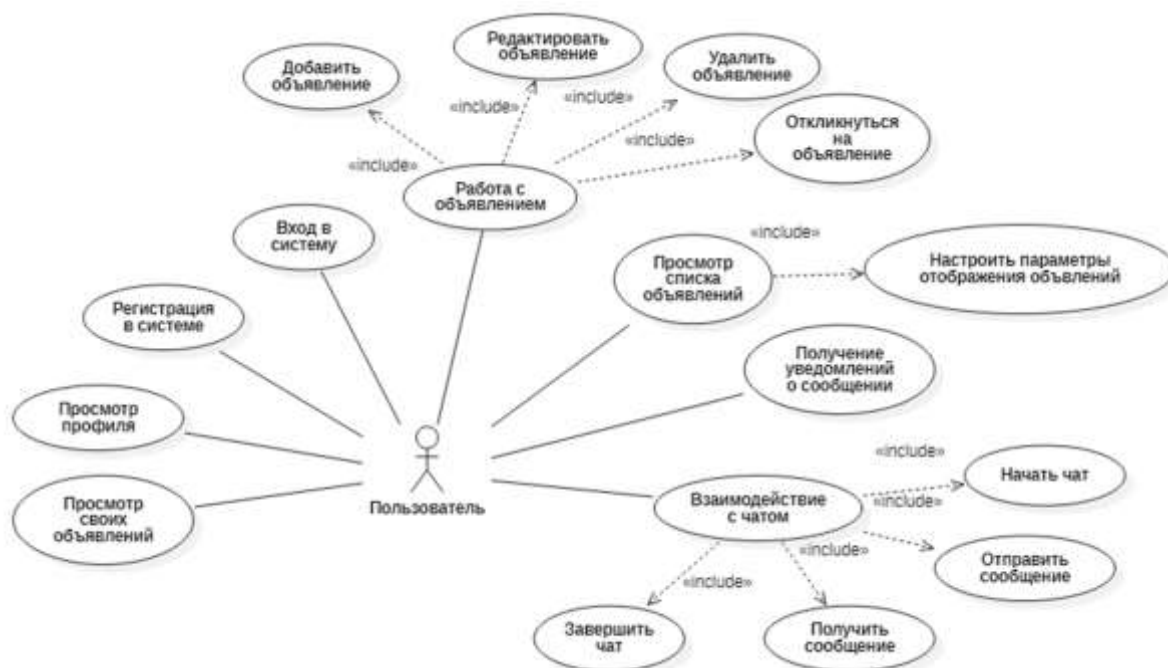


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования системы

На рисунке 3 приведена главная форма системы, на данной странице есть возможность просмотреть все представленные в приложении книги, отфильтровать их по различным критериям, перейти к просмотру отдельной книги и открыть чат, в котором можно обсудить покупку или обмен книги с продавцом. Критерии отбора книг могут быть следующими: курс, на котором изучается данная литература, предмет и формат обмена (даром, обмен или продажа). Также в функционал системы входит добавление нового объявления авторизованным пользователем и редактирование или удаление уже выставленного объявления.

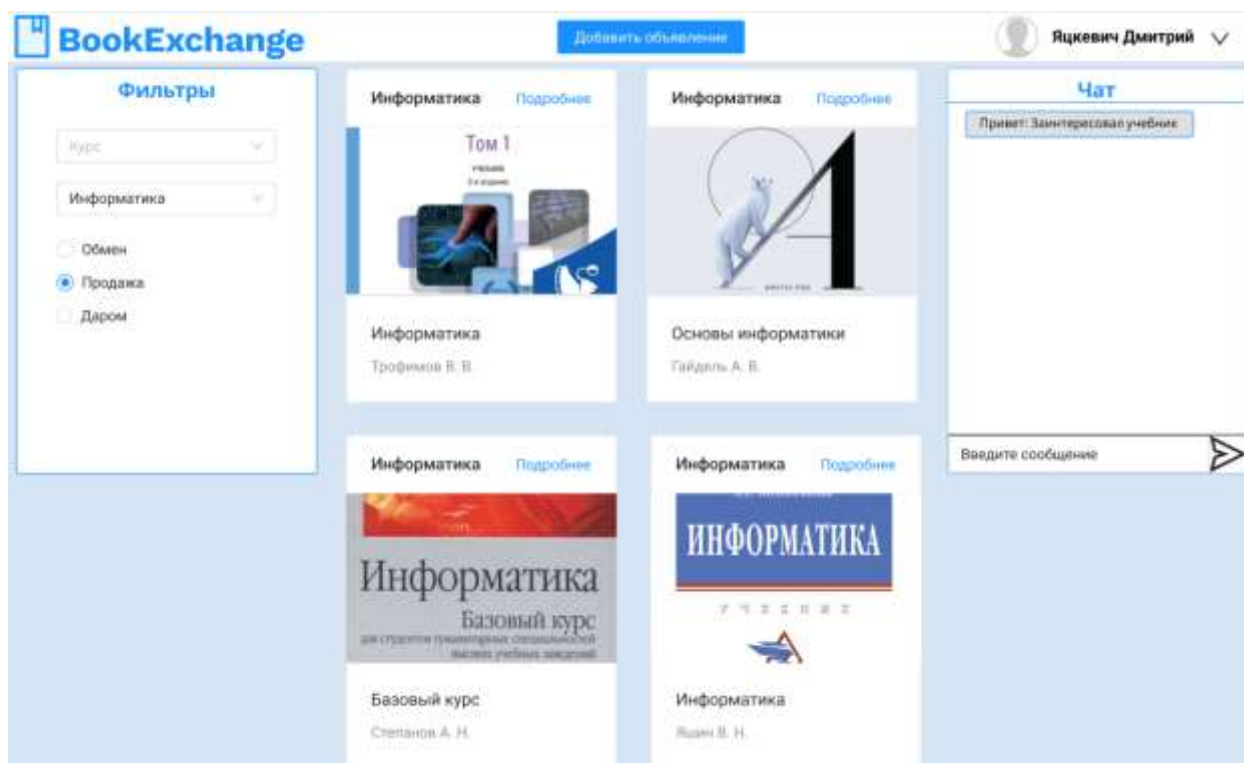


Рис. 3. Главная форма системы

Данный сервис помогает студентам более эффективно обмениваться учебной литературой, приобретая её или принимая в дар.

Литература

1. Архитектура «Клиент-Сервер» [Электронный ресурс]. URL: <https://itelon.ru/blog/arkhitektura-klient-server/> (дата обращения: 02.04.2022).



ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТРАНСГУМАНИЗМ

А.Н. Атяскина

МИФ В ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ «ФАНТАСТИЧЕСКОЕ»

(Самарский университет)

Статья посвящена анализу статуса мифа в категории «фантастического». Для современного исследователя и читателя мифология является чем-то противоположным к современным научно-фантастическим сценариям в литературе, поэтому актуальность данной работы определяется рассмотрением реального статуса мифа в современной культуре. Цель данной работы — показать, каким образом и для чего миф используется в научно-фантастической литературе.

Научно-фантастическая литература «представляет собой квинтэссенцию всякой литературы, ибо в ней свойственное всей литературе оспаривание границы между реальным и ирреальным происходит совершенно эксплицитно и оказывается в центре внимания. С другой стороны, она служит всего лишь пропедевтическим курсом, введением в литературу: борясь с метафизикой обыденного языка, она дает ей жизнь; она должна исходить из языка, даже если потом она его отвергает» [1, с.126].

Понятие фантастического относится к неклассическим категориям эстетики, но, при этом, имеет обширную историю осмысления в литературе и философии. Эстетика фантастического в художественной литературе XX века была подробно проанализировано в статье «Фантастическое как теоретико-литературная и эстетическая категория», в которой авторы рассматривают категорию фантастического в рамках инверсии слова и поэтике допущения: «если народные сказки и возникают обычно в народной среде, допускающей реальное существование ведьм и домовых, то продолжают свое существование уже в качестве некоторой сознательной иллюзии, где мифологическая система или фантастическое миропонимание присутствует как некоторая иллюзорная гипотеза» [2, с.35].

Согласно тезису Цветана Тодорова, литература XX века испытывает прежде всего самого читателя, создавая колебания между онтологической составляющей и моральными установками себя и героя, ставя читателя в ситуацию вынужденной адаптации к сверхъестественному, принимая его в качестве основного принципа устройства вселенной, в которой существует литературный персонаж.



Смысл фантастического в том, что оно использует миф как инструмент, для создания исторического, при этом, отрицая историзм и создавая вневременные сюжеты. Таким образом, фантастическое создает альтернативные миры и истории, дополняющие реальность и допускающих свое существование при определенных условиях, сохраняя, при этом, однолинейность времени. Таким образом, миф является инструментом для фантастического.

Миф есть архаичная форма осмысления действительности, первичная в акте сознания и форм мышления, непосредственно влияющая на социализацию человека и удовлетворяющая его потребности в понимании и освоении мира. Склонность к мифологизации не оставляла человека в процессе его развития; это есть первичная, априорная форма человеческого мышления. При обращении к мифу мы ставим перед собой определенные цели для преобразования действительности, путём трансформации реальных факторов в метафизическую «утопию», которую не можем достичь каким-либо другим путём, что и является одной из причин такого универсального использования мифа. Согласно концепции А.Лосева, миф является самодостаточным, независимым от остальных форм мышления явлением и представляет собой базовую конструкцию для любого вида человеческой деятельности; он не имеет формы, границ или каких-либо рамок. Наука не рождается из мифа, но она всегда мифологична. В конечном итоге, значимой является лишь борьба одного «мифа» с другим, в которой побеждает тот, кто имеет за собой больше последователей. Мир, созданный мифом и познаваемый через миф, совпадает с существующим внешним миром с различием в интерпретации и ценностных суждениях объективных явлений; миф определяет, что есть объект в рамках наиболее удобного способа интерпретации действительности.

Миф непосредственно связан с человеком. Для человеческого сознания свойственно онтологизировать мифы, так как для него это является попыткой примирения с окружающей его действительностью, а также одной из доступных каждому формой познавательного процесса. Пытаясь искоренить миф из своего сознания, человек порождает лишь новые терминологию и дефиниции мифа, что, по сути, является лишь заменой содержания, но никак не изменение формы и сущности самого мифа, его мифичности. Бессмысленно совершать попытку отрицание того, что уже интуитивно присутствует в самом сознании. «Миф, если выключить из него всякое поэтическое содержание, есть не что иное, как только общее простейшее, до-рефлексивное, интуитивное взаимодействие человека с вещами. Каждый звук, цвет, каждые вкусовые качества уже несомненно обладают мифическими свойствами. Так краски кажутся холодными, теплыми, жесткими, мягкими, а звуки - острыми, тяжелыми, легкими» ^[3, с.76].

Сам миф следует понимать только через миф, так как он становится недоступным в рамках других форм познания. Используя субъективно-дивинаторный способ интерпретации, мы выясняем генезис содержащихся в речи говорящего мыслей и их воздействия на него, что наиболее актуально при толковании мифа. Появление мифа предшествует появлению знаковой системы



и языка, но, тем не менее, миф структурирует и адаптирует реальность человека эпохи архаики. Любая интерпретация происходит в акте либо социального, либо индивидуального мышления.

Согласно О.М.Фрейденберг, «мифология – выражение единственно возможного познания, которое еще не ставит вопросов о достоверности того, что познает, а потому и не добивается ее» ^[4, с.15], то есть миф осуществляет естественную для человека потребность в метафизическом доопытном знании. При этом, в отличие от религии, здесь фигурирует бессознательная вера, которая еще не формирует сомнения относительно её достоверности. Миф не является осознанной верой, но есть вера бессознательная, максимально совпадающая с понятием идеала субъекта. Миф, по мысли А.Лосева, не является идеей о бытии. Для мифологического сознания миф есть сама жизнь. «Миф не есть бытие идеальное, но жизненно ощущаемая и творимая, вещественная реальность и телесная, до животности телесная действительность» ^[5, с.147]. В человеке есть воля к априорному и апостериорному знанию; деятельность рассудка и разума составляет апостериорное знание, а доопытно человек стремится к познанию «изначальной силы», которое в дальнейшем не может быть выражено через какую-либо форму или содержание.

Связь фантастической литературы и архаического мифа, а конкретно первобытного анимизма, подробно рассматривалась в статье З.Фрейда «Жуткое», на примере работы Э.Т.В.Гофмана «Песочный человек». По мысли автора, раннее человеческое сознание соответствует фантастическому сознанию писателей на основе инфантильного нарциссизма, понимающего все объектные отношения в качестве субъектных. Человек эпохи архаики воспринимает реальность как нечто конечное и неизменяемое, некий идеальный акт творения, одинаково переживаемый в хронологической исторической линейности. Историзируя мифологические сюжеты, он создает идеальную, раз и навсегда заданную вселенную, в которой физические тела и социальные отношения спиритуализируются и наделяются особым значением. Он придает определенный смысл всему, происходящему в действительности, при этом, этот смысл, оторванный от контекста, может казаться абсурдным или фантастическим: «Quasi-историзм примордиальной социокультуры не предусматривает таких человеческих акций, которые были бы гетерогенетичны по сравнению с омнигенезисом, живописуемым в мифах. Одношаговая история то, что было, есть и будет» ^[6]. Мифы не позволяют изменять историю каким-либо образом, и единственное, что является допустимым для мифологического сознания – это воспроизведение этих сюжетов. Фантастика заимствует мифологемы вне их архаичной аутентичности, используя мифические сюжеты из универсальных методов по описанию устройства Вселенной в личной и индивидуализированной ситуации (Ф.Кафка).

Таким образом, эстетика сверхъестественного в литературе, прежде всего отсылает читателя к его собственному аффективному опыту, заставляя его, с одной стороны, рефлексировать на тему своего собственного бытия, с другой,



по мысли М.Мамардашвили, позволяя освободиться от судороги тождества с самим собой, чтобы осмыслить себя в рамках опыта Другого.

Литература

1. Тодоров Ц. Введение в фантастическую литературу. - М.: Дом интеллектуальной книги, 1999. 144 с.
2. Малкина В. Гротескное и фантастическое в культуре: визуальные аспекты. Сборник статей. М.: «Издательские решения», 2017. 147 с.
3. Лосев А.Ф. Философия. Мифология. Культура. - М.: Политиздат, 1991. 525 с.
4. Фрейденберг, О. М. Миф и литература древности. - М.: «Восточная литература», 1978. С. 15.
5. Лосев А. Диалектика мифа. - М.: «Правда», 1990. 559 с.
6. Смирнов Игорь Павлович Фантастическое как (сверх)жанр // Новый филологический вестник. 2007. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fantasticheskoe-kak-sverh-zhanr> (дата обращения: 21.03.2020).

И.А. Гапаров

К ВОПРОСУ О СООТНОШЕНИИ ПОНЯТИЙ ПОЛЬЗЫ И ЦЕННОСТИ¹

(Самарский университет)

В условиях постмодернистской философии и культурного плюрализма вопрос о соотношении понятий пользы и ценности является значимым для творческой (технической) деятельности. «Польза» задает «здравый смысл», определенный ещё Т. Ридом как способность суждения и совокупность изначальных первых принципов, структурирующих человеческое сознание и определяющих восприятие человеком мира, а также его поведение и отношение к другим людям [8]. «Ценностью» определяются пределы целесообразности, мыслимые по меркам разума. Располагая данными понятиями, человек остается разумным существом. Правда данный факт, по всей видимости, игнорируют современные мыслители, упорно настаивающие на индифферентности понятий. Не находя им места в семиотической структуре, они впадают в онтологические, эпистемологические, праксеологические затруднения, начинают относиться пристрастно к их значениям. Если же возникает логическое противоречие, то пытаются уверовать сами и убедить других, что виной всему языковые игры.

Подобный подход к понятиям пользы и ценности считается неуместным. Располагая доступными интеллектуальными ресурсами, необходимо устранить

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-011-00462 А "Философия техники Фридриха Дессауэра: эпистемология и антропология реалистской теории творчества"



неопределенность и вернуть понятиям свое место в философии. Для этого необходимо обратиться к основаниям, которые могут помочь прояснить устройство «пользы» и «ценности».

