

СТРАТЕГИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ В ДИСКРЕТНЫХ КЛЕТОЧНО-ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Корнеев А.М., Сметанникова Т.А., Аль-Сабри Г.М., Наги А.М.М.

¹ФГБОУ ВПО «Липецкий Государственный технический университет России», Липецк, (398600, Липецк, ул. Московская,30), e-mail: nagifarad@mail.ru

Предложена стратегия поиска оптимальных технологических режимов в дискретных клеточно-иерархических системах, основанная на построении и анализе таблиц, включающих сочетания алфавитов технологических величин и выходных свойств. Для случайных величин входов, состояний и выходов формируются свои алфавиты. Описаны полуинтервалы, образующие алфавит каждого фактора. Для каждого сочетания алфавитов состояний определяются частоты реализации различных сочетаний алфавитов выходных свойств. Определяются вероятности переходов из исследуемых состояний одного агрегата в состоянии следующего. Рассмотрен пример формирования переходной матрицы и полученных результатов. Предложен подход, по которому технологическая цепочка может быть выбрана в качестве оптимальной технологии. Выбранная стратегия поиска оптимальных технологических режимов в дискретных клеточно-иерархических системах позволяет формировать оптимальные технологические траектории, обеспечивающие получение требуемых свойств с максимальной частотой.

Ключевые слова: оптимальные технологические режимы, алфавиты, производство, качество продукции

STRATEGY OF SEARCH OPTIMUM TECHNOLOGICAL MODES IN DISCRETE CELL-HIERARCHICAL SYSTEMS

Korneev A.M., Smetannikova T.A., Al-Sabri G.M., Nagi A.M.M.

¹«Lipetsk State Technical University», Lipetsk, (398600, Lipetsk, street Moskovskaya, 30), e-mail: nagifarad@mail.ru

The paper suggests the strategy of search optimum technological modes in discrete cell-hierarchical systems, based on the construction and analysis of tables, which contains a combination of alphabets of technological variables and output properties. It was considered an example of formation the transition matrix and the results. The alphabets are formed for random values of inputs, states and outputs. Half-intervals forming the alphabet of each factor are described. For each combination of alphabets of states. We determine the frequency of realization of different combinations of the alphabets of output properties. It is determined the transition probability of these states of the particular unit in the state of the next one. An example of formation of the transition matrix and the results were obtained. It is offered the approach on which the process chain can be selected as the optimal technology. The strategy for search of optimal technological modes in a discrete cell-hierarchical systems allows to create the optimal technological trajectory, providing the required properties with maximum frequency.

Keywords: optimum technological modes, production, quality of products

Стратегия поиска оптимальных технологических режимов в дискретных клеточно-иерархических системах учитывает отсутствие детерминированных функциональных связей между технологическими факторами и показателями качества готовой продукции, задание выходных свойств в виде диапазонов (алфавитов) [1-5].

Для случайных величин формируются свои алфавиты:

$b_{km_k 1}, b_{km_k 2}, \dots, b_{km_k j_{m_k}}, \dots, b_{km_k J_{m_k}}$, где k – номер стадии обработки, m_k – фактор k -й стадии обработки, $j_{m_k} = 1, \dots, J_{m_k}$ — полуинтервалы, образующие алфавит каждого фактора.

Варианты сочетаний алфавитов исследуемых технологических величин X_{km_k} :

$$\xi_{\beta^{(k)}} = b_{(k)1j_1}, \dots, b_{(k)m_k j_{m_k}}, \dots, b_{(k)M_k j_{M_k}}.$$

Аналогично для составляющих алфавитов входных величин $a_{kl_k j_{l_k}}$ (где $j_{l_k} = 1, \dots, J_{l_k}$, J_{l_k} — значность алфавита l -го входа на k -ом агрегате, $l_k = 1, \dots, L_k$ — номер входа (элементов сырья, полуфабрикатов) на k -ом агрегате) формируются варианты сочетаний алфавитов входов σ_{α} :

$$\sigma_{\alpha_k} = a_{k1j_1}, \dots, a_{kl_k j_{l_k}}, \dots, a_{kL_k j_{L_k}}.$$

Варианты сочетаний алфавитов выходов $\tau_{\gamma_k} = c_{k1j_1}, \dots, c_{krj_r}, \dots, c_{kRj_R}$

(c_{krj_r} — составляющая алфавитов r -го выхода после k -й стадии обработки, $j_r = 1, \dots, J_r$ — знатность алфавита r -го выхода, $r = 1, \dots, R$ — номер выхода).

