

УДК 658.012

В.А. ПОПОВ, И.А. КАЛАНТЫРЯ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматривается задача формализации управления производством на основе алгебрологического подхода. Предлагается концептуальная модель производственного предприятия, а также обобщенная функциональная его декомпозиция на производственную и управленческую подсистемы. В целях формализации процессов управленческой деятельности привлекается аппарат теории динамических систем, включающий алгебру языков, отношений и алгоритмов. Предложена динамическая модель управления производством на основе дискретного преобразователя. Рассматривается модель фрагмента управления на примере принятия решения, позволяющая получить регулярное выражение в алгебре алгоритмов, для которого описана технико-экономическая интерпретация. Представлены аналитическая и графовая формы алгоритма принятия решения для дальнейшей программной реализации.

Ключевые слова: производство, процессы управления, динамическая система, дискретный преобразователь, регулярное выражение, алгебра алгоритмов.

Введение и постановка задачи

Необходимым условием успешного развития любого предприятия является эффективная организация процессов управления [1].

Работа современного производственного предприятия (ПП) практически невозможна без использования специализированной информационной системы (ИС), обеспечивающей учет всех требуемых ресурсов и затрат, а также позволяющей контролировать все происходящие на производстве процессы [2, 3]. Для решения задач повышения эффективности управления разрабатываются системы поддержки принятия решений (СППР) [4]. С их помощью лицо, принимающее решение (ЛПР), имеет возможность обосновано выбрать действительно наилучшее управленческое решение, что очень важно в условиях все возрастающих объемов поступающей разнородной информации и высокой цены ошибки в получаемых решениях.

Сложность же разработки СППР, в особенности стоимость ее создания, также стимулируют развитие теоретических основ проектирования ИС [5]. Более глубокие знания по современной теории автоматов можно получить из монографий [6]. Прикладные аспекты реализации дискретных систем рассматриваются в [7]. Математические вопросы теории дискретных преобразователей рассматриваются в [8]. Проблемы использования алгебры алгоритмов в качестве технологического средства структурного программирования, с помощью которой было получено регулярное выражение для алгорит-

ма принятия решения, обсуждаются в [9, 10, 11].

Предлагаемая динамическая модель управления производством разработана на основе дискретного преобразователя.

В связи с развитием и широким использованием формализованных методов для анализа совершенствования бизнес-процессов в управлении и производстве возникают новые актуальные задачи по обоснованию, выбору и применению математического и программного инструментария для соответствующих предметных областей, которые в целом можно сформулировать как системы с управлением.

В данной статье в целях формализации процессов управленческой деятельности привлекается аппарат теории динамических систем (ТДС).

Целью данной работы является разработка теоретически обоснованных методов и средств для информационной поддержки принятия управленческих решений на ПП, что позволило бы повысить эффективность его деятельности. Для этого была поставлена задача формализации процессов управления производством, рассматривающаяся на основе алгебраического подхода в теории автоматов, развитого В.М. Глушковым, позволяющая реализовать их компьютерное моделирование для обоснованного выбора лучшего управленческого решения.

1. Концептуальная модель деятельности ПП

Для всестороннего анализа предметной области предлагается концептуальная модель, представлен-

ная на рис.1. Она позволяет рассмотреть предприятие в различных аспектах его функционирования (рис. 1, а). В общем процессе деятельности, осуществляемой ПП, можно выделить три типовые составляющие:

- производственную сферу, непосредственно связанную с получением определенного результата;
- управляющую сферу, включающую формирование распорядительных и регламентирующих документов и заданий, целевых функций, а также выделение кадровых, материальных и финансовых ресурсов, взаимодействие с потребителями результатов деятельности;

- информационную сферу, реализующую сбор, накопление, структурирование и обработку информации, характеризующей текущее и прогнозируемое состояние предприятия.

Для анализа процессов в рамках деятельности ПП и обеспечения информационной поддержки принятия решений разрабатывается ИС (рис. 1, б). В ней целесообразно выделить производственную и управленческую составляющие, которые представляются соответственно как объект управления (ОУ) и система управления (СУ). Производственная составляющая охватывает совокупность процессов, приводящих непосредственно к изменениям параметров и показателей деятельности. Совокупность таких процессов называется циклом достижения конечного результата. Элементарные операции процессов и описываются временными и физическими показателями. ИС воспринимает их как параметры состояния ОУ. В течении всей производственной деятельности под действием внешних и внутренних возмущающих факторов показатели эффективности результатов деятельности предприятия имеют тенденцию к ухудшению.