Для начала нужно попытаться окинуть взором первое основание. По своей структуре оно является сложным, поскольку представляет «семиозис» (процесс знакообразования). Он состоит из трех взаимосвязанных друг с другом измерений, каждое из которых особым образом влияет на устройство и назначение понятия. При этом каждое из исследуемых понятий является выражением определенного аспекта семиозиса (синтактики, семантики и прагматики). Получается, понятие ценности отражает семантическое отношение к определенному аспекту реальности, определяемому значимостью идеи для мыслящего существа. Из этого же следует, что «ценность» является не имманентной, но трансцендентной. Как верно подмечает Г. Риккерт, она «вне-временна, независима от всякого индивидуального содержания сознания, которое мы представляем и которое, как временной образ, должно иметь начало» [9, с. 86]. В то же время сущность ценности в ее значимости, а не в фактичности, поскольку фактичен только носитель ценности. Понятие пользы, напротив, задает прагматическое отношение. Оно отображает связь воплощаемого и воплощенного. Наиболее полно подобный подход к «пользе» раскрыт в трудах П.К. Энгельмейера. По его мнению, «польза» имманентна, тесно связана с жизнью всякого разумного существа. Воплощенная в технике, она «облегчает достижение поставленной цели» [10, с. 30] посредством увеличения производительности труда. Сообразуясь с первоначально заданным основанием, можно отметить, что если «ценность» связана с метафизическим поиском, направленным на извлечение смысловых и значимых напластований как мыслимой, так и немислимой реальности (Г. Риккерт), то понятие пользы — с исполнением или реализацией того, что дано в проекте или не имеет материального выражения (П.К. Энгельмейер).

Поскольку семантическое измерение имеет «дело с отношением знаков к их десигнатам и тем самым к объектам, которые они обозначают (денотируют) или могут обозначать (денотировать)» [4, с. 55], «ценность» вбирает в себя аспекты данного отношения. Она является знаком, отсылающим к чувственно-воспринимаемому субстрату и совокупности условий, имеющих материальное выражение. Для лучшего уяснения того, что же под этим подразумевается, можно привести в пример моральную ценность долга. Под ней понимается «необходимость совершения того или иного действия из чистого уважения к нравственному закону, т. е. независимо от чувств и душевных склонностей» [2, с. 164]. Данная ценность выступает в форме требования совершать лишь такие действия, которые могли бы сообразоваться со сферой умопостигаемого, т.е. подразумевали значение.

Понятие пользы, напротив, отображает прагматическое измерение семиозиса, т.к. консолидирует практически значимые результаты, которые могут быть «развернуты» индивидом при наиболее подходящих для этого условиях. А следовательно, «польза» — «это не элемент, а способ, посредством которого



некоторые данные восприятия функционируют в процессе репрезентации, и что такое «мыслительное функционирование — это отнюдь не простое созерцание мира, но в высшей степени избирательный процесс, в ходе которого организм получает указания о том, как ему действовать в отношении окружающего мира, чтобы удовлетворить свои нужды или интересы» [4, с. 64]. В определенном смысле, понятие пользы схоже с интерпретантой, поскольку оно фиксирует положительные способы воздействия предметности на организм. С другой стороны, заметна разница, заключенная в том, что «польза» не может быть дана в качестве навыка как интерпретанта. Под пользой понимается результат того, что могло бы в последующем повлиять на действия человека.

Вторым основанием, необходимым для различения понятий пользы и ценности, является связь, проводимая между разными аспектами сущего. Ценности предполагают одностороннюю направленность — от субъекта к объекту. Так, например, справедливость как ценность становится мерой и оценкой поступков, сообразуясь с которой индивид способен учесть все то, что приемлемо в обществе / не является таковым. «Польза» обладает многогранной значимостью, учитывающей множество доступных комбинаций: «субъект-объект», «объект-объект» и «субъект-субъект». В экономических дисциплинах, например, взаимодополняющие предметы способны оказать большее воздействие на человека, применяющего их по назначению, чем если бы они были пущены в дело по одному (объект-объект). Примерно то же можно проследить во взаимодействии нескольких субъектов, способности которых дополняются и нейтрализуют помехи, препятствующие достижению цели (субъект-субъект).

Последним основанием для выявления сходства и различия между «пользой» и «ценностью» является «мера реальности» или верификация. Для прояснения этого основания уместной была бы ссылка на вводный пример. Так, для любого неразумного животного, заключенного в условия триединой среды (косной, «фенотипической» и «генетической»), важным является способность к адаптации, позволяющая ему выжить и передать генетический набор в виде следующего поколения. Все то, что благоприятствует его передаче, будет определяться в терминах «лучшего», а все, что препятствует — «худшего». Природа наделила животных инстинктами, поскольку у них отсутствует время для оценки обстановки. Они должны быть постоянно на чеку, поскольку любой неверный шаг — смерть. Отсюда временные измерения (прошлое и будущее) от них скрыты. Напротив, для существа, способного осмыслить ситуацию и набросать план действий, временные измерения становятся естественными. И ценность, определяемая в терминах «лучшего», переносится в план умопостигаемого бытия.

Она становится результатом рефлексии и свободного выбора, определения того, что могло бы стать значимым (смыслообразующим) для нас, поскольку в таком случае могло бы сделать мировосприятие более устойчивым, поставив те цели и задачи, к которым нужно стремиться (человеку, группе, культуре и т.д.). В целом ценности способствуют продлению и поддержанию жизни, но их нельзя счесть подобием инстинкта, поскольку производным первых является



разум, а вторых — чувства. По этой причине попытка «объективировать» ценности, т.е. охватить их в понятиях, завершается провалом, т.к. ценности уникальны.

Здесь проясняется важный недостаток западноевропейской культуры. Он заключается в том, что эта культура с давних пор стремилась заставить принять на веру предпочтения, оценки и меры в ущерб остальным, которые, по ее мнению, являлись более примитивными. Следствием подобной эгоцентристской установки стал непоправимый ущерб, причиненный остальным культурам. Ведь они превратились в заложников западноевропейского ценностного умонастроения. Поэтому современный международный терроризм может восприниматься одновременно и как вызов установкам значимости (и их подрыв), и как бессилие в отношении принятия новой ценностной системы координат, поскольку «нигилист» не просто не принимает ценности, исходящие от чуждых ему лиц, своими действиями он обесценивает существующие [7].

«Полезьа» может быть воплощена в чем-то, а ее носителем является кто-то. Она включает в себя как то, что свойственно ценностям (их связь с разумом, значимость и направленность на результат), так и то, что присуще инстинктам (чувственную составляющую, форму приспособления к среде), т.о. выступая связующим звеном между ними. Было бы также правомерным соотнести «пользу» с рассудком, т.к. последний призван к осмыслению мира в логических оценках — суждениях. В.В. Колесов, например, определяет рассудок следующим образом: «отталкиваясь от исходного суждения, рассудочный человек рассматривает положение в логической последовательности, оформляя рассуждения в слове» [1, с. 79]. Вступая в противоборство с разумом и чувствами, рассудок отражает здравый смысл. Категориальный аппарат, производимый им, представлен в качестве мыслительной схемы, по которой практически каждый человек ориентируется в хаотично данной в чувствах действительности. Большая часть животных в силу развития не обладает рассудком, но наделена инстинктами. Человек, используя рассудок, создает целесообразные программы. Критерием на соответствие программам является «польза». Нарушение работы рассудка приводит к тому, что представления о «пользе» размываются. Человек начинает действовать либо по сложившимся программам, либо инстинктам, либо бредовым идеям. Таким образом, третье основание может стать критерием, позволяющим отличить человека с рассудком и без, определить клинические стадии. Океан планеты Солярис у С. Лема мог бы быть представлен как существо, в собственном развитии минувшее рассудочную стадию, поскольку все его проекции никакой целесообразностью не обладали [3].

Но не стоит, однако, столь полагаться на рассудок с его способностью производить «полезные» программы. Ведь поведение человека все же должно быть ценностно-ориентированным, без чего он не смог бы достичь наилучших условий, не руководствуясь выбранной максимой. С другой стороны, не принимая во внимание инстинкты, человек начинал бы каждое действие с нуля. Здесь важно понять, что большая часть действий людей изначально несет на себе груз поступков предков, которые закрепляются как в опыте, так и в бессос-



знательной сфере, проявляющейся в рефлекторной реакции. Таким образом, «польза» подпадает под сферу научного исследования, поскольку задается в виде эффекта, испытываемого подопытным субъектом. «Ценность», напротив, не проходит верификацию, т.к. она: 1) нематериальна; 2) создает разрыв между «идеальным» и «реальным» (представляет нечто уникальное, но обремененное в понятие; без пользы ценность есть сущее противоречие).

Вполне естественно может возникнуть следующий вопрос: почему человек предпочитает следовать ценностям, а не соображается с принципом пользы? Ответом на него может стать само же человеческое мышление. Именно оно побуждает индивида подстраивать идеальные образы, сложившиеся в ходе воспитания и образования, действительному положению дел и вещей. Образцом подобного умонастроения становится эпоха массового потребления, которая задает то, что обходит стороной прагматические аспекты реализации. Люди превращают ценности в некие правила и полагают, что, следуя им, можно достичь того, чего душа пожелает. Но такой путь приводит к ошибкам, упущениям и разочарованиям, что лишний раз доказывает нам, что ценности связаны с предвосхищением, а не с результатом. В контексте эпохи массового потребления они же приводят к осознанию внутренней неполноты. Поэтому устранение понятия ценности соотносимо со всеми приемлемыми значениями. Так, например, руководствуясь всеобщим благом как ценностью, человек может столкнуться с этической дилеммой, разрешить которую невозможно, поскольку отсутствует соизмеримость значений, производимых разными ситуациями. Для их предотвращения следует опираться на принцип полезности, который выступает практическим дополнением ценности, с учетом принятия того, что разумное существо стремится достичь результатов, способных повлиять на его последующие поступки. В таком случае «польза» есть сила или «некоторое изменение, нарушение естественного порядка вещей, влекущее в том числе и трансформацию горизонтов фантазии» [6, с. 98].

Подводя итоги, можно остановиться на следующем. С одной стороны, смешение понятий пользы и ценности не является правомерным, в силу особенностей, приведенных выше. С другой стороны, мыслить их отдельно непозволительно из-за последствий эпистемологического и онтологического толка (пример с океаном в Солярисе). Явное противоречие разрешимо при анализе любого из действий, которое на фоне человеческой жизни является ограниченным определенным пространством и временем. Оно вызывается предпосылками, а завершается результатом. Результат же заключен в «пользе», которая актуализирует то, что потенциально находится в ценности. Поэтому понятие пользы есть проективный переход от конструкции к восприятию, заданный теорией интеллекта [5], отражением которой могла бы явиться ценность. В этом заключается причинно-следственная связь между первой и второй компонентой в триединстве семиотических процессов, на фоне которой каузальность становится искусственным конструктом человеческого мышления.



Литература

1. Колесов В. В. Концепты Рассудок, Разум, Ум и Мудрость в поле русского сознания // Гуманитарный вектор. Сер. Филология. Востоковедение. 2016. Т. 11, № 3. – С. 75-86. DOI: 10.21209/2307-1834-2016-11-3-75-86
2. Конт-Спонвиль А. Философский словарь. – М.: Этерна, 2012. – 752 с.
3. Лем С. Солярис. Возвращение со звезд: Романы. Собр. соч. в 10 тт. Т. 2. М.: «Текст», 1992. – 399 с.
4. Моррис Ч. Основания теории знаков // Семиотика. Сборник переводов. М.: Радуга, 1982. – С. 37-89
5. Нестеров А.Ю. Выражение и обозначение в семиотике техники: к вопросу о «полезности» интерпретации // Аналитическая философия: траектории истории и векторы развития: сборник научных трудов Международной научной конференции, посвященной 80-летию научного руководителя Института философии и права СО РАН В. В. Целищева, Новосибирск, 25–26 февраля 2022 г. / под ред. А. В. Хлебалина. Новосибирск. 2022. С. 166-171.
6. Нестеров, А.Ю. Семиотические основания техники и технического сознания: монография. – Самара: Издательство Самарской гуманитарной академии, 2017. – 155 с.
7. Ницше Ф. Воля к власти. Опыт переоценки всех ценностей. М.: Культурная Революция, 2005. – 880 с.
8. Рид Т. Философия здравого смысла. М.: «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2014. – 640 с.
9. Риккерт Г. Философия жизни. Киев: «Ника-Центр», «Вист-С», 1998. – 505 с.
10. Энгельмейер П.К. Теория творчества. М.: Либроком, 2010. – 208 с.

Ю.В. Гатен

КОНВЕРГЕНТНЫЙ ПОДХОД В ОБРАЗОВАНИИ

(Самарский университет)

Термин «конвергенция» (от лат. convergo — «сближаю») тесно связан с конвергентными технологиями, включающими объединение нано-, био-, инфо- и когнитивных технологий (английское сокращение — NBIC-технологии). Все технологии синергично взаимодействуют, дополняют и усиливают друг друга, создавая чрезвычайно мощные средства преобразования человека и земной цивилизации [1, с. 14].

Конвергенции в образовании посвящено довольно много работ. Однако нет единого подхода в данном определении. Конвергенция в образовании определяется как:

- содержание и технологии, несущие признаки сходности со средами, способствующими развитию ребенка, а также сообразные его собственной природе и закономерностям развития (Е. Куркин) [2];



- проект, направленный на формирование такой междисциплинарной образовательной среды, как на уроке, так и во внеурочной деятельности, в которой школьники будут воспринимать мир как единое целое, а не как школьное изучение отдельных дисциплин (В.К. Капранов, М.Н. Капранова) [3, с.2];
- образовательная технология, акцентированная на взаимном проникновении дисциплин при их изучении (Р.М. Исмагилов) [4];
- целенаправленный процесс формирования компетенций, необходимых для жизни и трудовой деятельности в эпоху конвергентных наук и технологий (Т.С. Фещенко и Л.А. Шестакова) [5, с. 163];
- построение целостных учебных дисциплин, в которых интегрируются научные знания и технологические достижения на основе фундаментальных закономерностей развития естественных наук и NBIC-технологий (нанотехнологий, биотехнологии, информационных и когнитивных технологий) и в которых будут отображаться взаимопроникновения наук и технологий в ходе прогрессивного развития человечества (В. Смелова) [6].

Таким образом, под конвергентным образованием понимается взаимное проникновение различных наук и технологий, преодоление междисциплинарных границ научного и технологического знания. В требованиях к личностным и предметным результатам в Федеральных государственных образовательных стандартах заложены основы конвергентного образования. В требованиях к метапредметным результатам также содержатся указания на межпредметные или надпредметные понятия, смысл и определения которых расширяются только при изучении нескольких наук [7, с. 3].

В качестве результата конвергентного образования рассматриваются:

- сформированность у учащихся восприятия мира во всем многообразии и одновременно целостности и единстве, осознание ими ответственности за его хрупкое равновесие и сохранность перед настоящими и будущими поколениями [8, с. 47];
- воспитание целостного, многостороннего, многомерного специалиста, умеющего находить взаимосвязи в явлениях, знающего как применить знания на практике и осознающего последствия своих действий (О.Р. Гура, Я.Я. Рязанова, В.П. Свечкарев, А.С. Фролова) [9].

Осуществление конвергентного подхода в образовании обучающихся в логике осуществляющихся изменений позволило Т.С. Фещенко и Е.А. Шестаковой выразить мысль, что «в современных условиях особое значение для развития системы <...> образования, <...> подготовки школьников к успешной социализации в мире будущего имеет разработка и внедрение в практику школьной жизни конвергентно - ориентированных основных образовательных программ» [10, с. 226].

Отметим, что в основе подобных конвергентно-ориентированных программ положены принципы: взаимопроникновение наук и технологий; обучение не предметам, а различным видам деятельности; переориентация учебной деятельности с познавательной на проективно-конструктивную; сетевое взаимодействие учреждений.



Обобщение мнений и взглядов различных авторов позволяет констатировать, что для успешной реализации конвергентного подхода в образовании необходимо:

1) использовать потенциал и ресурсы интеграции общего образования, дополнительного образования детей и взрослых, профессионального образования;

2) разрабатывать и внедрять конвергентно-ориентированные образовательные программы;

3) организовывать специальную подготовку педагогов, способных реализовывать конвергентное обучение. Необходимо готовить не просто учителя-предметника, а учителя, активно владеющего когнитивно-информационными технологиями [11, с. 45]. Такой педагог должен: уметь работать с информацией в глобальных компьютерных сетях, хранить информацию в «облаках» и обеспечивать к ней доступ разных пользователей с разными правами; иметь навыки работы с источниками открытых данных и базами знаний, с цифровыми библиотечными средами и виртуальными платформами; владеть навыками сетевой коллективной работы; уметь работать с онлайн приложениями; иметь опыт разнопланового сетевого коммуникационного взаимодействия с использованием цифровых средств; широко использовать цифровые инструменты в образовательном процессе (графические редакторы, инструменты для создания инфографики, сервисы для видео- и конференц-связи, сервисы для создания интерактивного контента, инструменты для командной работы); уметь проектировать элементарные сайты и вики-системы, интерактивные обучающие игры, онлайн-курсы.

4) активно применять технологии искусственного интеллекта. В их число входят: аддитивное производство (3D-принтеры в учебных мастерских; 3D-моделирование (в дисциплинах информатика, математика); изготовление деталей роботов, технических устройств в дополнительном образовании учащихся); ИИ, машинное обучение и робототехника (использование в учебном процессе аватаров и чат-ботов для консультирования, тестирования и проектирования индивидуальных образовательных маршрутов учащихся; использование роботов присутствия при дистанционном обучении); большие данные, блокчейн и облачные вычисления (формирование защищенных портфолио учащихся и педагогов; фиксация сформированности учебных и профессиональных компетенций; использование в учебном процессе облачных технологий); виртуальная и дополненная реальность (использование в учебном процессе имитационных лабораторных стендов и лабораторных установок с элементами дополненной реальности) [12, с. 84].

Литература

1. Баксанский О. Е. Стратегические цели NBICS-конвергенции: знания, технологии и общество // Россия: тенденции и перспективы развития. 2016. №11-2.



2. Куркин Е. Современным детям - конвергентное образование // Образовательная политика. 2011. №3 (53).
3. Капранов В. К., Капранова М.Н. Конвергенция образования // Стандарт. 2016. № 3 (51).
4. Исмагилов Р.М. О конвергентном образовании // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 13. С. 351–355.
5. Фещенко Т.С., Шестакова Л.А. Конвергентный подход в школьном образовании – новые возможности для будущего // МНИЖ. 2017. №11-2 (65).
6. Смелова В. Что такое конвергентный подход в образовании [Электронный ресурс] // URL: <https://ino.mgpu.ru/notes/konvergentnoe-obrazovanie-kak-primenyat-novyyj-podhod-na-obychnyh-urokah/>
7. Капранов В. К., Капранова М.Н. Конвергенция образования // Стандарт. 2016. № 3 (51).
8. Куркин Е. Современным детям - конвергентное образование [Электронный ресурс] // Образовательная политика. 2011. №3 (53).
9. Свечкарев В.П., Фролова А.С., Гура О.Р., Рязанова Я.Я. Конвергентное образование: социальный аспект // Инженерный вестник Дона. 2015. №1.
10. Градов М.В. Конвергентный подход к проектированию дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ // Проблемы современного образования. 2019. №2.
11. Блинова Т.Л. Конвергентный подход в обучении // Педагогическое образование в России. 2018. №8.
12. Амиров Р.А., Билалова У.М. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего образования // Управленческое консультирование. 2020. № 3.

И.В. Демин

ПОНЯТИЕ «ИДЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА» В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ИДЕОЛОГИИ²

(Самарский университет)

Понятие «идеология» принадлежит к числу наиболее часто используемых и в то же время наименее ясных и определенных. По словам Г. И. Мусихина, идеология «является одним из самых распространенных терминов в мире политического и одновременно одним из самых оспариваемых понятий в пространстве политической теории»³. Несмотря на разностороннюю критику этого понятия, оно по-прежнему сохраняет свое значение, порождая новые концептуализации, провоцируя научные и околонучные дискуссии.

² Статья выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, проект МД-2252.2021.2 «Политический язык российского консерватизма: культурно-семиотический анализ».

³ Мусихин Г. И. Очерки теории идеологий. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013. С. 9.



Феномен идеологии может быть развернут и концептуализирован в двух ракурсах – *научно-эмпирическом* и *философско-парадигмальном*. Каждому из этих ракурсов соответствует определенный способ употребления термина «идеология».

Определяющим для понимания феномена идеологии в рамках социологических, политологических, психологических, лингво-культурологических и прочих научно-эмпирических исследований является тот факт, что термин «идеология» выступает в качестве *характеристики определенных социальных групп или институтов*. Это, пожалуй, наиболее общая и в то же время наименее содержательно конкретная характеристика идеологии. Так понятая идеология есть функция социального существования, причем эта функция всегда «привязана» к конкретному социальному субъекту («идеология среднего класса», «идеология этнических меньшинств») или структуре («идеология современной России», «официальная идеология государства»). Идеология в этом смысле представляет собой содержательно определенный комплекс верований, убеждений, ценностей, установок, носителем и продуктом которых выступает та или иная социальная общность прошлого или настоящего.

Рассмотрим теперь понятие идеологии в другом – философско-парадигмальном – ракурсе. Данным ракурсом задается иной понятийно-терминологический контекст. Слово «идеология» и в научном, и в политическом языке зачастую используется для обозначения таких конструкций, как «анархизм», «классический либерализм», «социал-консерватизм», «коммунитаризм», «феминизм», «экологизм», «солидаризм», «христианский социализм» и т.д. Очевидно, что во всех этих случаях термин «идеология» имеет уже иное значение, нежели «присущий социальной группе спектр верований и убеждений». Ни один из приведенных «измов» не может рассматриваться как выражение интересов или идентичности той или иной социальной группы. Каждая из приведенных «идеологических парадигм» претендует быть чем-то большим и иным, нежели системой коллективных верований отдельных групп.

Что «делает» идеологическая парадигма, какова ее функция в контексте социальной жизни? В отличие от «конкретно-исторической идеологии», которая выражает интересы группы и обеспечивает групповую идентичность, «идеологическая парадигма» *структурирует* социально-политическое пространство, делает его упорядоченным и осмысленным. Так понятая идеология придает семантическому полю политики структурированность, «картографирует» «территорию политического», причем разные идеологические парадигмы (либерализм, социализм, консерватизм) делают это по-разному.

Несмотря на то, что идеологическая парадигма выполняет мировоззренческую, мирораскрывающую функцию, было бы ошибкой ставить знак равенства между понятиями «идеология» и «мировоззрение». Во-первых, не всякие представления об обществе, государстве, праве в рамках



мировоззрения можно назвать *идеологическими* (они могут иметь не идеологическую, а религиозную или мифологическую природу). Во-вторых, идеология никогда не исчерпывает собой *всего* мировоззрения. Понятия «идеология» и «мировоззрение» соотносятся как надводная и подводная части айсберга. В целом можно принять предложенную Ульрихом Матцем трактовку идеологии как «политико-социального мировоззрения» Нового времени⁴.

В чем принципиальные отличия позитивно-научного ракурса рассмотрения идеологии от философско-парадигмального?

1. Идеология, исследуемая в позитивно-научном (социологическом, психологическом, лингвистическом) ключе, предстает всегда как нечто локальное, партикулярное, не имеющее универсалистских притязаний. Даже такие примеры, как «господствующая идеология», «официальная идеология», «государственная идеология», не являются здесь исключением. «Официальная» идеология предполагает факт (или возможность) существования идеологий «неофициальных», «оппозиционных»; идеология может быть «господствующей» только потому, что она не является единственной и т.д. В противоположность этому, идеология, рассматриваемая в *философско-парадигмальном* ключе, содержит в себе универсалистские притязания. Она претендует на то, чтобы быть учением и системой знаний об *обществе как таковом, сущности права и государственной власти* и т.д. Иными словами, идеологическая парадигма обладает имманентной склонностью к *самогипостазированию*, стремится быть единственным адекватным выражением самой социальной реальности.

2. Конкретно-историческая идеология, обеспечивающая групповую идентичность, в содержательном отношении, как правило, эклектична и фрагментарна. По своей внутренней организации она более напоминает лоскутное одеяло, нежели научную теорию или философскую систему. Идеология как фактор групповой идентичности может включать представления, заимствованные из различных идеологических парадигм, метафизических, этических, политико-правовых доктрин, религиозных и мировоззренческих учений. Идеология, рассмотренная в философско-парадигмальном ракурсе, не является эклектичным набором разнородных элементов, она представляет собой концептуальное единство, системную взаимосвязь. Разумеется, нельзя сказать, что каждая из упомянутых выше идеологических доктрин представляет собой стройную, логически непротиворечивую систему мысли. Однако *стремление к целостности и завершенности* столь же характерно для идеологических парадигм, как и претензия на универсальную значимость.

При такой трактовке «идеологической парадигмы» как будто окончательно стирается грань между социально-философскими и политико-правовыми учениями, с одной стороны, и идеологиями – с другой;

⁴ Матц У. Идеологии как детерминанта политики в эпоху модерна // Полис. Политические исследования. 1992. № 1. С. 136.



философские трактовки общества, истории, государства начинают рассматриваться в качестве *концептуальных оснований* идеологий или даже полностью отождествляются с последними. История политической философии здесь как будто окончательно сливается с *историей идеологий*.

Не углубляясь в проблему соотношения философии и идеологии (и связанную с ней проблему идеологической нагруженности социально-философского знания), заметим, что смешение философских учений с идеологическими парадигмами затрагивает лишь тот тип философской рефлексии, который принято именовать «догматическим» и «спекулятивным». В тех случаях, когда философия возлагает на себя задачу формирования *определенного, содержательно конкретного целостного мировоззрения*, отождествляемого, как правило, с одним из философских «измов», ей действительно не удастся избежать слияния с идеологией. Однако смешение с идеологией не грозит тем направлениям, которые на протяжении XX в. стремились дистанцироваться от «мировоззренческого» понимания философии. Это, прежде всего, неокантианство, феноменология, аналитическая философия, семиотика, философская герменевтика.

Различие между философско-политическими концепциями и идеологическими учениями не сводится к различию «теоретической» и «практической» ориентаций. Дело не в том, что «мир философии политики связан с поисками истины, с последовательностью и непротиворечивостью идей», а «мир идеологии связан с приложением идей на практике, как бы они ни были непоследовательны, неполны или противоречивы»⁵. Ориентация на поиск истины, как известно, не помешала многим философам сыграть важную (если не решающую) роль в *истории идеологий* (достаточно назвать имена Дж. Локка, К. Маркса, К. Шмитта). Историческое развитие философии дает немало примеров учений, применительно к которым невозможно провести *никакого* различия между «политической философией» и «идеологией».

Возможность прояснения запутанной проблемы соотношения философии и идеологии связана, во-первых, с дальнейшим раскрытием содержания понятия «идеологическая парадигма», во-вторых, с последовательным различением двух типов социально-философской рефлексии (метафизического и постметафизического). Кроме того, нельзя не признать, что опасения по поводу смешения, взаимопереплетения политической философии и идеологии в значительной степени есть следствие «рецидива» марксистской трактовки идеологии как «ложного сознания».

Если задача социальных наук состоит в изучении идеологии как присущего определенным социальным группам комплекса верований, убеждений, ценностей, то задачей постметафизической социальной философии является анализ, сравнение и критика *идеологических парадигм*. Однако между этими двумя понятиями идеологии и ракурсами ее рассмотрения не существует

⁵ Малинова О.Ю. Когда «идеи» становятся «идеологиями»? К вопросу об изучении «измов» // Философский век. Вып. 18. История идей как методология гуманитарных исследований. Ч. 2. СПб., 2001. С. 15.



непреодолимого барьера. Содержательное «наполнение» изучаемых социальными науками исторически-конкретных идеологий осуществляется посредством включения в их состав элементов различных идеологических парадигм, а последние, в свою очередь, не будучи оторванными от социально-исторической жизни вневременными сущностями, трансформируются в стихии социально-политической жизни.

Содержательные различия между идеологическими парадигмами (например, между либерализмом и консерватизмом) отчетливее проявляются в трактатах по философии права или теоретической социологии, нежели в изучаемых политологией и политической лингвистикой программах партий и пропагандистских листовках. Это связано с тем обстоятельством, что язык теоретического знания отличается большей строгостью и рефлексивностью, нежели язык публичной политики. Однако из того, что «парадигмальная» упорядоченность социальной действительности более заметна на уровне *языка философии*, не следует, что идеологические парадигмы есть оторванные от социальной жизни «философские абстракции», пригодные лишь для упорядочивания и классификации политических учений.

Несмотря на обозначенную тесную взаимосвязь, взаимообусловленность социологического и парадигмально-философского аспектов идеологического сознания, важно избежать смешения двух понятий, обозначаемых одним и тем же термином «идеология».

Литература

1. Малинова О.Ю. Когда «идеи» становятся «идеологиями»? К вопросу об изучении «измов» // Философский век. Вып. 18. История идей как методология гуманитарных исследований. Ч. 2. – СПб., 2001. – С. 11–26.
2. Матц У. Идеологии как детерминанта политики в эпоху модерна // Полис. Политические исследования. – 1992. – № 1. – С. 100-114.
3. Мусихин Г. И. Очерки теории идеологий. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013. – 288 с.

А.И. Демина, А.Ю. Нестеров

О СПЕЦИФИКЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА В СВЕТЕ СЕМИОТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТВОРЧЕСТВА⁶

(Самарский университет)

Вопрос о специфике художественного образа является одним из фундаментальных для истории и теории искусства. Поскольку нас интересуют предельно общие закономерности, по которым возможна творческая деятельность,

⁶Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-011-00462 А "Философия техники Фридриха Дессауэра: эпистемология и антропология реалистской теории творчества".



рассмотрим художественное творчество как частный случай творчества в целом, а художественный образ – как частный случай объекта творческой деятельности. Творчество в самом общем виде определяется нами как деятельность по созданию нового. Онтологическая и методологическая рамка исследования творчества задается: общей семиотикой Ч.С. Пирса и У. Морриса, кантианской трансцендентальной схемой познания, включающей чувственное восприятие, рассудок и разум, теорией «трехакта» П.К. Энгельмейера [10], теорией деятельности М.С. Кагана, платонистской онтологией, разрабатываемой в XX веке применительно к технике и творчеству в целом Фридрихом Дессауэром [4]. Творчество как производство нового понимается нами как трансформация прагматических, семантических или синтаксических правил семиозиса чувственного восприятия, рассудка или разума [3].

Не вызывает сомнения, что художественное творчество есть семиотическая деятельность. Именно здесь знаковая природа творчества наиболее проявлена. Художественный язык может быть определен в терминологии Ю.М. Лотмана как вторичная семиотическая система («Поскольку сознание человека есть сознание языковое, все виды надстроенных над сознанием моделей – и искусство в том числе – могут быть определены как вторичные моделирующие системы. Итак, искусство может быть описано как некоторый вторичный язык, а произведение искусства – как текст на этом языке» [6, с. 22]), или Р. Барта – как «вторичная семиологическая система» [2]. Как отмечает Ю.М. Лотман, знакам искусства свойственен иконический характер, «знак моделирует свое содержание» [6, с. 33], то есть художественный язык характеризуется спецификой семантических и синтаксических связей, «семантизацией синтаксических элементов» [6, с. 34]. Ситуация, когда значение художественного знака определяется его местом в синтаксической системе и требует воображения реципиента для своего «достраивания», описывается понятиями «квазисуждения» Р. Ингардена, «псевдопердложения» Р. Карнапа, «пустых мест», «лакун» текста В. Изера, «автореферентного отрицания» А.Ю. Нестерова [7, с. 37, 38].

Принципиальная особенность художественного знака – его неисполнимость, то есть отсутствие третьего акта как воплощения в материальной среде в качестве самостоятельно существующего искусственного объекта, решающего утилитарную задачу («Литературный текст не вступает в референциальную связь с "миром", как это часто случается с фразами из нашей обыденной речи, он "представляет" только себя; для литературного текста характерна тавтологичность: он обозначает самого себя» [9, с.13]). Это справедливо в первую очередь для художественной литературы, живописи, театра, музыки. С. Лем описывает эту ситуацию через различие условной и вымышленной фигуры: «Фигура условная – это такая, имя которой (пока оно «пусто») может в десигнативном плане выполнять соответствующие функции. «Наблюдатель яблони» в моем саду – в ту минуту, когда я это пишу – фигура чисто условная, но не вымышленная, потому что любой человек, который пойдет в сад (где пока что никого нет), может таким «наблюдателем» стать. Напротив, вымышленная фигура (как в литературном произведении) – это такая, что какое бы то ни было десиг-



нативное наполнение ее названия невозможно – ни сейчас, ни когда бы то ни было. Не было, нет и не будет десигната имени «пан Володыёвский» из «Трилогии» Сенкевича, «Богумил Нехчич» из «Ночей и дней» Домбровской или «дьявол» из «Доктора Фаустуса» Т. Манна. Этот дьявол по признаку вымысленности уравнен с паном Володыёвским, потому что ни того ни другого реально быть не может. Вымысленность означает такую герметизацию, что имя теряет всякую возможность когда-либо наполниться десигнативным опредмечиванием» [5, с. 311]. Неисполнимость искусства обозначается, применительно в первую очередь к художественной литературе, понятием вымысла, и наиболее ярко проявляется в сказке, а в XX веке – в разных видах фантастической литературы, от фэнтези до научной фантастики. Ярким примером проблематизации исполнимости в рамках научно-фантастического текста является тетралогия Рюди Рюкера «Ware», в которой возникает «алла» – аналог волшебной палочки, позволяющий обходить законы природы и мгновенно воплощать любые желания. Однако даже в вымышленном мире романа «волшебная палочка» приводит к катастрофическим последствиям, что может служить своеобразным аргументом в пользу теории техники Фридриха Дессаура: во-первых, исполняются в виде технического объекта только те фантазмы, которые соотносятся с законами природы; во-вторых, созданные человеком технические объекты имеют свою силу, и сила техники выходит за границы ожидаемого [1]. Одним из способов доступа к миру предустановленных форм решений является воображение, фантазия, интуиция. Сама научная фантастика становится в XX веке одной из форм прозревания вариантов возможного будущего, часть из которых способны воплотиться, однако это будет скорее побочным продуктом, чем изначальной интенцией авторов.

Художественный образ работает на уровне разума и рассудка, не воплощаясь в материальной среде, доступной чувственному восприятию. В этом смысле мы определяем художественное произведение как неполный технический объект [8], имея в виду его принципиальную неисполнимость, фикциональность, автореферентность. Более сложным и тем самым более точным, на наш взгляд, является определение художественного произведения как дополненного технического объекта. Легче всего проиллюстрировать это на примере архитектуры, совмещающей в себе все свойства полного технического объекта с четко определенной утилитарной функцией со свойствами объекта художественного – заложенной на уровне конструкции, в своем синтаксисе, эстетической функции. Скульптура как вид искусства также подпадает под критерии полного технического объекта, однако на уровне замысла удовлетворяет потребность не утилитарную, свойственную техническому объекту, но эстетическую. Начиная с XX века, новые виды искусства активно работают с готовыми техническими объектами путем переозначивания, изымания утилитарной функции и замены ее на эстетическую, помещения в художественный контекст.

Специфика художественного знака (образа, символа) связана с его телеологической обусловленностью эстетическим чувством. Художественное высказывание всегда исполняется в акте рецепции, поскольку содержит в себе «места



неопределенности», которые конкретизируются каждым реципиентом. Художественное произведение – выражение невыразимого в акте коммуникации автора и реципиента. Благодаря специфике художественного языка, его неисполнимости, которая влечет за собой свободу от законов природы, возможно создание множества альтернативных миров, соприкосновение с которыми порождает пересборку опыта у реципиента. В терминологии трехакта П.К. Энгельмейера, художественный образ остается на уровне второго акта и в этом смысле может быть сопоставлен с моделью или схемой, которые еще не получили своего исполнения в материи. Однако, в отличие от модели, художественный образ не исполняется, но выражается. Поэтому синтаксис образа всегда богаче, чем синтаксис модели, поскольку должен маркировать свою вымысленность. Образ всегда находится в сослагательном наклонении.

Литература

1. Mitcham, C. (1994). *Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy*. Chicago: Univ. of Chicago Press
2. Барт Р. Избранные работы: Семиотика. Поэтика. М.: Издательская группа "Прогресс", "Универс", 1994. С. 72-130 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://lib.ru/CULTURE/BART/barthes.txt_with-big-pictures.html (дата обращения: 15.06.2020)
3. Демина А.И., Нестеров А.Ю. Семиотический подход к анализу понятия творчества // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. Электрон. текстовые и граф. дан. (28,4 Мбайт). Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. 523 с. С. 429-433.
4. Дессауэр Ф. Спор о технике / перевод с нем. А.Ю. Нестерова. Самара: Издательство Самарской гуманитарной академии, 2017. 266 с.
5. Лем С. Философия случая. М.: АСТ, 2007.
6. Лотман Ю.М. Структура художественного текста // Об искусстве. СПб.: Искусство-СПб, 1998
7. Нестеров А.Ю. Проблема определения понятия «фантастическое» // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 305. С. 35-41.
8. Нестеров А.Ю., Демина А.И. Художественное произведение как технический объект // Миргород. 2019. № 1 (13). С. 48-74.
9. Тодоров Цв. Введение в фантастическую литературу, Дом интеллектуальной книги, Москва, 1999.
10. Энгельмейер П.К. Теория творчества. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. 208 с.



О НАРЦИССИЗМЕ В ПСИХОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ ЦИФРОВОЙ ЭПОХИ

(Самарский университет)

Вполне можно представить себе следующую ситуацию в психотерапевтическом кабинете в недалеком будущем. Напротив пациента, пришедшего со своими жалобами, расположен психотерапевт, вооруженный самыми современными цифровыми технологиями. Несколько камер оценивают поведение пациента: его жестикуляцию, мимику, интонацию, траекторию выбора поз, движение глаз и прочее. Микрофоны записывают диалог. Записываются также аудио- и видео-присутствие психотерапевта. Все эти данные - big data - в реальном времени обрабатываются мощным процессором, проводится контент-анализ поступающего материала. Данные компонуются и становятся доступными для психотерапевта, например, через наушник или/и смарт-очки. Вести сеанс доктору помогает программа-помощник *Фрейд* (по аналогии с Сири, Кортаной, Алисой и проч.): подсказки *Фрейда* слышны только специалисту. Для него актуализируется в текущем моменте море информации, недоступной ранее. Программа определяет, какими словами чаще всего пользуется пациент, оценивает, откликается ли на эти слова психотерапевт. Оказываются ли ответы психотерапевта успешными, достигающими терапевтической цели: снижается ли тревога и беспокойство пациента, меняются ли эмоции. Система помогает специалисту лучше распознавать эмоции, защиты, сопротивление пациента, формирующиеся перенос и возникающий ответный контрперенос. В ухо психотерапевта *Фрейд* коротко сообщает/напоминает похожие клинические случаи и так далее. Психотерапия в таком формате становится более очерченной, более верифицируемой и доказательной, менее непредсказуемой и зависящей от личностных особенностей, недостатка знаний и прочего у специалиста. Сам специалист, психотерапевт становится более вооруженным, более знающим и эффективным. И более *всемогущим*. Напротив пациента сидит уже не просто живой подготовленный человек, а сверхчеловек, психотерапевт-полубог. Его способности видеть, слышать и обрабатывать информацию, строить контакт многократно усилены техническими средствами. Будет ли востребован такой психотерапевт у пациентов? Можно с уверенностью сказать, что будет. Из практики общения с пациентами, с коллегами, из разговоров об эффективности и доказательности психотерапии частенько можно сделать вывод о том, что одним из главных недостатков нынешней психотерапии face-to-face является то, что психотерапевт - живой человек, со своими слабостями и особенностями. Другими минусами психотерапии называются ее - психотерапии - дороговизна, долгий характер и слабые верифицируемость и доказательность эффективности.

Возможным преодолением указанных слабых мест является развитие *датацентрированной* психотерапии, вместо антропоцентрированной, где ключе-



вым моментом, центром является не человек (другой человек), а база данных, массив информации. Собственно, что сейчас уже и происходит. Стремительно развивается цифровая психотерапия. Растет количество приложений для гаджетов, помогающих снизить тревогу, распознать стресс и ликвидировать его последствия, бороться с обсессивно-компульсивными расстройствами, расстройствами пищевого поведения и т.д. Активно используются средства виртуальной и дополненной реальности. Д.Р. Трутнева, В.Д. Менделевич [1] публикуют сведения о том, что количество мобильных приложений, разработанных для психологической и психотерапевтической помощи, носит самый массовый характер среди всех приложений в медицинском секторе. Соответственно этому растет и число пользователей этих приложений. Печатаются статьи о преимуществах и удобстве такого рода помощи. Пользователи голосуют рублем за эти разработки.

Следуя за логикой такого развития событий, можно увидеть, что живой человек, специалист, психотерапевт «вымывается» из психотерапевтического пространства, которое становится все более технологичным, цифровым. Человек остается, да - в написанных программах, в разработанных устройствах и аппаратах, но остается опосредованно. Помощь в таком направлении выстраивается вдоль вектора общения человека с самим собой, аутокоррекции. Из позиции face-to-face мы перемещаемся в рефлексивную и ретрофлексивную позицию (self-help interventions), где пользователь и потребитель такой психотерапии должен постоянно «вглядываться» в себя, поправляя болезненное, неправильное, неприемлемое и неудобное. У пользователя создается ощущение доступности возможных изменений и контроля над ними. Разработанные приложения и устройства в этом плане становятся продолжением пользователя, конституирующим его дополнением, *нарциссическим расширением* [2].

О подобном же расширении можно говорить, возвращаясь к предваряющей статью фантазии об усиливающейся психотерапевтической вооруженности специалиста, сопровождающейся нарциссическим *чувством грандиозности*. Другими словами, для того, чтобы не быть элиминированным из психотерапевтического пространства, психотерапевту нужно модифицироваться, улучшаться, *совершенствоваться*. В том числе для того, чтобы удовлетворять все более возрастающие потребности своих клиентов, пациентов, людей общества потребления [3].

Безусловно, если психотерапия хочет оставаться в научной парадигме, ей и дальше придется разрабатывать основания, необходимые для существования любой научной дисциплины (методологию, верифицируемую практику и т.д.). Ей и дальше придется встраиваться в текущую повестку, в том числе, во всеобщую цифровизацию. По-прежнему будут актуальными вопросы анализа результатов клинической практики с изменением методологии, введением новых терапевтических гипотез.

На этом фоне одним из ключевых остается вопрос продолжающегося роста нарциссических типов отношений [4] и патологии. Каким образом и может ли в принципе психотерапия, развиваясь как один из институтов современного



общества потребления, помогать отдельным представителям этого общества – клиентам и пациентам – справляться с нарциссическими расстройствами, нарушениями? Тем более что мы обнаруживаем укрепление тенденций, отмеченных в статье: возрастание грандиозности психотерапевта и усиление ретрофлексивности (направленности на себя) пациента.

Ответ на этот вопрос, как нам представляется, лежит не только в плоскости психотерапии как научной дисциплины, но и в активно развивающихся смежных дисциплинах, например, философской – в данном случае медицинской, психотерапевтической – антропологии.

Литература

1. Трутнева, Д. Р. После психотерапии / Д. Р. Трутнева, В. Д. Менделевич // Неврологический вестник. – 2019. – Т. 51. – № 4. – С. 10-16. – EDN ORKNBF.
2. Погодин И.А. Грандиозность и отчаяние нарцисса [Электронный ресурс]/ URL: <https://www.gestalt.lv/pdf/грандиозность-и-отчаяние-нарцисса/> (дата обращения 05.04.2022).
3. Напсо М.Д. — Социальный нарциссизм Ж. Липовецки и общество потребления // Философская мысль. – 2016. – № 8. – С. 75 - 81. DOI: 10.7256/2409-8728.2016.8.20128 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=20128 (дата обращения 04.04.2022)
4. Зотов, А. М. Что движет нарциссом? / А. М. Зотов // Человек в информационном обществе : Сборник материалов научно-практической международной конференции, посвящённой 60-летию полёта в космос Ю.А. Гагарина, Самара, 28–30 апреля 2021 года. – Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2021. – С. 564-569. – EDN SHKDBQ.

А.А. Костерин

СОЦИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ: ФУНКЦИИ, ПРИНЦИПЫ, КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

(Офицер командного звена, военнослужащий ВС РФ, Россия, Самара)

1. Базовые функции социального управления.

Классический перечень основных функций социального управления в современной организации на основе большого числа эмпирических исследований был сформулирован Р. Томпсоном.

Данный исследователь выделяет пять организационных функций.

1) Функция взаимодействия, в рамках которого понятие взаимодействия включает в себя любой процесс целенаправленного формирования и развития любых социальных контактов.



2) Функция интеграции, в рамках которой под интеграцией понимается комплексное объединение и синтезирование разнородных задач, уровней и векторов деятельности всех членов организации.

3) Функция обратной связи, т.е. упреждения сбоев и своевременной корректировки ошибок и нарушений работы системы, регулирование отклонений от первоначальных задач организации.

4) Информационная функция, т.е. передача всей необходимой информации во всей полноте и без искажений, отсев «белого шума», т.е. нерелевантной информации.

5) Функция рационального распределения ресурсов, согласно которой такое распределение осуществляется, во-первых, исходя из общей стратегии системы, но, во-вторых, также и в соответствии с требованиями текущей ситуации [Подр. см.: 4].

2. Пять групп принципов научной организации труда. Принцип объективности.

2.1. Г. Кунц и С. О’Доннел формулируют четыре группы управленческих принципов, – в зависимости от того, с каким процессом имеет дело исследователь в том или ином сегменте управленческой деятельности: планирование, контроль, организация или социально-психологическая мотивация [6].

Развивая данный подход, мы можем говорить о сложных интегрированных управленческих принципах.

В результате мы получаем более крупные единицы анализа: пять «ядер» принципов, вокруг которых выстраиваются все прочие.

1. Принципы целостной взаимозависимости. (Речь идет о связях между правами, обязанностями и уровнем ответственности руководителей разных компетенций).

2. Принципы оптимального соотношения централизации и децентрализации управления.

3. Принципы адекватных пропорций между единоначалием и коллегиальностью в процессе принятия стратегических решений.

4. Принципы справедливого распределения сил и разграничения властных компетенций.

5. Принципы баланса между демократичностью и уровнем мотивации участников трудового процесса [1].

В целом, следует отметить, что сам термин «принципы управления» датируется началом XX века. Разработка соответствующих концепций связана с экономической школой «научного менеджмента» (Ф. Тейлор, Г. Форд и А. Файоль). Научность подхода подразумевала здесь соответствие рационально организованного производственного процесса следующим принципам: оптимальность, эффективность, нормативность, комплексный подход, планируемость и объективность [Подр. см.: 7].



2.2. Принцип объективности, который следует рассмотреть детальнее, включает в себя следующие шаги и элементы:

- выявление инвариантных закономерностей развития объекта управления в ходе достижения целей организации;
- реалистичность оценки всей имеющейся в наличии информации о системе;
- устранение субъективных искажений восприятия релевантной информации, предвзятых оценок, случайных мнений;
- минимизация произвольных элементов из управленческого процесса (т.е. преувеличение реальных возможностей и игнорирование объективных ограничений у недостаточно добросовестного менеджера).
- верификация получаемой на выходе информации (ее повторное сравнение с реальным положением дел).

3. Критерии управленческой эффективности: классические подходы и дополнительные параметры.

3.1. Критерий эффективности социального управления может быть определен как степень рациональной экономии и использования социального времени. «Социальное время» – это один из элементов более общей категории «социальный капитал».

Согласно Д. Коулмену, социальный капитал аккумулирует в себе весь спектр ресурсов общественных отношений: система взаимного доверия, определение общих норм, соблюдение негласных групповых договоренностей и межличностных соглашений.

В «теории символического капитала» П. Бурдье социальный капитал определен в качестве основного цивилизованного средства борьбы между индивидами за обладание экономическими, политическими и культурными ресурсами. Целью такой борьбы Бурдье считает получение привилегированного индивидуального статуса в той или иной социальной сфере. Обязательное условие успешности такой борьбы – финансовый капитал и высокий уровень личных компетенций, знаний и навыков (сумма которых составляет так называемый «человеческий капитал») [Подр. см.: 8].

3.2. Ряд современных ученых дополняют эту картину более детальным описанием. Так, например, отечественный исследователь Б.К. Злобин говорит о многообразии параметров качества жизни индивидов на основе их социальной атрибуции:

- параметры качества экономических ресурсов, определяемые в зависимости от вида собственности и размеров дохода;
- параметры, связанные с такими элементами социального капитала, как власть, связи и управленческий опыт;
- параметры интеллектуального капитала (прибыль с интеллектуальной собственностью, а также доходы от авторских изобретений и научных открытий);



- параметр квалификации рабочей силы;
- параметр соотношения квалификации и заработной платы;
- параметры здоровья и качества здравоохранения [Подр. см.: 2].

3.3. Также следует подчеркнуть, что зависимость (а) качества жизни и прироста социального капитала от (б) собственно эффективности социального управления не носит линейный характер. Между этими двумя динамическими величинами существуют более сложные отношения: качество жизни и социальный капитал могут быть основаны лишь на реальных управленческих решениях и только в том случае, если эти последние отсылают к социально ориентированной государственной политике.

Как следствие, единственным полноценным субъектом социального управления является только государство, которое при этом организовано по модели «социального государства».

Помимо этого также отметим, что прирост совокупного качества жизни связан с объемом научно-технических инноваций, что создает наиболее благоприятные условия для производительного и высокооплачиваемого труда. При этом, в социально ориентированном государстве, зависимость процесса труда от технологических и инновационных элементов не может быть причиной критически непропорциональных перекосов в оплате труда.

Литература

1. Виханский, О.С. Управленческая парадигма XXI века // Менеджмент. – 1996. – № 4.
2. Злобин Б.К. Эффективность социального управления // Социология власти. 2007. С. 24-37.
3. Иванов В.А. Социальные технологии в современном мире. М., 1997.
4. Карапетян Л. Концептуальные вопросы социального управления // Проблемы теории и практики управления. 1999. № 5.
5. Карлина Т. А. Социальный менеджмент как форма управления процессами социального обслуживания // Молодой ученый. — 2020. — № 6 (296). — С. 275-277. — URL: <https://moluch.ru/archive/296/67131/> (дата обращения: 01.04.2022).
6. Кунц Г., О’Дониел С. Принципы управления: анализ управленческих функций. М., 1985.
7. Минаева О.В. Принципы социального управления // Вестник МИЭП. 2016. № 2 (23). С. 15-24.
8. Социологическая энциклопедия. Т. 2. М., 2003. С. 485.
9. Чистяков В. С. Сущность и содержание социального управления. М., «Конкорд», 1999.



Д.А. Родионов

ПРОБЛЕМА СИЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

(Самарский университет)

Одной из важных проблем философии техники XX-XXI веков является проблема искусственного интеллекта. Существует разделение искусственного интеллекта (ИИ) на «сильный» и «слабый» на основании их границ применимости.

Работа «слабого ИИ» заключается в выполнении одной задачи, используя ограниченный набор инструментов. Примерами «слабого ИИ» можно считать вопросно-ответные системы (голосовые помощники по типу Siri или Яндекс-Алисы, онлайн-переводчики). Принцип работы данного ИИ можно описать на примере: допустим, есть задача узнать погоду на завтра, запрашиваем данную информацию у вопросно-ответной системы — если система голосовая, то она переведёт голос в текст, затем обработает данный запрос — далее происходит простой ввод запроса в поисковую систему — затем система предоставит нам погоду на завтра. Следовательно, сам механизм выполнения задачи представляет собой следующее: поступает запрос — обработка запроса — поиск подходящего решения исходя из перечня доступного инструментария — вывод решения. Становится очевидным, что слабый ИИ запрограммирован на решение одного вида задач и использует лишь те методы и инструменты, которые позволяют указанную задачу эффективно выполнять. Однако, несмотря на указанную выше ограниченность, этот тип искусственного интеллекта — мощный аналитический инструмент, позволяющий работать с узким спектром информации гораздо быстрее, чем с такой же задачей справлялся бы человек.

Модификацией «слабого ИИ» выступает «сильный ИИ». Как замечал Дж.Сёрл, «компьютер, запрограммированный соответствующим образом, будет являться разумом» (3, 413с.), причем, разумом, который будет являться полным аналогом человеческого разума. Следовательно, в сугубо прикладном ключе «сильный ИИ» способен решать больший спектр задач, нежели чем «слабый», поскольку у него есть способность к обучению и к представлению знаний. Можно выделить и другие критерии, которые должны быть у «сильного ИИ»: планирование, сознание и самосознание, общение на естественном языке (а не перевод его в запрос). Именно в этом и состоит основная проблема «сильного ИИ» — каждое из перечисленных свойств не является необходимым для его существования, поскольку сама структура мыслительного процесса машины может отличаться от человеческого мышления, а указанные выше аспекты — сугубо человеческие. Дж.Сёрл, пользуясь аналогией с человеческим разумом, описывал невозможность «сильного ИИ» следующим образом:

- 1) Машина работает с синтаксисом,
- 2) Человек, пользуясь разумом, работает с семантикой;
- 3) Наличие синтаксиса не достаточно для существования семантики.



Отсюда вывод: инструментарий машины не предполагает разум. На этом основании автор выстраивает свой знаменитый мысленный эксперимент: «китайская комната», сжатая суть которого в том, что сам Дж.Сёрл выполняет определенный алгоритм, как бы его сделал компьютер, и доказывает тем самым, что синтаксические манипуляции не могут породить семантику.

Однако Дж.Сёрл упускает важный аспект «сильного ИИ»: сущностно он может отличаться от человеческого мышления, и известные аспекты человеческого мышления не необходимы для его существования. Иначе говоря, Сёрл рассматривает только одну возможность генезиса «сильного ИИ» – создание человеком по своему образу и подобию. Однако можно представить происхождение данного вида искусственного интеллекта следующим образом: человек создает ИИ, базируясь на ИИ, человек может создать ИИ+, который может выполнять больший спектр задач, затем создается ИИ++ и так далее, пока в качестве результата не получится тот самый «сильный ИИ». И в указанном выше случае, и описываемом Дж.Сёрлом основанием и первоисточником является человек и его разум, но, во втором случае принимается во внимание закон ускоряющейся отдачи, разработанный Р.Курцвейлом. Нельзя не отметить тот факт, что даже исходя из постоянного наращивания технологических мощностей, причем экспоненциально, сложно спрогнозировать результат, однако одним из них теоретически может быть и «сильный ИИ».

Итак, проблема сильного искусственного интеллекта состоит в самой возможности его существования и основе, на которой он теоретически может быть создан.

Литература

1. Васильев В.В. «Чалмерс: все решения плохи» // Трудная проблема сознания. — М.: Прогресс-Традиция, 2009. — 272с.
2. Курцвейл Р. Эволюция разума. - М.: Бомбора. 2021. - 352 с.
3. Сёрл, Дж. Разум мозга — компьютерная программа? // В мире науки. (Scientific American. Издание на русском языке). 1990. № 3. (<http://alt-future.narod.ru/Ai/sciam1.html> Дата обращения: 01.04.2022г)
4. Chalmers, D., 2010, “The Singularity: A Philosophical Analysis,” *Journal of Consciousness Studies*, 17: 7–65. (<http://consc.net/papers/singularity.pdf> Дата обращения: 01.04.2022г)



В.С. Рябов, А.Е. Сериков

ВИННИ-ПУХ И ГРАММАТИКА АНГЛИЙСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

(Самарский университет государственного управления «Международный институт рынка», Самарский университет)

Аннотация: Антрополог К. Фокс описала около 250 неявных правил типичного поведения англичан. На основе предположения, что эти правила английской грамматики поведения можно проиллюстрировать примерами из художественной литературы, такие примеры для некоторых правил были найдены в «Винни-Пухе» А. Милна. Эти примеры дополнительно подтверждают идею о возможности обратного-инженерного выявления поведенческих правил на основе анализа художественных повествований.

Ключевые слова: поведение человека, грамматика поведения, грамматика культуры, анализ текста.

EXAMPLES OF IMPLICIT BEHAVIORAL RULES FOUND IN "WINNIE-THE-POOH" BY A. MILNE

Abstract: English anthropologist K. Fox described implicit rules of typical behavior of the English. Assuming that these rules can be illustrated by examples from fiction, we looked for them in "Winnie-the-Pooh" by A. Milne. The examples justifies an idea that reverse engineering procedures of text analysis could be possible in order to reveal behavioral rules from fiction narratives.

Keywords: human behavior, behavioral grammar, cultural grammar, text analysis.

Типичное и нетипичное в поведении соотносится с имплицитными правилами, которые в совокупности можно назвать *грамматикой поведения*. Если в этой совокупности правил выделить те, которые специфичны для культуры (в отличие, например, от биологических предрасположенностей), то их можно назвать *грамматикой культуры*. Относительно недавний и довольно успешный пример реализации такого подхода в антропологии – это книга Кейт Фокс «Наблюдая за англичанами» (1-е издание вышло в 2004 г., 2-е дополненное издание – в 2014 г.) [3]. Фокс описала около 250 правил английского поведения (английской культуры). Но так как это обобщенные правила, возникает вопрос о том, какие конкретные примеры можно им сопоставить и нельзя ли извлечь эти примеры из художественной литературы.

В частности, сама Фокс использует слово «Eeyorishness», производное от имени Ослика Иа-Иа (Eeyore) из сказки Александра Милна «Винни-Пух» для того, чтобы обозначить одну из ключевых типичных черт английского характера, которая в русском издании книги Фокс расшифровывается как «*пессимизм*»: «В нашем представлении природа вещей такова, что ничто никогда не идет как по маслу, всегда что-то случается, и мы испытываем извращенное



удовлетворение, когда видим, что наши мрачные пророчества сбылись» [2]. Для лучшего понимания этой английской черты приведем пример высказывания Иа-Иа, узнавшего, что он потерял свой хвост: «Это вполне естественно, — грустно сказал Иа-Иа. — Теперь всё понятно. Удивляться не приходится» [1].

Отталкиваясь от данного факта, мы решили поискать в «Винни-Пухе» наглядные образы других описываемых Фокс характеристик англичан и правил английского поведения. Ниже приводятся некоторые из найденных нами примеров.

Первая из историй про Винни-Пуха начинается с того, что он «жил в лесу один-одинёшенек, под именем Сандерс» и это значило, что «на дощечке над дверью было золотыми буквами написано "Мистер Сандерс", а он под ней жил» [1]. Но дальше никто и никогда не называет медвежонка таким именем. Что здесь скрыто помимо юмора, основанного на игре слов? Фокс пишет *о правиле «крепостного рва с подъемным мостом»*, согласно которому англичане не любят облегчать посторонним поиск их дома и поэтому «номера домов или их названия обычно так же хорошо замаскированы, как и названия улиц <...> Номера наших домов в лучшем случае едва заметны, в худшем — полностью скрыты плющом, а то и вовсе не обозначены, очевидно, на том основании, что номер нашего дома, как мы считаем, можно вычислить по номерам соседних домов. <...> Почему не вывести большими цифрами или буквами номер или название дома на входной двери или опоре ворот? Ну, <...> это было бы несколько странно, слишком броско, вызываяще, это привлекло бы внимание» [2]. В соответствии с этим правилом, рядом с домом Пятачка на столбе прибита поломанная доска с надписью «Посторонним В.», про которую Пятачок говорит, что это имя его бабушки.

В первой истории про Винни-Пуха мы также видим прекрасный пример применения им *«правила преуменьшения»*, согласно которому англичане никогда не говорят то, что имеют в виду, напрямую. Они всегда недоговаривают, это такой сплав английской вежливости и английского юмора. Кристофер Робин стреляет из ружья в шарик, но попадает в Винни-Пуха. «Ой-ой-ой! — вскрикнул Винни-Пух. — Разве я не попал? — спросил Кристофер Робин. — Не то, чтобы совсем не попал, — сказал Пух, — но только не попал в шарик!» [1].

«Правило преуменьшения», согласно Фокс, является одним из двух правил английской иронии. Другим правилом иронии является *«правило самоуничижения»*. В соответствии с этим правилом, Винни-Пух знает про себя, что он поэт и первооткрыватель, но вслух всячески подчеркивает свою глупость. Так, в третьей истории он говорит Кристоферу Робину: «Я даже не знал, что я такой глупый простофиля! <...> Я самый бестолковый медвежонок на свете!», в следующей истории заявляет Сове: «Ты не забывай, что у меня в голове опилки и длинные слова меня только огорчают» [1].

Еще один очевидный пример связан с «правилом долгого прощания». Когда Винни-Пух пришёл в гости к Кролику, съел всё угощение и начал собираться домой, история развивается в соответствии с данным правилом. При этом Кролик следует правилу неукоснительно, а медвежонок его нарушает (потому



что всегда голоден): «По правде говоря, — сказал Кролик, — я сам собирался пойти погулять. — А-а, ну хорошо, тогда и я пойду. Всего хорошего. — Ну, всего хорошего, если ты больше ничего не хочешь. — А разве ещё что-нибудь есть? — с надеждой спросил Пух, снова оживляясь» [1].

Можно было бы привести и другие примеры того, как обобщенные правила грамматики поведения реализуются в поведении персонажей художественных произведений. Наличие таких примеров является одним из аргументов в пользу того, что анализ художественных повествований можно использовать для лучшего понимания поведения. Если существует соответствие между антропологическими описаниями правил, с одной стороны, и эпизодами художественных текстов, с другой, значит, в принципе должны быть возможны методы обратно-инженерной реконструкции правил на основе художественных текстов.

Литература

1. Милн А., Заходер Б. Винни-Пух. М.: Самовар, 2000. URL: <https://www.libfox.ru/104214-aleksandr-miln-vinni-puh.html#book> (Дата обращения 14.12.2021).
2. Фокс К. Наблюдая за англичанами. Скрытые правила поведения. М.: Рипол Классик, 2008. URL: https://royallib.com/read/foks_keyt/nablyudaya_zh_anglichanami_skritie_pravila_povedeniya.html#0 (Дата обращения 14.12.2021).
3. Fox K. Watching the English: The Hidden Rules of English Behaviour (2nd ed.). London: Hodder, 2014.
4. Milne A. A. Winnie-the-Pooh. New York: Puffin Books, 2005.

А.П. Слащинина

СОЗДАНИЕ МЕТАВСЕЛЕННОЙ КАК ОТРАЖЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ НА ПОСТМАТЕРИАЛЬНЫЕ ЦЕННОСТИ

(Самарский университет)

Распространение технологии мобильного интернета изменило жизнь людей XXI века, разделив их жизнь на online и offline, в которой online жизнь с каждым днем начинает иметь все большее значение. Развитие дистанционных технологий не только позволило нам работать, учиться и общаться удаленно, но и заставило нас пересмотреть свое отношение к труду, развлечениям и тем средствам, которые мы при этом используем.

Если XX век характеризуется трансформацией общественных отношений от индустриального общества к «обществу потребления», описанного французским философом Ж. Бодрийяром [1], то XXI характеризуется движением к постматериальным ценностям, описанным американским социологом Р. Ин-



глхартом [2]. Одним из показателей этого являются работы по созданию преемницы мобильного интернета — метавселенной.

По определению венчурного инвестора и одного из главных идеологов метавселенной Мэтью Бола, метавселенная это — «крупномасштабная и интероперабельная сеть трехмерных виртуальных миров, отображаемых в режиме реального времени, которые могут синхронно и постоянно восприниматься фактически неограниченным числом пользователей с индивидуальным ощущением присутствия и с непрерывностью данных, таких как личность, история, права, объекты, коммуникации и платежи» [3]. Основанием для того, чтобы считать, будто между созданием метавселенной и постматериальными ценностями есть связь, является один из основных критериев ее работы — децентрализованность.

Именно децентрализованность как нельзя лучше отражает значение индивидуального выбора и личной свободы, присущих постматериальным ценностям. Экономическое развитие, способствующее культурным сдвигам, связанным с индивидуализмом, в метавселенной отражено в функционирующей экономике, основанной на блокчейн-технологиях, обеспечивающих децентрализацию криптовалюты, а значит анонимность и свободу пользователей. В настоящий момент множество компаний предпринимают попытки к созданию своих метавселенных, основанных на блокчейн-технологиях, с использованием децентрализованных финансов и NFT, но их организация ограничивается онлайн играми с возможностями заработка и создания контента, с последующей монетизацией, представляя собой лишь промо-версию того, какой будет метавселенная.

Кроме экономической составляющей децентрализованность метавселенной должна заключаться и в совместимости цифровых активов с различных платформ с целью исключения монополизации метавселенной группой ведущих компаний. В настоящий момент это технически невозможно, а все попытки соединить платформу и представителей рынка, как это делают Fortnite и The Sandbox, по сути представляют собой лишь маркетинговую коллаборацию.

В заключении хотелось бы сказать, что хотя пространство метавселенной находится под сильным влиянием капиталистической машины, разработка метавселенной является не только логичным продолжением развития интернет технологий, но и отражением смены ценностных ориентаций, от ценностей «общества потребления» к постматериальным ценностям. А учитывая то, что в соответствии с теорией модернизации «экономическое развитие приводит к повсеместным социальным и культурным последствиям, от повышения уровня образования и профессиональной специализации до изменения гендерных ролей и усиления акцента на индивидуальной автономии» [4, С. 36] создание метавселенной ускорит движение к постматериальным ценностям.

Литература

1. Бодрийяр Ж. Общество потребления. – М.: Издательство АСТ, 2020. – 320 с.



2. Инглхарт Р., Вельцель К. Модернизация, культурные изменения и демократия: Последовательность человеческого развития. – М.: Новое издательство, 2011. – 464 с.

3. Ball, M. The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It // URL: <https://www.matthewball.vc/all/forwardtothemetaverseprimer> (дата обращения: 02.01.2022)

4. R. Inglehart, D. Oyserman. Individualism, autonomy and self-expression: The human development syndrome. – International studies in sociology and social anthropology, 2004. – 41 p.

Г.А. Трафимова

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Самарский университет)

Радикальные изменения в жизни социума во многом связаны с развитием информационных технологий (ИТ) и информационной сферы. Происходящая в настоящее время Четвертая промышленная революция предполагает трансформацию экономики и затрагивает многие сферы: экономическую, политическую, социокультурную, сферы образования, здравоохранения, и др.

Особое значение развитие ИТ имеет для коммуникаций между людьми. С развитием разнообразных информационных технологий социальные активности людей всё больше осуществляются в информационном пространстве и цифровых средах.

По мере развития процессов цифровизации все более важным становится применение цифровых инструментов для исследования современных трансформаций. Это позволяет фиксировать и изучать различные виды социальной активности с помощью анализа «цифровых следов» как результата поведения пользователей интернета, зафиксированного в цифровом пространстве в текстовой или визуальной форме [1, с. 176]. Способность агрегировать огромное количество цифровых следов человеческого поведения через цифровые ресурсы представляет новую парадигму сбора данных. При условии правильного использования для решения релевантных исследовательских задач цифровой след позволяет преодолеть многие ограничения традиционных источников данных и открывает большие возможности для получения нового знания [1, с. 180].

Еще одним примером ставших широко известными ИТ можно назвать блокчейн, или технологию распределенного реестра. Распределенный реестр как способ хранения информации позволяет делать все транзакции прозрачными, что не позволяет манипулировать данными или уничтожать их, взломав «ядро» системы.

Успешной технологией блокчейн сделали криптовалюты, но технология распределенного реестра внедрилась в различные отрасли экономики и обще-



ственной жизни: логистику и ритейл, здравоохранение, государственное управление, выборы и т.д. В последнее время эта технология применяется и в научной сфере.

Исследователи выделяют четыре области, где применение блокчейна идет наиболее активно: работа с первичными данными и выход из кризиса воспроизводимости исследований; оптимизация издательских процессов и рецензирования; снижение пристрастности, коррумпированности и бюрократизма в экспертизе и финансировании науки; выстраивание более комплексной, гибкой и «низовой» наукометрии [2, с. 388].

В последнее время становится все более очевидным необходимость глубокого осмысления того, каким становится общество при массовом внедрении информационных технологий в промышленности, масштабной автоматизации бизнес-процессов и что именно происходит под влиянием искусственного интеллекта (ИИ), робототехники, сенсорики, фотоники и квантовых технологий.

Кибернетический подход к анализу и управлению обществом предполагает, что целью нового типа общества (Общества 5.0) является полное раскрытие и самореализация, рост продуктивности и эффективности людей на основе взаимодействия цифровых технологий и человека. При этом предполагается решение таких задач, как: изучение процессов принятия решений активными личностями-актерами; развитие систем ИИ; раскрытие талантов и полноценное использование знаний и умений людей; обеспечение средствами ИИ коммуникации; развитие моделей и методов выявления и разрешения конфликтов на основе систем ИИ для достижения «баланса интересов» [3, с. 10].

Еще более важным становится вопрос о том, что будет представлять из себя Общество 5.0 («Super Smart Society»), в котором интеллект человека и ИИ дают синергетический эффект? В этом плане не удивительно, что и в научной, и в бизнес-среде ведутся серьезные споры о степени участия человека в системах на базе ИИ для безопасной и эффективной их работы. К темам таких споров относятся проблемы, где хорошо видны границы человеческих и технических феноменов (например, проблемы внедрения беспилотных технологий или других систем на базе ИИ).

Среди наиболее ярких примеров последствий современного развития сферы информационных технологий можно назвать последствия социально-гуманитарного характера. Назовем два примера таких последствий.

Ярким примером социальных последствий выступает проблема подготовки кадров для цифровой экономики. Представляется, что российское общество оказалось не совсем готовым к появлению и институционализации новых профессий и видов деятельности, поскольку для своевременной подготовки специалистов новых отраслей необходимо трансформировать как саму систему профессий, так и систему образования.

Кроме того, в последнее время в российской сфере ИТ в целом, и в областях, связанных с новейшими типами исследований - исследованиями ИИ, машинного обучения, нейросетей, - образовался определенный дефицит кадров. В этой связи для ведущих российских университетов основной становится задача



подготовки специалистов в сфере ИТ, готовых решать сложнейшие современные задачи.

Такую задачу ставит перед собой и Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева. Среди направлений, по которым в последние годы Самарский университет был включен в список наиболее авторитетных исследовательских вузов страны, практически всегда было направление «Компьютерные науки» (Computer Science) [4].

Кроме того, на ряде направлений подготовки в образовательных программах 2022 г. представлены программы бакалавриата и магистратуры, связанные с разработкой ИИ, в том числе применительно к автоматизации современных производств, а также программы профессиональной переподготовки специалистов [5].

Вторым примером важных последствий развития сферы ИТ в целом выступает недостаточный уровень осмысления социально-гуманитарных последствий (в частности, правового и этического характера). Несмотря на заявления о значимых положительных последствиях социально-гуманитарного характера, например, более полное раскрытие способностей людей при использовании разнообразных видов ИТ, большинством программ цифрового развития предполагается, что главная цель совершенствования технологий - оптимизация дохода от развития цифровой экономики. Поэтому информационные технологии, чаще всего, используется как один из мощных способов конкурентной борьбы и получения прибылей и сверхприбылей, а не как механизм, способствующий становлению гуманного, социально-ориентированного общества.

Литература

1. Забокрицкая Л. Д., Орешкина Т. А. Анализ статистики поисковых запросов как инструмент мониторинга экологических установок населения региона // Вестник Института социологии. 2021. Т. 12. № 2. С. 175–193.
2. Космарский А. А. Блокчейн для науки: революционные возможности, перспективы внедрения, потенциальные проблемы // Мониторинг общественного мнения : Экономические и социальные перемены. 2019. № 2. С. 388—409.
3. Сойфер, В.А. Human fActor / В.А. Сойфер // Онтология проектирования. – 2021. – Т. 11, №1(39). – С.8-19.
4. Самарский университет - в числе сильнейших российских вузов по направлениям "инженерия и технологии", "компьютерные науки" [Электронный документ]. URL: <https://ssau.ru/news/17221-samarskiy-universitet-v-chisle-silneyshikh-rossiyskikh-vuzov-po-napravleniyam-inzheneriya-i-tekhnologii-kompyuternye-nauki> (дата вхождения 1.04.2022).
5. Новые программы обучения цифровым технологиям запустили в Самаре. [Электронный документ]. URL: <https://ssau.ru/news/19143-novye-programmy-obucheniya-tsifrovym-tekhnologiyam-zapustili-v-samare> (дата вхождения 1.04.2022).



ИСКУСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ ТРУДА

(Самарский университет)

Стремительное развитие технологий, применение роботов и искусственного интеллекта на рабочих местах приводит к возникновению безработицы и потерянности при полагании новых ориентиров в области профессиональной деятельности [2]. Исследования на тему четвертой промышленной революции полны антиутопических и пугающих выводов о будущем человечества, в частности применения искусственного интеллекта [4]. Цель доклада – выявить место искусственного интеллекта в сфере труда, провести анализ проблем, связанных с его использованием.

Искусственный интеллект применяют в разных сферах деятельности человека. В мае 2020 года Правительство РФ приняло постановление, которое поддерживает эксперимент по применению искусственного интеллекта в беспилотном автомобильном транспорте общего пользования. При удачном испытании беспилотный транспорт станет частью инфраструктуры городов. Сбербанк доверил искусственному разуму анализировать заявки на кредиты, заменил часть юристов роботами, так же планирует заменить половину операторов колл-центра. В МЧС РФ применяют искусственный интеллект для распознавания пожаров, наводнений и других чрезвычайных ситуаций еще на стадии возникновения при помощи отслеживания изображений со спутника. Используют нейросеть в системе предупреждения и информирования населения о чрезвычайной ситуации, так же разрабатывается платформа, на которой пострадавшие будут подавать заявления на возмещение материального убытка от последствий катастроф.

По прогнозам Джеймса М. Маньика [3] американского исследователя в области искусственного интеллекта, так же Эрика Бриньольфссона [1] около половины рабочих мест в мире и в России может быть автоматизировано к 2025—2035 годам. В связи с чем существует угроза замены человека на рабочих местах. Возникает вопрос: может ли искусственный интеллект полностью заменить человеческий разум? Тоби Уолш профессор искусственного интеллекта в своей книге «2062: время машин» пишет [5], что разум человека – это результат множества процессов, а искусственный интеллект действует по заложенной в него программе, алгоритму. Например, если робота обучить игре в шахматы он достигнет высшего результата, обыгрывая человека, но он не сможет самостоятельно перенастроиться, чтобы передать свой передовой опыт ученикам. Искусственный интеллект может выполнять лишь одну программу, которую в него загрузил человек. В Многофункциональном центре Пермской области ввели в штат робота, в его обязанности входят стандартные операции по оформлению документов, но разобраться в сложной ситуации клиента, где требуется детальное знание федеральных законов и принятие решений он не



способен. Человек имеет общее видение картины мира, интуитивное понимание жизни, искусственный интеллект действует в строго заданном алгоритме.

Экстренные службы города Москвы планируют применять нейросеть для приема входящих звонков. Искусственный интеллект путем распознавания фраз, слов будет формировать данные для вызова бригады скорой медицинской помощи, пожарных и других служб. Диспетчер, имея жизненный человеческий опыт может оказать психологическую, консультативную помощь, опираясь на профессиональные навыки и знания, способен спрогнозировать возможный ход развития чрезвычайной ситуации, что дает преимущество перед роботом. Таким образом на данный момент искусственный интеллект может заменить человека на однотипной, рутинной работе, не требующей принятия решений. Человек сохраняет за собой работу, где требуется эмпатия, творчество, социальная ориентированность, умение нести финансовую, экономическую и другую ответственность.

Стремление к совершенствованию технологий может привести к созданию сверхинтеллекта, который возможно превзойдет человека. Профессор Тоби Уолш пишет [5], что необходимо иметь точку отсчета отталкиваясь от которой можно сказать, что изобретен сверхинтеллект. Каждый человек индивидуален и имеет разные интеллектуальные способности, тогда с каким индивидом сравнивать, чтобы с уверенностью сказать - изобретен сверхинтеллект, превзошедший разум человека? Для создания искусственного сверхума необходимо полностью познать разум человека, чтобы воспроизвести его, но можно ли с уверенностью сказать, что работа разума постигнута до конца и найден предел развития?

Искусственный интеллект является продуктом научной деятельности человека, в связи с этим большую опасность представляет его некомпетентность, отсутствие моральных и этических ориентиров. Инженер из Кремниевой долины Мартин Форд в докладе о революции роботов и прогнозах будущего [6] пишет, что компьютеры могут стать настолько разумными, что большинство профессий будут автоматизированы. Тогда возникнет катастрофическая технологическая безработица. Большая часть доходов будет принадлежать владельцам роботов и технологий, остальная часть населения будет испытывать недостаток дохода. Если система капитализма не будет радикально изменена, безработица приведет к снижению спроса, что в свою очередь приведет к разрушению экономики и невозможности инвестировать в развитие исследований искусственного интеллекта. С другой стороны, стремительное развитие технологий может привести к росту благосостояния, что возможно истощит экологические ресурсы земли и приведет к гибели человечества. Таким образом развитие искусственного интеллекта может привести не только к технологической безработице, но и к возможным катастрофическим последствиям для планеты и цивилизации. Человек является творцом искусственного интеллекта и от его моральных ориентиров зависит будет ли он применен во благо человечества или разрушит его. Для урегулирования данного вопроса необходимо создавать законо-



дательные проекты, основанные на принципах этики и морали, регламентирующие взаимодействие робота и человека, разработку и внедрение технологий.

Литература

1. Бриньолфсон Э., Макафи Э. Вторая эра машин. Работа, прогресс и процветание в эпоху новейших технологий. – М.: Аст, 2017. – 384 с.
2. Danaher J. «Will life be worth living in a world without work? Technological Unemployment and the Meaning of Life». -2017.
URL:https://www.researchgate.net/publication/297897379_Will_Life_Be_Worth_Living_in_a_World_Without_Work_Technological_Unemployment_and_the_Meaning_of_Life (дата обращения: 10.03.2022).
3. Manyika J., A Future That Works: Automation, Employment and Productivity, vol.10 no.15, 2017.
4. Срничек Н., Уильямс А. Изобретая будущее: посткапитализм и мир без труда. - М.: Strelka Press, 2019. - 336 с.
5. Уолш Т. 2062: время машин. - М.: Аст, 2019. -320 с.
6. Форд М. Революция роботов: почему вы должны беспокоиться. - 2013. URL:https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.afb8ca58-624bdfaf-d0db3dde-74722d776562/https/www.huffpost.com/entry/robots-economy_b_2500617 (дата обращения: 10.03.2022).

К.А. Ходов

ПОНЯТИЕ «МИРОВОЗЗРЕНИЕ» В ФИЛОСОФИИ Н.О. ЛОССКОГО

(Самарский университет)

Существуют различные подходы к определению понятия «мировоззрение». Данный термин впервые появился в начале 18-ого века у немецких мыслителей. Однако одним из интереснейших периодов в вопросах мировоззрения было начало 20-ого века в русской философии. Ярким представителем отечественной философской мысли является Николай Онуфриевич Лосский. Он известный представитель русской религиозной философии. Кроме того, один из основоположников направления интуитивизма в философии.

В своём труде «Типы мировоззрений» Лосский классифицирует различные типы мировоззрений в их отношении друг к другу. Для того, чтобы изучать эту классификацию, необходимо определиться для начала с базовыми понятиями.

Мировоззрение как базовая система человеческих знаний о мире и о месте человека в мире впервые появилось как термин в начале 18 века в трудах немецких романтиков. Однако для того, чтобы говорить о типологии мировоззрений, необходимо определиться, на каком основании эти типологии будут определяться. Это может быть религия, философия, естественные науки, соци-



ально-политические течения. В данной работе нас интересует типология мировоззрений, основанная на метафизических системах.

В общем смысле метафизика представляет собой философское учение о сверхопытных началах и законах бытия. Понятие «метафизика» возникло ещё в античности. Так, одним из первых, кто употребил данный термин, был Андроник Родосский, который занимался систематизацией трудов Аристотеля. Что характерно, понятие о метафизике как базовом философском учении изменялось со временем.

Подробнее же хотелось бы остановиться на том, как разграничивал типы мировоззрения в своих работах Николай Онуфриевич Лосский.

Лосский утверждает, что первоначальный смысл «метафизики» как «первой философии», содержащий в себе учение о сущем как таковом, забылось с ходом развития философской мысли. На смену этому определению пришло понятие «сверхфизического».

Сам Лосский даёт следующее определение метафизики как центральной науки философии: «Метафизика есть наука о мире, как целом; она даёт общую картину мира, как основу для всех частных рассуждений о нём»⁷. Саму же метафизику можно подразделить на три основные составляющие: онтологию, космологию и теологию. Таким образом, метафизика, по мнению Лосского, должна входить в состав всякого философского учения, а следовательно, и всякого мировоззрения, построенного в рамках данной философии.

В соответствии с вышеизложенными мыслями, для определения типологии мировоззрений необходимо дать классификацию мировоззрений в зависимости от метафизических систем. Именно этим и занимался Лосский.

Так, мировоззрение, допускающее только один вид идеального бытия – субстанцию, называется субстанционализмом. Мировоззрение, допускающее иные виды, кроме субстанции, идеальной материи (порядок, форма, отношение), называется идеал-реализмом. И наконец, мировоззрение, которое, наоборот, отрицает существование сверхвременных (идеальных) начал, Лосский называет актуализмом. Эта классификация строится на основе онтологической составляющей метафизики.

Далее следует космология. Она исследует всё окружающее как взаимозависимые или, наоборот, отдельные друг от друга элементы. В соответствии с этим и мировоззрение может быть органическим или неорганическим. Данные мировоззренческие системы строятся на отношениях между частями и целым.

Сочетание этих видов, в зависимости от того, какая часть метафизики рассматривается, даёт множество типов мировоззрений, которыми и оперирует Лосский.

Таким образом, в итоге мы получаем классификацию Лосского типов мировоззрения в разрезе метафизических систем. Одни обладают органическими чертами, другие неорганическими. Одни строятся на признании одного или не-

⁷ Лосский, Н. О. Типы мировоззрений [Текст] Изд. Современные записки, 1931 г



скольких видов идеального бытия, другие вовсе отрицают существование какого бы то ни было идеального бытия. Всё это даёт нам поле для рассуждения о проблеме мировоззрения как таковой. Типологии мировоззрений и базис, на которых они строятся, представляют крайний интерес, когда речь идёт о мировоззрении и о том, каким оно должно или может быть.

Литература

- 1 Скирбекк Г., Гилье Н. История философии: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений [Текст]. Изд. центр Владос, 2001.
- 2 Лосский, Н. О. Типы мировоззрений [Текст] Изд. Современные записки, 1931.

В.В. Ходыкин

ФЕНОМЕН РАЦИОНАЛЬНОСТИ: В ПОИСКАХ КРИТЕРИЕВ

(Самарский университет)

Феномен рациональности, как показывает история развития западной философии, выступает необходимым стержнем самого мировоззрения данного культурно-исторического типа. В данной связи академический дискурс относительно данного феномена и смежных ему категорий носит некий пульсирующий характер. Другими словами, интерес к данной проблематике со временем переживает периоды заметного оживления, а также и постепенного затухания. Хотя, конечно, полного безразличия к феномену рациональности пока еще не наблюдалось. Что само по себе, учитывая специфику западного академического сознания, должно восприниматься как нечто вполне естественное.

Сама по себе категория рациональности в современном академическом философском сознании продолжает оставаться достаточно противоречивой. Причем подобные настроения имели место и в предыдущих столетиях. Достаточно вспомнить суждения о кризисе традиционного рационального мышления. И под последним в широком смысле слова подразумевается критический анализ всей истории развития западной философии эпохи Просвещения. Критике подвергается и сама наука, рациональность как ключевой критерий научности.

Хорошо известный антисциентизм как одно из ведущих направлений современной академической рефлексии постепенно набирает силу уже во второй половине XIX века. При всем разнообразии проблем и подходов к ним в рамках данного направления современной отечественной и западной философии, достаточно отчетливо прослеживается фундаментальный для контекста данного исследования тезис о неверии во всемогущество человеческого разума, в наличие у него способности решить ключевые вопросы, стоящие перед обществом, в целом, и перед отдельными социальными группами и людьми, в частности.

Развитие мысли в подобном ключе находит достаточно серьезный отклик в современном академическом сознании. Формируется определенного рода



консенсус со стороны западной и отечественной мысли. В частности, Г. Г. Шпет, П.П. Гайденко, Б.И. Пружинин отсылают нас к утверждениям Э. Гуссерля. Последний, в свою очередь, в «Кризисе европейских наук» говорил о порождении кризиса современного человека, который порождается кризисом в академической рефлексии и в научных исследованиях⁸.

Бесспорность достижений философского и научного разума при этом в целом едва ли вызывает сколь-нибудь ощутимые сомнения. Феномен рациональности как важнейший критерий научности и его решающая роль во всякого рода принятии обыденных решений, действиях по их воплощению в действительность тоже серьезным образом не оспариваются. «Достижения позитивных наук неоспоримы, но вопрос о возможности метафизики включает и вопрос о возможности фактических наук, которые лишь в неразрывном единстве с философией обретают свой соотносительный смысл – истин, соотносимых с отдельными областями сущего. Если разорвать разум и сущее, то каким же образом познающий разум может определить, что есть сущее?»⁹. Проблемное поле для аналитического философского дискурса формируется внутри научного самосознания, ориентированного на положительный результат в сложившейся позитивистской традиции. А последняя активно выступала за очищение науки от так называемых химер метафизики.

Однако впечатляющие достижения современной науки все равно перестают быть неким решающим аргументом в определяющей роли рациональности в повседневном бытии человека. Далее говорится о том, что ход мышления, поведение современного человека все в большей степени определяются повседневными заботами, потребностями, влечениями, даже эмоциональными переживаниями. Таким образом, слабеет роль аналитической активности разума.

В этой связи вполне закономерной целью данного исследования обозначим попытку ответить хотя бы в общих чертах вот на какой вопрос. Что же предложила так называемая сциентистская линия в современной философии в ответ на столь серьезные критические замечания в свой адрес, в адрес науки, в адрес феномена рациональности как фундаментального критерия научности?

Важно заметить, что в конце XIX века академическим сообществом осознается в полной мере необходимость формирования четких стандартов развития фундаментальных научных исследований. Иными словами, ощутимо возрастает роль теоретической составляющей науки. В данной области академических исследований происходят уточнения, усиливается математизация. Словом, теоретическая сфера научных исследований содержательно обозначает конкретику области познаваемого. В то же самое время прослеживается ослабление наглядности и усиление абстрактности научного познания. Более очевидной также становится специализация, многоуровневая структура научных исследо-

⁸ Пружинин Б.И. Ratio serviens? Контурь культурно-исторической эпистемологии. – М.: РОССПЭН, 2009. – С. 8-9.

⁹ Гуссерль Э. Кризис европейских наук и трансцендентальная феноменология. Введение в феноменологическую философию (главы из книги) // Вопросы философии. – 1992. – № 7. – С. 142.



ваний. Собственно, все это и позволило далее рассматривать сферу научных исследований как один из важнейших социальных институтов.

Обозначенные обстоятельства, как показывает исследовательская практика, уже с начала XX века в развитии философии науки наметили, по крайней мере, две привлекающих внимание линии дискурсивного анализа. Интерес в данном контексте вызывает феноменологическая редукция, а также логико-лингвистический поворот в рамках аналитической философии. В литературе по данной проблеме указанные направления иногда обозначаются еще и как философия феноменов сознания и феноменов языка.

Хорошо известны попытки поиска синтеза позиций феноменологии и аналитической философии. Акцент, к примеру К.-О. Апелем, делается на общем для них проблемном поле и схожих позициях таких известных представителей данных направлений, как Э. Гуссерль и Г. Фреге. Показателен факт начала формирования философских исследований данных авторов как отчасти альтернативных друг другу. Речь идет об известной достаточно критической рецензии Г. Фреге на работу Э. Гуссерля «Философия арифметики». Довольно распространенной следует считать точку зрения, согласно которой, рецензия Фреге послужила ключевым импульсом к трансформации интенциональности сознания Гуссерля от психоизма в направлении оформления ключевых постулатов феноменологии¹⁰.

Т. Кун в качестве констатации объединяющих заслуг обоих мыслителей акцентирует внимание на том, что обращение к «атомарным фактам» и «протокольным положениям» заметно ослабило потенциал эмпирического уровня во внешней оценке знания со стороны объекта. Другими словами, знание стало приобретать статус некоей произвольной конструкции, сформированной в сознании субъекта посредством рефлексии разума¹¹. Вместе с тем попытки установления серьезного диалога на концептуальном уровне между наследием двух столь влиятельных направлений в философии науки пока не приводят к эпистемологически заметным результатам.

Вместе с тем в силу того, что позитивистская рефлексия мало замечала значимость культурно-исторического смысла для развития науки, поначалу внимание пытались акцентировать на элементарном чувственном опыте, обеспечивающем первичную информацию об исследуемой действительности. Так, в предисловии к «Логико-философскому трактату» Л. Витгенштейна Б. Рассел говорит: «Мир состоит из фактов: ..., но мы можем объяснить, что мы имеем в виду, сказав, что факты суть то, что делает предложения истинными или ложными»¹². В результате независимость фактов распространяется на значения истинности. Таким образом, устанавливается на регулярной основе терминология научных теорий.

¹⁰ Фреге Г. Основоположения арифметики: Логико-математические исследования о понятии числа / вступ. ст. и пер. В.А. Суровцева. Томск: Водолей, 2000. – С. 29.

¹¹ Кун Т. Структура научных революций. – М.: АСТ, 2001. – С. 170.

¹² Рассел Б. Введение // Витгенштейн Л. Логико-философский трактат. – М.: Три квадрата, 2008. – С. 17.



Развитие данной мысли в контексте анализа качественно-чувственной сущности элементов, формирующих знание на теоретическом уровне, можно обнаружить у другого представителя аналитической философии эпохи неопозитивизма Р. Карнапа. По его мнению, академические инструментальные наблюдения можно рассматривать как визуальные. А предикаты подобных наблюдений в качестве функций пространственно-временных точек являются необходимой базой аргументов аналитического языка. Подобного рода редукция основывается на правильности понимания законов мироздания во всей их структурной сложности¹³.

Словом, логико-лингвистический поворот в неопозитивизме постулирует необходимость эксплицируемости условий определения эмпирических значений соответствующей терминологии внутри научных теорий. То же самое касается и логической эксплицируемости соответствующих качественных оснований получаемого знания. Далее У. ван О. Куайн берет курс на пересмотр данной слишком замкнутой, по его мнению, теоретической системы. Это уже в рамках постпозитивизма Куайн к середине XX века переносит интенциональность сознания философов аналитического направления в проблемное поле формирования логического синтеза языка и смыслов в науке. В данном контексте стала очевидной нехватка средств логико-лингвистического инструментария. Поэтому пришлось вновь обращаться к специфической методологии из психологии¹⁴.

Основу феноменологических изысканий в области критериев научности (т.е. преимущественно составляющих феномена рациональности), в свою очередь, составляет интенциональное, т.е. направленное на предмет сознание исследователя. Феноменология постулирует неразрывность и одновременно взаимную несводимость или нередуцируемость сознания и предметного мира. Сознание в данном случае отвечает за образование смысла у предметов. Устремление рефлексующего разума на предметы есть воссоздание смыслового поля (поля значений) непосредственно между сознанием и предметами его интенциональности. В феноменологии также прослеживается стремление очистить непосредственный опыт от чувственной его составляющей. Таким образом, по замыслу Э. Гуссерля, исследовательский опыт должен быть совокупностью чистых феноменов сознания. Феномен означает явление, которое в максимальной степени демонстрирует сущность. У Гуссерля феномен постигается и созидается интуицией.

Литература

1. Витгенштейн Л. Логико-философский трактат. – М.: Три квадрата, 2008. – 144 с.

¹³ См.: Carnap R/ Testability and Meaning // Philosophy of Science/ Vol. 3. October. – 1936. – №4. – P. 469-471.

¹⁴ См.: Куайн У.В.О. [Слово и объект](#). – М.: Праксис; Логос, 2000. – С. 86-88 с.



2. Гуссерль Э. Кризис европейских наук и трансцендентальная феноменология. Введение в феноменологическую философию (главы из книги) // Вопросы философии. – 1992. – № 7. – С. 141-144.
3. Куайн У.В.О. Слово и объект. – М.: Праксис; Логос, 2000. – 386 с.
4. Кун Т. Структура научных революций. – М.: АСТ, 2001. – 605 с.
5. Пружинин Б.И. Ratio serviens? Контуры культурно-исторической эпистемологии. – М.: РОССПЭН, 2009. – 423 с.
6. Фреге Г. Основоположения арифметики: Логико-математические исследования о понятии числа / вступ. ст. и пер. В.А. Суровцева. Томск: Водолей, 2000. – 65 с.
7. Carnap R/ Testability and Meaning // Philosophy of Science/ Vol. 3. October. – 1936. – №4. – P. 469-471.



СОДЕРЖАНИЕ

Прохоров С.А. К 50-летию кафедры информационных систем и технологий	3

Автоматизированные системы научных исследований

Legović T. A new model for predicting collision of birds with blades of a wind turbine	10
Markov V.N. Creating art images via the delaunay triangulation method	11
Абдульманов А.И. Многопоточная реализация отрисовки множества Мандельброта	14
Антонюк Е.М., Антонюк П.Е., Гвоздев Д.С. Адаптивная система автома- тического контроля с последовательно-параллельным анализом отклю- нений	15
Бочкарев А.В. Аппроксимационный метод коррекции аппаратной функ- ции хроматографических сигналов	19
Головнин О.К., Курганов А.В. Автоматизированная система анализа комментариев пользователей в службе мгновенного обмена сообщения- ми Telegram	23
Гудков В.В., Лёзина И.В. Автоматизированная система идентификации плотности распределения вероятности гипер радиально-базисной нейронной сетью	25
Журавлев Д.Р., Зеленко Л.С. Проектирование подсистемы оптимального размещения товаров на складе	28
Злыднева Л.С., Ермилина О.В. Алгоритм поиска экстремума статической характеристики инерционного объекта с запаздыванием в условиях сильных помех	31
Иванова-Инина А.А., Зеленко Л.С. Разработка подсистемы моделирова- ния портфеля заказов потребителей товаров	32
Иващенко А.В., Додонова Е.А., Дубинина И.Н. Цифровой мониторинг социально-экономических показателей развития региона	35
Карпушин А.Н., Зеленко Л.С. Разработка подсистемы подбора заказов товаров на складском комплексе	38
Кашапов Р.Р., Лёзина И.В. Предварительная инициализация весовых ко- эффициентов при решении задачи идентификации плотности распреде- ления вероятности радиально-базисной сетью	41
Козлов И.В., Лёзина И.В. Исследование применения радиально-базисной сети для решения задачи распознавания арабских цифр	44
Корчагин П.П. Разработка программного комплекса для сбора данных в рамках эксперимента по определению эффективности рекомендаций	



различных математических моделей и систем искусственного интеллекта	47
Кротков В.Д. Применение технологии PWA при разработке автономного режима работы веб-приложения «Контроль охраны труда»	50
Куликов Ф.О., Камальдинова З.Ф. Математическая модель предсказания побед в российском теннисном туре	53
Куприн Н.С., Лёзин И.А. Исследование методов обработки музыкальных композиций	57
Лёзин И.А., Дмитриев Ю.Н. Исследование алгоритмов обучения нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга для решения задач прогнозирования	62
Медведева Е.С., Попова-Коварцева Д.А. Разработка конструктора меню для ресторана	66
Пашин А.А., Кудрина М.А. Исследование методов стеганографии изображений	69
Сагитов Р.Ф., Лёзин И.А. Исследование способов организации автоматизированных систем звуковой фильтрации	73
Сайгак Я.О., Лёзина И.В. Распознавание латинских букв многослойным персептроном	77
Сергеев Р.Н., Лимов М.Д., Осипов М.Н. Методика измерения и оценка среднего поперечного размера субъективного спекла	82
Спиридонов Г.В., Мокшин В.В. Диагностика и коррекция планирования мероприятий на нефтегазовых производствах посредством автоматизированной системы	84
Суслов А.В., Ярославкина Е.Е. Акустические методы контроля отложение парафина на внутренних стенках трубопроводов	86
Хугаева Д.Р., Лёзина И.В. Предварительная инициализация весовых коэффициентов при решении задачи идентификации плотности распределения вероятности многослойным персептроном	89
Хугаева Я.Р., Лёзина И.В. Предварительная инициализация весовых коэффициентов радиально-базисной нейронной сети при решении задачи прогнозирования объема продаж осетинских пирогов на следующий день	92
Шамин Е.А., Зеленко Л.С. Разработка автоматизированного рабочего места следователя	95
Ширяева О.В., Плешаков Е.Г., Зеленко Л.С. Разработка ERP-системы для независимого музыкального издательства «Выргород»	97

Информационная безопасность

Бабенко А.А. Разработка системы управления рисками информационной безопасности в государственных информационных системах	102