Для каждого режима обработки (сочетания алфавитов состояний) необходимо определить частоты реализации различных сочетаний алфавитов выходных свойств.

Таким образом, можно выделить сочетания алфавитов входов σ_{α} и технологических параметров ξ_{β} , которые позволяют получать оптимальное сочетание выходных алфавитов

$$\tau_{\gamma}^+ = c_{k1j_1}^* \dots c_{krj_r}^* \dots c_{kRj_R}^*.$$

Каждое сочетание $(\sigma_{\alpha}, \xi_{\beta})$ является вариантом реализации технологии Ξ_j .

Обозначим оптимальный элемент алфавита выходных свойств $C_{rj_r}^*$.

Для анализа выбрано R показателей качества. В каждом конкретном опыте число этих показателей, соответствующих среднему элементу алфавита c_{r2}^* (совместная частота ν_R), неодинаково. Частота ν_R изменяется в пределах $0 \leq \nu_R \leq R$ и показывает, сколько выходных параметров соответствует требованиям стандартов. Обозначим τ_{γ}^+ / Ξ^* — число опытов, равное ν_R , т.е. те опыты, которые при реализации технологии Ξ^* попадают в подмножество τ_{γ}^+ . Опыты, реализованные по технологии Ξ^* , но не попадающие в подмножество τ_{γ}^+ , будем объединять в $(\tau_{\gamma}^- / \Xi^*)_j$. Причем $(\tau_{\gamma}^- / \Xi^*)_0$ — число опытов, соответствующих ν_0 , $(\tau_{\gamma}^- / \Xi^*)_1$ — ν_1 и т.д. $\nu_R = 0$ при условии, если все показатели не соответствуют требованиям стандарта. $\nu_R = R$, если для каждого показателя эти требования выполняются. На

практике часто $v_R \neq R$, так как одна или несколько выходных характеристик выходят за рамки требований. Для каждого сочетания $(\sigma_\alpha, \xi_\beta)$

$$\sum_{j=0}^R v_j = n_{(\sigma_\alpha, \xi_\beta)}$$

Информация для всех ненулевых сочетаний алфавитов технологических факторов заносится в таблицу 1.

Таблица 1

Частоты получения алфавитов выходов для исследуемых технологических подмножеств

Технологическое подмножество Ξ_j	Сочетания алфавитов $x[t]$ на всех агрегатах $\xi_{1(1)}, \dots, \xi_{B(k)}$	Частота падания в Ξ_j , $n_{(\sigma_\alpha, \xi_\beta)}$	Выходные параметры						Совместная частота v_R				
			y_1		...		y_R						
			Частота получения алфавитов выходов						0	1	...	R	
			$P_{C_{11}}$...	$P_{C_{1J_1}}$...	$P_{C_{R1}}$...	$P_{C_{RJ_R}}$	v_0	v_1	...	v_R
			Ξ_1	11...11	n_1								
Ξ_2	11...12	...											
....											
Ξ_D	kk...kk	n_D											

Технологическая цепочка Ξ_j , имеющая максимальное значение критерия оценки эффективности оптимальных режимов функционирования сложных систем [6-10], может быть выбрана в качестве оптимальной технологии.

На следующем этапе можно оценить вероятности переходов в состояние $\xi_{\beta(k)}$ на k -м агрегате при условии, что на $(k-1)$ -м агрегате реализовалось состояние $\xi_{\beta(k-1)}$ и сформировать переходные матрицы (табл. 2), в которых строки матрицы занумерованы предыдущими состояниями, а столбцы – последующими. Пример реализации для двух случайных величин на каждом агрегате и трех выходных величин (фрагмент переходной матрицы) приведен в таблице 3. Например, переход из состояния 00 для $x_1 \times x_2$ в состояние 12

для $x3 \times x4$ осуществлен 5 раз, по $y1$ в средний (оптимальный) элемент алфавита попали все 5 опытов, по $y2$ – 3 опыта, по $y3$ – 4 опыта. В итоге совместные частоты для данного перехода: $v_0=0, v_1=0, v_2=3, v_3=2$.