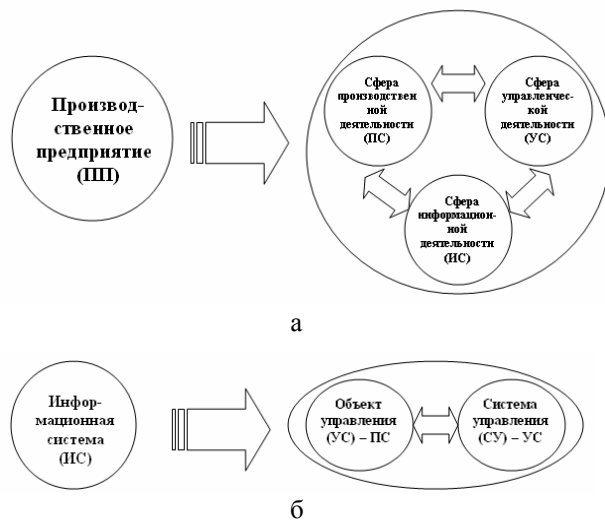


Рис. 1. Концептуальная модель ПП:
а – ПП как совокупность 3-х подсистем;
б – ИС ПП

2. Динамическая модель управления производством

Предлагаемая динамическая модель управления производством представлена на рис. 2. Модельная декомпозиция предприятия на производственную и управленческую подсистемы, позволило представить его в виде дискретного преобразователя. Он являет собой композицию из X–Y автомата А Мили и Y–X автомата В Мура, у которых входной алфавит одного отождествлен с выходным алфавитом другого и наоборот. Первый известный как управляющий автомат (УА), второй – операционный (ОА). Схема взаимодействия задается отображениями, которые по существу определяют функции переходов и выходов соответствующих автоматов А и В.

Функционирование представленной модели описывается вектором:

$$W = \{A_i, Y_{ij}, B_j, X_{ji}, \varphi_A, \lambda_A, \varphi_B, \lambda_B\}, i = 1 \dots 5,$$

для которого технико-экономическая интерпретации заключается в следующем:

ОА – производственная система (ПС);

УА – управленческая система (УС);

A_i – i -ая компонента УС;

Y_{ij} – множество выходных сигналов УС и входных для ПС (управленческие решения);

φ_A – функции переходов между компонентами УС;

λ_A – функция выходов из УС;

B_j – j -ая компонента ПС;

X_{ji} – множество выходных сигналов ПС и входных для УС (показатели, параметры ПС);

φ_B – функции переходов между компонентами ПС;

λ_B – функция выходов из ПС.

Заметим, что на рис. 2 для удобства представления символы X_{ji} заменены символами X и Y с одним индексом, но с использованием направленных стрелок.

Каждая компонента дискретного преобразователя в этой модели (ПС и УС) рассматривается как сеть из автоматов. С помощью автомата представляется некоторый этап функционирования или ПС, или УС производственного предприятия. В свою очередь, каждый такой автомат можно описать в виде многокомпонентной системы (рис.3), элементами которой являются некоторые конечно-автоматные системы.

Более подробно рассмотрим на примере УА модели – УС, так как нас больше интересует управление. Исследуя функционирование процессов управленческой системы, были выделены следующие этапы: организация управления, планирование,

распределение ресурсов, оперативное управление, сбыт. Каждый из них может быть представлен соответствующим автоматом, описывающим специфику его выполнения. Однако можно выделить стадии управления общие для каждого этапа. Это – анализ входных данных; принятие решений; выдача заданий; учет, контроль, регулирование; оценка результатов управления (рис. 3), где вход и выход для всего автомата изображены двойными стрелками. Они представлены в модели как составляющие многокомпонентного автомата. Детализируя дальше декомпозицию динамической модели управления произ-

водством, каждая из вышеуказанных компонент рассматривается как конечная автоматная система.

3. Пример фрагмента управления

В качестве примера фрагмента управления, иллюстрирующего применение аппарата ТДС и алгебраического подхода, приводится автоматная модель принятия решения (рис. 4).

Процессы, выполняющиеся УС в ходе принятия решения, представлены на модели стрелками и обозначаются как y_i .