Бабенко А.А., Вдовкин А.А. Алгоритм оценки риска информационной безопасности автоматизированной системы управления технологическими процессами нефтегазовой отрасли	105
Баландин Д.П., Лимов М.Д., Осипов М.Н. Применение Спекл-структур для защиты информации от фальсификации	108
Борисова Е.В. Изучение возможности применения различных элементов для защиты систем квантового распределения ключа	111
Михеева Т.И., Молодыко К.А. Основные принципы функционирования роевой роботизированной системы	113
Михеева Т.И., Молодыко К.А. Метод защиты пакетов данных роевой роботизированной системы. Метод аутентификации и отсчета пакетов	117
Прыгунов М.И. Конфиденциальная система обмена мгновенными сообщениями	120
Фирсова А.А., Константинов И.В. Механизм для противодействия DDOS-атакам, направленный на клиентов дифференцированных услуг	122
Цветов В.П. Выбор параметра регуляризации по обучающей выборке при решении плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений	126

Интеллектуальные системы и машинное обучение

Абрамов К.Д., Лобанков А.А. Разработка симулятора для проверки работоспособности высотомера малых высот	131
Азаматов И.Р., Додонов М.В. Автоматизированная система обнаружения огнестрельного оружия в общественных местах	133
Баранов В.А., Кузьмин А.В., Пушкарева А.В. Естественный и искусственный интеллект: проблема обмена измерительной информацией	137
Бербасов О.Д., Привалов А.Ю. Прогнозирование момента переполнения буфера в узле телекоммуникаций с помощью нейронной сети	141
Божимов А.Д., Солдатова О.П. Разработка архитектуры нейронной сети для задачи фильтрации шума в звуковом потоке	143
Гижевская В.Д., Оплачко Д.С. Разработка классификатора изображений с помощью глубоких нейронных сетей	146
Дасаева Д.А., Мокшин В.В. Обзор методов прогнозирования спроса на онлайн площадках	149
Жигалов А.Ю., Болодурина И.П., Парфенов Д.И., Гришина Л.С. Разработка графовой модели структурных и семантических отношений между сущностями документов для интеллектуальной обработки больших данных	157
Иванов А.И. Синтез новых интегро-дифференциальных статистических критериев и эквивалентных им искусственных нейронов для малых выборок	161



Сардор Каримов Илхом угли Методы машинного обучения для прогнозирования урожайности с использованием спутниковых изображений SENTINEL-2	163
Костин Н.А., Белоусов А.А. Реализация и исследование решения задачи прогнозирования динамики курса криптовалют с помощью моделей авторегрессии	170
Легостаева Е.С., Великанова Л.А., Легостаева В.Ю. Проектирование интерьера офиса с помощью технологии виртуальной реальности	174
Лякишев А.А., Привалов А.Ю. Моделирование человеческой мобильности с использованием нейросетей	178
Максимов А.И., Родин В.А. Исследование эффективности методов переноса стиля для задачи сопоставления натуралистичных изображений и набросков	181
Максимов А.И., Тимошкин Д.П. Исследование методов предобработки аудиозаписей для задачи проверки их подлинности	185
Медведева А.А., Соболев В.А. Персонализация предложений на основе абонентов «МЕГАФОН»	188
Миколайчук Н.Н., Чуманкин Ю.Е. Извлечение схемы автомобильных дорог со спутниковых снимков с использованием свёрточных нейронных сетей	192
Овчинников И.В. Разработка алгоритмов и программного обеспечения автоматического построения цифровых адресных планов на основе неполных пространственных данных	196
Озеров А.В., Маршова А.С. Техническое зрение в составе систем автоматического управления движением поездов	201
Орлова Е.В. Выявление причинных связей в рандомизированных испытаниях на основе алгоритмов машинного обучения	205
Подгорный А.С. Интеллектуальная система распознавания речи в роботе ассистенте	209
Порубай О.В., Сиддигов И.Х. Интеллектуализация принятия управленческих решений в электроэнергетических объектах в условиях неопределённости на основе эвристических методов	211
Сайтова Г.А., Елизарова А.В., Яковлев И.А. Алгоритм системы управления аккумуляторной батареи в автономном необитаемом подводном аппарате	213
Сапожникова О.В. Голосовой помощник «ATHENA»	217
Ситникова Ю.В., Оплачко Д.С. Разработка автоматизированной системы распознавания авторства текста на естественном языке	219
Соловьева Я.В., Некрасова А.С. Исследование методов классификации текстов на естественном языке	223
Столбова А.А., Малышев А.А. Разработка автоматизированной системы выявления фальсифицированных фрагментов на фотоизображениях	227



Толмачев С.В., Болодурина И.П., Парфёнов Д.И., Гришина Л.С., Жигалов А.Ю. Исследование устойчивости свёрточной нейронной сети для классификации изображений при проведении состязательных атак	229
Ургалкина Ю.А., Семенова И.В. Реализация поиска кулинарных рецептов по результатам распознавания ингредиентов на изображении	232

Информационные технологии высокопроизводительных вычислений

Востокин С.В. Обзор проекта автоматизации параллельных и распределенных вычислений TEMPLET	235
Выгодчикова И.Ю. Оптимизация контрактов на рынке труда в условиях информационной асимметрии	239
Выгодчикова И.Ю., Андреева Е.М. Оценка риска инвестирования капитала на основе интервальных данных	244
Выгодчикова И.Ю., Власова А.С. Комплексное решение о премировании персонала на основе бально-рейтинговых оценок качества труда и минимаксного критерия	246
Павлов А.С. Имитационное моделирование Баньян-сети	249

Информационные технологии в медицине

Алимурадов А.К., Тычков А.Ю., Чураков П.П., Дудников Д.С. Новый подход к выявлению скрытых информативных параметров речевых сигналов на основе метода декомпозиции на эмпирические моды	253
Бужлаков Н.С., Сопченко Е.В. Разработка автоматизированной системы передачи данных об уровне глюкозы в приложении «XDRIP+»	257
Викулова А.А., Болодурина И.П., Жигалов А.Ю., Гришина Л.С. Интеллектуальная система распознавания изображений рентгенограмм для диагностики тяжести заболеваний в условиях эпидемии COVID-19	260
Воробьев И.Г., Болодурина И.П., Борщук Е.Л., Гришина Л.С. Моделирование демографических показателей в условиях пандемии	263
Иноземцева П.П., Лобанков А.А. Разработка автоматизированной системы выдачи и проверки сертификатов о вакцинации на основе блокчейн технологии	266
Климентьев К.Е. Опыт мультиагентного моделирования эпидемии	268
Костенкова М.Ю. Применение методов когнитивной графики для визуализации состояния пациента по его физиологическим параметрам в отделениях реанимации и интенсивной терапии	272
Куликовских И.М., Коновалов С.Е., Прохоров С.А. Применение метода комплексирования для повышения многозначности интерпретаций медицинских решений	276



Прусс Д.И., Рябова Е.П., Сафронов М.И., Кузьмин А.В. Формирование базы данных сигналов акселерометра для мониторинга физической активности человека	279
Салтановский В.Д., Кутняков В.И. Система диагностики заболеваний с использованием нейросетевых технологий	283
Смагин А.А., Булаев А.А., Бильданов Р.Г., Смолеха В.П. Модель технологического процесса изготовления радиофармацевтических лекарственных препаратов	287
Столбова А.А., Епишина Е.И. Аналитический обзор интеллектуальных автоматизированных систем анализа медицинских изображений	292

Информационные технологии на транспорте

Алексеев В.В., Орлова Н.В., Дроздова А.В. Мобильные информационно-измерительные системы оценки состояния железнодорожного пути	295
Арискин Е.О., Зотеева А.И., Никитин А.В., Солдаткин В.В., Фазулов И.М. Ультразвуковая система измерения параметров вектора ветра на борту одновинтового вертолета с ультразвуковыми и аэрометрическими каналами	298
Головнин О.К., Востокин С.В., Сабельников А.С. Программный сервис для организации параллельных вычислений при построении маршрутов в системах транспортной логистики	302
Головнин О.К., Кононенко Н.А. Автоматизированная система мониторинга грузовых перевозок на основе данных дистанционного зондирования Земли	305
Горбунов А.Е., Мифтахов Б.И., Солдаткин В.В., Солдаткин В.М. Построение и оценка методических погрешностей системы измерения выотно-скоростных параметров самолета с невыступающим приемником потока	307
Демина В.Д., Ермилина О.В. Система управления транспортными потоками с использованием нечеткого регулятора	311
Ефремова Е.С., Солдаткина К.В. Исследование методических погрешностей вихревой системы воздушных сигналов дозвукового самолета	315
Ефремова Е.С., Солдаткин В.С. Построение и расчет инструментальных погрешностей измерительных каналов вихревой системы воздушных сигналов дозвукового самолета	319
Малышева В.А., Веселова Ю.В. Особенности применения современных информационных технологий для оптимизации логистических процессов	323
Михеева Т.И., Клепиков Н.М. Программный комплекс распознавания дорожных знаков в «ITSGIS»	326
Михеева Т.И., Клепиков Н.М. Экспериментальные исследования программного комплекса распознавания дорожных знаков в «ITSGIS»	331



Михеева Т.И., Петряев М.М. Распознавание и классификация геообъектов в плагине «Памятники» в ITSGIS	337
Михеева Т.И., Савичев А.С., Алексеев С.А. Плагин паспортизации дорог с визуализацией на интерактивной карте ITSGIS	341
Надежкин В.А., Хохрин А.С. Анализ возможности внедрения предиктивной аналитики отказов устройств ЖАТ в системы мониторинга и технической диагностики	346
Никищенко С.А. Диагностика многооперационных транспортных процессов с использованием триггерно-временных функций	350
Сарычева С.А. Применение интеллектуальной системы управления железнодорожного транспорта на полигоне Московского центрального кольца	354
Тарасов Е.М., Тарасова А.Е. Информационно-управляющая система переездной сигнализации с расширенными функциональными возможностями	358
Тарасов Е.М., Тарасова А.Е. Разработка математической модели комплексной передаточной функции по напряжению в рельсовых линиях с распределенными параметрами	363
Тарасова А.Е. Разработка инвариантного алгоритма классификации состояний рельсовых линий участков приближения к переездам	366
Угарин А.Е., Додонов М.В. Мобильные контрольно-измерительные комплексы на железнодорожном транспорте	370
Фролова Ю.А., Веселова Ю.В. Внедрение CRM-системы для повышения деятельности транспортного предприятия	374
Хохрин А.С., Надежкин В.А. О возможности приёма и обработки диагностической информации, получаемой с удаленных объектов железнодорожного транспорта	378

Моделирование и анализ сложных технических систем

Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н. NO-FIT-POLYGON/POLYHEDRON - ориентированная адаптация "муравьиного алгоритма" для решения задачи нерегулярного размещения геометрических объектов	382
Верхотуров М.А., Верхотурова Г.Н., Верхотурова О.М. NO-FIT-POLYGON/POLYHEDRON - ориентированная адаптация метода "моделирование отжига" для решения задачи нерегулярного размещения геометрических объектов	386
Голованов П.А., Тупоносова Е.П. Построение передаточных функций, отражающих влияние деятельности работы вуза на производство нефтепродуктов в самарской области	390
Гречишников В.М., Бутько А.Д., Извоицков Н.С., Лебедев Д.А. Математическое моделирование диагностики латентных дефектов электронных модулей методом граничного сканирования	393



Зотеев В.Е., Башкинова Е.В., Староквашева П.В. Математическое моделирование динамики капитальных ресурсов для задачи системного анализа энергосистемы самарской области	396
Зотеева А.И., Никитин А.В. Выбор и описание структурно-функциональной схемы системы измерения параметров окружающей среды на основе неподвижного аэрометрического приемника с дистанционной передачей информации	400
Измайлова Р.Н. Синергетический подход к управлению многорежимными динамическими объектами	403
Косников Ю.Н., Афанасьев А.И. Формообразование неаналитических поверхностей в режиме реального времени с применением сечений	405
Кривулин Н.П. Методы построения измерительных систем восстановления входных сигналов	409
Кузнецов Н.А., Смагин А.А. Анализ возможностей расширения временного диапазона обмена данными в каналах спутниковой связи	413
Любимов В.В., Удобанг Д.Д. О сходимости одного вида комплексных степенных рядов и их применении	417
Орлова Е.В. Организационно-методическое обеспечение разработки цифровых двойников	419
Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Оптимизация оформления изобретений для обеспечения их правовой охраны на основе экспертных методов	423
Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Принципы выбора формы правовой охраны изобретений на основе результатов их экспертной оценки уровня конкурентоспособности	426
Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Принципы оценки деловой репутации в машиностроении	428
Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Принципы формирования оценочных суждений о изобретениях в философии техники	430
Родионов Н.В., Загидуллин Р.С. Экспертная оценка категорий изобретений на основе экспертных методов и принципов в философии техники	433
Савенков Э.Б., Иващенко А.В. Повышение энергоэффективности системы управления зданием	436
Сайтова Г.А., Габдуллина Э.Р., Гайнетдинова Е.К. Информационные технологии при анализе и контроле состояния посевов в сельскохозяйственной отрасли	440
Смолев А.М., Заболотнов Ю.М., Михеева Т.И. Моделирование углового движения капсулы на тросе при разворачивании космической тросовой системы	444
Соснина Т.Н. Двойная двойственность как методологическое средство моделирования сложных систем	448
Сулоева Е.С., Филиппов М.М., Хасанов А. Алгоритмическое обеспечение интеллектуальной системы оценки секвестрационного потенциала и углеродных эмиссий	451



Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. К вопросу использования наиболее общих законов распределения в теории массового обслуживания	455
Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Трансформация классических систем массового обслуживания	458

Методика обучения и компьютерные обучающие программы

Абрамов К.Д., Лобанков А.А. Разработка симулятора для проверки работоспособности высотомера малых высот	463
Александрова М.В., Иващенко А.В. Автоматизированный анализ восприятия пользовательских интерфейсов дополненной реальности	465
Борисова А.В., Попова-Коварцева Д.А. Разработка балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов	468
Воробьева Ю.С., Малаканова О.А., Масленкова Н.А. Сложности обучения иностранному языку на образовательной онлайн-площадке	472
Горшкова Т.А., Попова-Коварцева Д.А. Программный тренажер для изучения английского языка	474
Иванов С.Ю., Лобанков А.А. Разработка симулятора для проверки работоспособности самолетного ответчика СО-69	477
Малахов Г.С., Симонова Е.В. Разработка веб приложения для обучения программированию	480
Черкасов А.Д., Лобанков А.А. Разработка автоматизированной системы для обсуждения и оценивания студенческих работ	486
Ярославкина Е.Е., Муратова В.В. Модель перехода к цифровой системе образования	490
Яцкевич Д.В., Попова-Коварцева Д.А. Разработка сервиса по обмену и продаже учебной литературы	492

Философия искусственного интеллекта и трансгуманизм

Атяскина А.Н. Миф в эстетической категории «фантастическое»	495
Гапаров И.А. К вопросу о соотношении понятий пользы и ценности	498
Гатен Ю.В. Конвергентный подход в образовании	503
Демин И.В. Понятие «идеологическая парадигма» в контексте современной теории идеологии	506
Демина А.И., Нестеров А.Ю. О специфике художественного образа в свете семиотической теории творчества	510
Зотов А.М. О нарциссизме в психотерапевтической практике цифровой эпохи	514
Костерин А.А. Социальное управление: функции, принципы, критерии эффективности	516
Родионов Д.А. Проблема сильного искусственного интеллекта	520
Рябов В.С., Сериков А.Е. Винни-Пух и грамматика английского поведения	522



Слащинуна А.П. Создание метавселенной как отражение ориентации на постматериальные ценности	524
Трафимова Г.А. Социальные аспекты современного развития сферы информационных технологий	526
Фозилзода Е.Н. Искусственный интеллект в сфере труда	529
Ходов К.А. Понятие «мировоззрение» в философии Н.О. Лосского	531
Ходыкин В.В. Феномен рациональности: в поисках критериев	533



Перспективные информационные технологии (ПИТ 2022):
труды Международной научно-технической конференции
Advanced Information Technologies and Scientific Computing
(PIT 2022): Proceedings of the International Scientific Conference

Размещено на сайте <http://www.ssau.ru/> 18.04.2022

Кол-во эл. носителей 100 экз.

Объем издания 12,5 Мбайт

Издательство Самарского научного центра Российской академии наук
443001, г. Самара, Студенческий пер., 3а
тел.: (846) 340-06-20