Таблица 2

Переходная матрица из агрегата $k-1$ в агрегат k .

X'	$\xi_{1(k)} \dots \xi_{\beta(k)} \dots \xi_{B(k)}$														
$\xi'_{1(k-1)}$	Выходные параметры											Совместная частота v_R			
$\xi'_{\beta(k-1)}$	y_1	...									y_R				
$\xi'_{B(k-1)}$	Частота получения алфавитов ВЫХОДОВ														
												0	1	...	R
	$P_{C_{11}}$...	$P_{C_{1J_1}}$...	$P_{C_{R_1}}$...	$P_{C_{RJ_R}}$					v_0	v_1	...	v_R

Таблица 3

Фрагмент реализации переходной матрицы для двух случайных величин.

$x3 \times x4$	12												20													
$x1 \times x2$	5												50													
00	y_1	y_2	y_3	ГОСТ									y_1	y_2	y_3	ГОСТ										
	0	5	0	0	3	2	0	4	1	0	0	3	2	0	45	5	0	35	15	0	38	12	1	4	21	24
01	73												596													
	y_1	y_2	y_3	ГОСТ									y_1	y_2	y_3	ГОСТ										
	0	65	8	0	56	17	0	58	15	0	3	34	36	0	525	71	0	501	95	0	459	137	4	46	199	347
02	23												195													
	y_1	y_2	y_3	ГОСТ									y_1	y_2	y_3	ГОСТ										
	0	20	3	0	20	3	0	21	2	0	0	8	15	0	172	23	0	159	36	0	157	38	0	15	67	113
10	23												149													
	y_1	y_2	y_3	ГОСТ									y_1	y_2	y_3	ГОСТ										
	0	22	1	0	21	2	0	19	4	0	1	5	17	0	132	17	0	124	25	0	110	39	1	9	60	79

Заключение

Выбранная стратегия поиска оптимальных технологических режимов в дискретных клеточно-иерархических системах позволяет формировать оптимальные технологические траектории, обеспечивающие получение требуемых свойств с максимальной частотой.

Список литературы

1. Корнеев А.М., Блюмин С.Л., Сметанникова Т.А. Численные методы поисковой оптимизации дискретных клеточно-иерархических систем // Вести высших учебных заведений Черноземья. — 2013. — № 3. — С. 21–26.
2. Корнеев А.М., Малыш В.Н., Сметанникова Т.А. Использование итеративных цепей для описания многостадийных пространственно-распределенных производственных систем // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2012. — № 2. — С. 78–84.
3. Корнеев А.М. Структурное клеточно-иерархическое моделирование сложных пространственно-распределенных систем // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2011. — № 1. — С. 62–66.
4. Корнеев А.М., Абдуллах Л.С., Аль-Саиди Ф.А. Структурное моделирование дискретных клеточно-иерархических систем. // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 6. — С. 467–471.
5. Корнеев А.М., Аль-Сабри Г.М.Ш., Наги А.М.М., Аль-Саиди Ф.А.А. Адаптация технологических режимов в сложных производственных системах // Вести высших учебных заведений Черноземья. — 2015. — № 1. — С. 48–53.
6. Кузнецов Л.А., Погодаев А.К., Корнеев А.М. Статистические модели в задачах оптимизации сквозной технологии производства автолистовой стали // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. — 1990. — № 3. — С. 34–36.
7. Корнеев А.М. Критерии связи технологии и свойств, учитывающие затраты и стоимость готовой продукции // Системы управления и информационные технологии. — 2008. — Т. 31 — № 1.1. — С. 160–162.
8. Корнеев А.М., Мирошникова Т.В. Методика поиска оптимальных границ факторов сквозной технологии // Системы управления и информационные технологии. — 2008. — Т. 33. — № 3. — С. 93–96.
9. Кузнецов Л.А., Корнеев А.М. Автоматизированная система выбора оптимальной технологии производства проката // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. — 1994. — № 5. — С. 45–48.
10. Блюмин С.Л., Шмырин А.М., Седых И.А. Нечеткие сети Петри как окрестностные системы // Системы управления и информационные технологии. — 2008. — Т. 33. — № 3.2. — С. 233–238.

Рецензенты:

Володин И.М., д.т.н., профессор, проректор по научной работе, ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк;

Шмырин А.М., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой высшей математики, ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк.