

УДК 338.242

МОДЕЛИРОВАНИЕ СКВОЗНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Назаренко И. П., д.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-11-52

Аннотация – приведена методика моделирования сквозных алгоритмов управления технологическими процессами как дискретных динамических объектов автоматизации.

Ключевые слова – сквозной алгоритм управления, анализ и синтез, технологический комплекс, математическая модель, устойчивость, вектор ограничений, начальные условия.

Постановка проблемы. Информация, полученная в системах проектирования, подготовки производства и планирования позволяет организовать непосредственное управление производственной системой. Однако, как правило, на первом этапе использования этих данных имеются разрозненные наборы алгоритмов управления отдельными комплексами (подсистемами). Технология процессов с.-х производства представляется в форме дискрет во времени, где решается задача управления установившимися состояниями многомерного дискретного управления с использованием модели объекта. Поэтому, эффективным средством построения сквозного алгоритмического обеспечения является системное моделирование, позволяющее решать задачу в поливариантной постановке с учетом вариативных возможностей и внешних (возмущающих) условий на функционирование производственной системы.

Анализ последних исследований. Для адаптации параметров модели сквозных алгоритмов управления определяющих установившиеся значения ее выхода, используются преимущественно рекуррентные алгоритмы эллипсоидальных оценок. В данной области выполнен целый ряд исследований [1, 2], однако во главу угла здесь ставились лишь общие показатели автоматизации без учета параметров энерго- и ресурсосбережения и оптимизации функционирования электротехнического комплекса в целом.

Целью исследований является разработка методики моделирования сквозных алгоритмов управления автоматизированными техно-

логіческими процесами.

Основная часть. На основе рекомендаций [2] такая модель должна включать в себя: библиотеку алгоритмов управления, модель вариации внешних условий, аналитические или имитационные модели для формирования пространства оценочных функций, а также модели оценки вариантов управления.

Структура такой модели анализа и синтеза подсистемы сквозных алгоритмов управления показана на рис. 1. Функциональная структура имеет иерархическую организацию и реализуется на основе декомпозиции сквозного управления на уровни: индивидуального управления, группового управления, управления заданиями (табл. 1). Индивидуальное управление рассматривается на локальном уровне, где в библиотеке имеются алгоритмы управления движением машинами, агрегатами и комплексами и временными последовательностями их работы.



Рис. 1. Функциональная структура анализа и синтеза моделей сквозных алгоритмов управления

Таблиця 1

Иерархическая структура организации системной модели управления производством

Иерархические уровни управления	Состав модели и структура производства		
	Библиотека алгоритмов группового управления	Генераторы вариантов управления	Уровни структуры производства
Управление заданиями	Библиотека алгоритмов управления заданиями	Планы, маршруты, технологические процессы	Технологический комплекс, цех, производство
Групповое управление	Библиотека алгоритмов группового управления	Стратегии управления, переключения программ, координация	Линии подготовки, загрузки, технологические линии
Индивидуальное управление	Библиотека алгоритмов индивидуального управления	Траектории движения материальных и энергетических потоков, временные последовательности технологических операций выполнения меню продукции	

Групповое управление обеспечивает связанное функционирование локальных подсистем, при этом библиотеки алгоритмов соответствуют наборам стратегий координации работы однородной или разнородной техники в составе производственных комплексов.

Системы поддержки решений определяются как человеко-машинные системы. Проблема принятия решений в формальном виде характеризуется наличием множества альтернативных решений и множества критериев, по которым оператор оценивает варианты решения. Задача принятия решения заключается в выборе подмножества наилучших в некотором смысле решений либо в упорядочении вариантов решений. Такие системы различаются видами используемой модели принятия решений, а также составом сервисного математического обеспечения (рис. 2), которое содержит: блоки управления моделью, управления данными и управления диалогом с оператором.

Данные в системе поддержки решений хранятся в форме исходной информации об альтернативных способах решения прикладных задач, таблиц «критерии – альтернативы», таблиц «методы решения – прикладные задачи» и составляют основу реляционной базы данных.

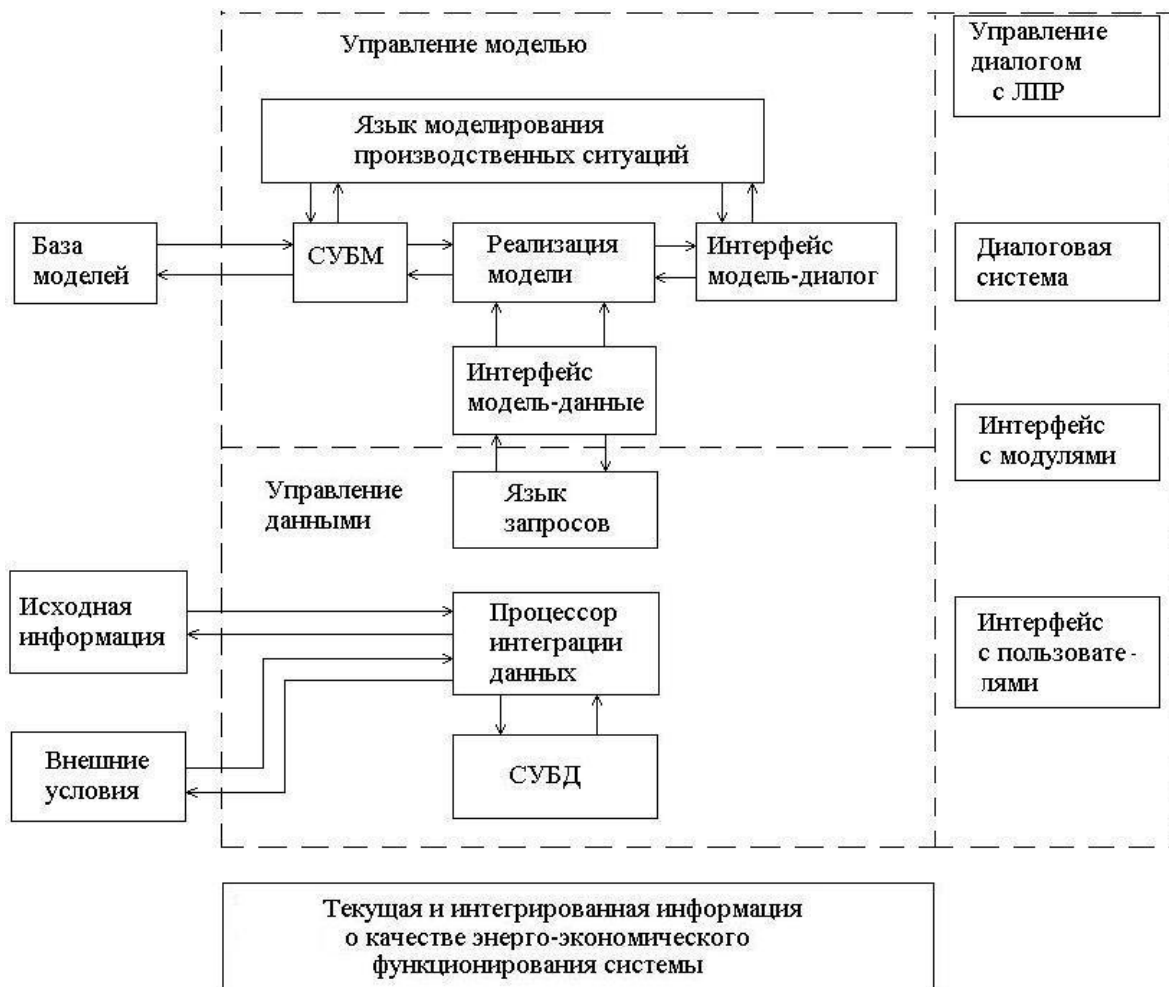


Рис. 2. Функциональная структура системы поддержки принятия решений.

Последовательность этапов при обращении пользователя к системе реализуются по следующей схеме: 1) выбор прикладной задачи решений; 2) выбор метода принятия решений; 3) выбор подмножества рассматриваемых альтернатив; 4) выбор подмножества критериев; 5) запрос данных; 6) запуск алгоритма принятия решений в соответствии с назначенным методом.

Этапы 1,3,4 осуществляются ЛПР, этап 2 осуществляется ЛПР или системой управления базой моделей (прикладная задача может решаться одним или несколькими методами). Этап 5 реализуется в блоке управления данными с использованием языка запросов, процессора общей картины и системой управления базой данных. Этап 6 осуществляется в блоке управления моделью модулем «Реализация модели». Архитектуру системы дополняют локальные базы данных по промежуточным и конечным текущим данным (альтернативы критерии), а также база моделей.

Линеаризованный технологический комплекс кормоприготовле-

ния, как дискретный динамический объект управления (ОУ), характеризуется в дискретные моменты времени $k=0, 1, 2 \dots$ векторами входов (управлений) по каналам $\vec{u}[k] = (u_1[k], \dots, u_n[k])^T$ и выходов $\vec{x}[k] = (x_1[k], \dots, x_n[k])^T$. В качестве компоненты $x_i[k]$ принимается соответствующий энергетический поток. С каждой компонентой $x_i[k]$ вектора $X[x]$ связаны системы уравнений

$$W_i[k+1] = A_i W_i[k] - (I - A_i) E^{-q_i} u[k] \quad x_i[k+1] = m_i^0 W_i[k] \quad (1)$$

определяющие динамические и статические свойства объекта по отношению к данному выходу. В уравнении (1) $\vec{W}_i[k] = (w_{i1}[k], \dots, w_{in}[k])^T$ – вектор фазовых координат; $A_i = \text{diag}\{a_{i1}, \dots, a_{in}\}$ – диагональная матрица параметров динамики; $I - (n \times n)$ – единичная матрица; $m_i^0 = \begin{pmatrix} 0 & & 0 \\ m_{i1} & & \\ & \dots & \\ & & m_{in} \end{pmatrix}^T$ – вектор коэффициентов усиления; $E^{-q_i} = \text{diag}\{\xi^{-q_{i1}}, \dots, \xi^{-q_{in}}\}$ – матрица операторов сдвига $\xi^{-q_{ij}} u_j[k] = u_j[k - q_{ij}]$; $q_{ij} \geq 0$ – число тактов, на которое запаздывает j – й входной сигнал; T – оператор транспонирования матрицы.

На основании исследования динамики таких контуров [2], рассматриваемый ОУ является устойчивым, если $|a_{ij}| < 1, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}$. Матрица $M^0 = \begin{Bmatrix} 0 \\ m_{ij} \\ 1 \end{Bmatrix}^n$ – не вырожденная, т.е.

$$\det M^0 \neq 0. \quad (2)$$

Начальные условия $W_i(0)$ в (1) и параметры объекта a_{ij}, q_{ij}, m_{ij}^0 имеют вероятностный характер в заданном диапазоне

$$w_{ij}^- \leq w_{ij}[0] \leq w_{ij}^+; a_{ij}^- \leq a_{ij} \leq a_{ij}^+; q_{ij}^- \leq q_{ij} \leq q_{ij}^+; m_{ij}^- \leq m_{ij} \leq m_{ij}^+,$$

где параметры $w_{ij}^- \leq w_{ij}^+; m_{ij}^- \leq m_{ij}^+; a_{ij}^- \leq a_{ij}^+; q_{ij}^- \leq q_{ij}^+; i, j = \overline{1, n}$ задаются на основе директивных документов.

В соответствии с (2) условия качественного динамического функционирования (устойчивости объекта и времени запаздывания) необходимо выполнение условия

$$a^* = \max_{i,j} \left\{ |a_{ij}^-|, |a_{ij}^+| \right\} < 1; q_{ij}^- \geq 0; \forall i, j, \quad (3)$$

где в этом случае уравнение контроля (измерения) параметров будет иметь вид

$$\vec{Y}[k] = \vec{X}[k] + \vec{\xi}[k], \quad (4)$$

где $\vec{Y}[k] = (y_1[k], \dots, y_n[k])^T$ – вектор измеренных значений компонент

$x_i[k], i = \overline{1, n}$, вектора виходов $\bar{X}[k]$; $\bar{\xi}[k] = (\xi_1[k], \dots, \xi_n[k])^T$ – вектор помех в каналах измерения, которые ограничены по величине

$$|\xi_i[k]| \leq c_i \forall k. \quad (5)$$

Константы заданы, в том смысле, что для любой последовательности $\{\xi_i[k]\}$ выполняются условия

$$\lim_{k \leftarrow -\infty} \xi_i[k] = -\lim_{k \rightarrow \infty} \xi_i[k] = c_i. \quad (6)$$

Общеизвестно, что параметры подобных систем представляются в виде рядов Фурье, откуда становится возможным провести оценку динамической точности системы в режиме реального времени.

Вывод. Изложенная методика моделирование сквозных алгоритмов управления позволяет эффективно определить структуру управляющего средства, закон регулирования, определить качество динамического функционирования системы.

Литература

1. *Зотов М.Г.* Многокритериальное конструирование систем автоматического управления / *М.Г. Зотов.* – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 375 с.

2. *Афанасьева О.В.* Теория и практика моделирования сложных систем: учеб. пособ. / *О.В. Афанасьева, Е.С. Голик, Д.А. Первухин.* – СПб: СЗТУ, 2005. – 132 с.

МОДЕЛЮВАННЯ НАСКРІЗНИХ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ

І. П. Назаренко

Анотація – наведено методику моделювання наскрізних алгоритмів керування технологічними процесами як дискретних динамічних об'єктів автоматизації.

THROUGH MODELING CONTROL ALGORITHM

I. Nazarenko

Summary

The technique of through modeling algorithms as process control automation discrete dynamic objects.