МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ДИСКРЕТНЫМ ТИПОМ ПРОИЗВОДСТВА

И.В. Воронцов

Самарский государственный технический университет

Разработка системы управления производством на любых предприятиях, как правило, начинается с анализа организационно-управленческих, экономических и производственных особенностей предприятия. В статье рассматривается вопрос построения моделей дискретных производственных систем как композиции элементарных абстрактных автоматов.

Каждый элемент дискретного производства как объект моделирования можно описать вектором $\mathbf{E} = (\mathbf{X_e}, \mathbf{Г_e}, \mathbf{A_e}, \mathbf{T_e}, \mathbf{У_e}, \mathbf{B_e}, \mathbf{P_e})$, где:

$\mathbf{X_e} = \{x\}$, где x – заготовка, поступающая на вход элемента **E**; x = 1, если на входе элемента есть заготовка; x = 0, если на входе элемента нет заготовки;

$\mathbf{Г_e} = \{г\}$, где г – управляющее воздействие на элемент **E**, например,

г = 1– начать обработку заготовки; г = 0 – останов объекта управления **E**;

$\mathbf{A_e} = \{a_0, a_1, a_2, a_3\}$, где состояния элемента a_i имеют следующий смысл:

$a_0 = 1$ – объект находится в нерабочем состоянии (останов);

$a_1 = 1$–объект начинает обработку заготовки (подготовительные операции);

$a_2 = 1$ – объект обрабатывает заготовку;

$a_3 = 1$ – объект закончил обработку заготовки (заключительные операции);

$\mathbf{T_e} = \{т_0, т_1, т_2, т_3\}$, где $т_i$ однозначно связаны с $\mathbf{a_i}$ и отображают время, в течение которого элемент находится в состоянии $\mathbf{a_i}$;

$т_0$ – неопределенно, так как время нахождения элемента в нерабочем состоянии зависит только от управляющих воздействий $\mathbf{Г_e}$;

$т_1 > 0$, если имеют место подготовительные операции, иначе $т_1 = 0$;

$т_2 > 0$ – время обработки заготовки;

$т_3 > 0$, если имеют место заключительные операции, иначе $т_3 = 0$;

При моделировании на значения $\mathbf{т_i}$ может накладываться некоторая случайная величина, позволяющая учесть внешние и внутренние факторы, влияющие на время нахождения элемента **E** в состоянии $\mathbf{a_i}$;

$\mathbf{У_e} = \{y\}$, где y=1, если деталь находится на выходе элемента, y=0 в остальных случаях;

$\mathbf{B_e}$ – функция выхода элемента тривиальна: $\mathbf{y = a_3}$, так как выход детали происходит только в состоянии $\mathbf{a_3}$;

$\mathbf{P_e}$ – функции переходов элемента из состояния $\mathbf{a_{ем}}$ в состояние $\mathbf{a_{ек}}$; для задания этой функции примем следующие соглашения и обозначения:

$\mathbf{a_i}$ – булева переменная, принимающая значение логической единицы, если элемент находится в состоянии $\mathbf{a_i}$;

x – булева переменная, принимающая значение логической единицы, если заготовка находится на входе элемента;

г – булева переменная, принимающая значение логической единицы, если на элемент, например, поступил управляющий сигнал: «начать обработку заготовки»;

В таблице, описывающей функцию: $\mathbf{P_e : A_т{*}X_т{*}Г_т{*}T \rightarrow A_{т+1}}$ и далее символ

« $\neg$ » обозначает унарную логическую операцию - инверсию.

Булева переменная **t** принимает значение логической единицы, если, например, обработка заготовки закончена, т.е. время обработки $\mathbf{т = т_2}$. Используя таблицу $\mathbf{P_e}$ можно записать функции переходов из состояний $\mathbf{a_{ем}}$ в состояние $\mathbf{a_{ек}}$ (здесь символы * и $\vee$ обозначают соответственно конъюнкцию и дизъюнкцию):

Таблица 1. P_e: $A*X*Г*T \to A$

X	Г	a_0		a_1		a_2		a_3	
		$\neg t$	t	$\neg t$	t	$\neg t$	t	$\neg t$	t
X	г	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2	a_3	a_3	a_1
	$\neg$г	a_0	a_0	a_1	a_2	a_2	a_3	a_3	a_0
$\neg$x	г	a_1	a_1	a_1	a_2	a_2	a_3	a_3	a_0
	$\neg$г	a_0	a_0	a_1	a_2	a_2	a_3	a_3	a_0

$\mathbf{a_0 \to a_0 * \neg г \lor a_1 * г}$ **;**
$\mathbf{a_1 \to a_1 * \neg t \lor a_2 * t}$ **;**
$\mathbf{a_2 \to a_2 * \neg t \lor a_3 * t}$ **;**
$\mathbf{a_3 \to a_3 * \neg t \lor a_1 * x * г * t \lor a_0 * (\neg x \lor \neg г) * t}$**;**

Моделирование производится в дискретном (модельном) времени. Если в системе несколько элементов, то $\mathbf{\Delta t}$ следует выбрать равному наибольшему общему делителю для $\mathbf{т_i}$ всех моделируемых элементов. В приведенном ниже алгоритме для упрощения принято $\mathbf{т_1 = 0}$, $\mathbf{т_3 = 0}$ и $\mathbf{\Delta t} = 1$.

Алгоритм моделирования одного элемента:

1. Исходное состояние объекта (останов): $\mathbf{a_0{:=}1}$.
2. Если **г = 0**, переход к п.1.
3. Если **x = 0**, переход к п.1.
4. Состояние: $\mathbf{a_1{:=}1, a_0{:=}0}$: начало обработки заготовки; $\mathbf{т{:=}\ т_2}$.
5. Состояние: $\mathbf{a_2{:=}1, a_1{:=}0}$: обработка заготовки; **т:= т - 1**.
6. Если $\mathbf{т \neq 0}$ (t =1), переход к п.5.
7. Состояние $\mathbf{a_3{:=}1}$: , $\mathbf{a_2{:=}0}$:: выпуск детали**; y:=1**.
8. Если **г = 1**, переход к п.3.
9. Переход к п.1.

Модель всей системы (например из трех последовательно связанных элементов $\mathbf{E_1}$, $\mathbf{E_2}$, $\mathbf{E_3}$.) имеет вид: **C = ({E}, X, Г, Z, R),** где:

где: **{E}** – множество векторов (элементов модели $\mathbf{E_1}$, $\mathbf{E_2}$, $\mathbf{E_3}$.),

X - вход системы,

$\mathbf{Г = U\ Г_i = \{г_1, г_2, г_3\}}$,

Z – выход системы,

R - матрица связности элементов **E** системы **C**.

Для моделирования подобной системы введем три буфера (накопителя): **Бx** – буфер заготовок **x**, **Бy** – буфер полуфабрикатов **y** и **Бz** – буфер деталей **z**. В этих накопителях будет храниться количество **x**, **y** и **z**. Содержимое буфера может увеличиваться (например, при выпуске очередного полуфабриката **y**: Бy:= Бy+1) или уменьшаться (например, при поступлении очередной заготовки **x** из буфера **Бx** на вход элемента **E**: Бx:=Бx-1). Моделирование производится так же в дискретном (модельном) времени с шагом $\mathbf{\Delta t}$.

Данная статья (доклад) не претендует на научную новизну, а предлагает использование теории абстрактных автоматов в имитационном моделировании дискретных процессов любой природы.