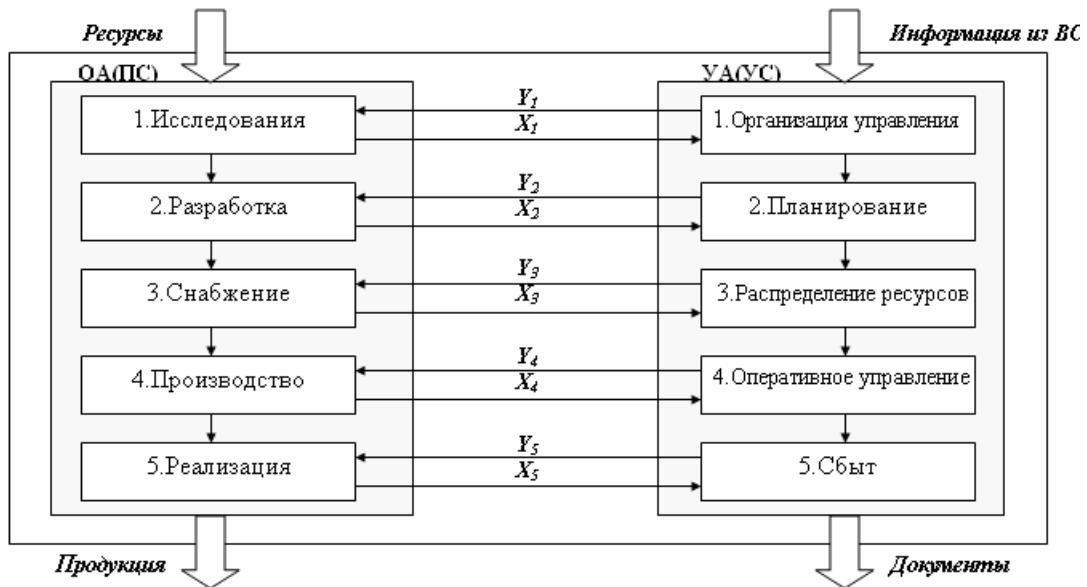


Рис. 2. Динамическая модель управления производством



Рис. 3. Автомат как многокомпонентная система

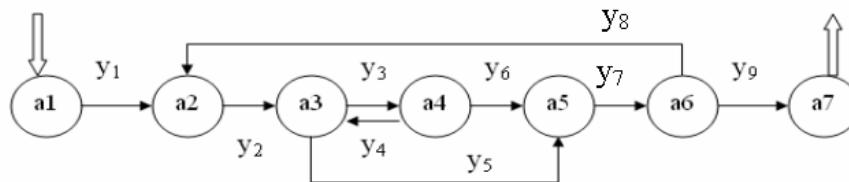


Рис. 4. Автоматная модель принятия решения

Рассмотрим их интерпретацию:
 y_1 – интеллектуальный анализ данных;

y_2 – генерация альтернатив решения;
 y_3 – сравнение и оценка решений;

y_4 – согласование коллективных решений;
 y_5, y_6 – компьютерное моделирование альтернатив решения;
 y_7 – выбор наилучшего решения;
 y_8 – пересмотр альтернатив решения, формирование новых;
 y_9 – обоснованное принятие решение.

После их выполнения система переходит в следующее состояние a_j .

Входящим сигналом является подача исходных данных, а выходным – передача принятого решения на выполнение.

С помощью операций алгебры отношений (многозначных преобразований) описываем функционирование модели в виде регулярного выражения (решается задача анализа конечной автоматной системы). Для этого строится система уравнений, следующего вида:

$$f_a = \bigcup_{a' \in A} y_{aa'} f_{a'}, a \in A \setminus A_1, f_A = \bigcup_{a \in A_0} f_a,$$

где f_a – преобразование, осуществляемое моделью;
 $y_{aa'}$ – элементарное преобразование, выполняемое при переходе из состояния a в a' ;
 A – множество состояний модели;
 A_0 – множество начальных состояний;
 A_1 – заключительное состояние.

Составляя такую систему для предложенной модели и решая ее, получаем следующее регулярное выражение:

$$f = y_1 y_2 (y_3 y_4)^* (y_3 y_6 \vee y_5) \wedge \wedge y_7 y_8^* [y_2 (y_3 y_4)^* (y_3 y_6 \vee y_5) y_7 y_9], \quad (1)$$

где $*$ обозначает операцию итерации.

Алгебра алгоритмов, или алгебра Глушкова, так же как и алгебра отношений, дает возможность явным образом выразить преобразование, выполняемое в модели, через базовые условия и операторы. Однако в отличие от алгебры отношений здесь, по существу, используется детерминизм и, с другой стороны, выражения алгебры алгоритмов достаточно близки к программам соответствующих алгоритмических языков и могут использоваться как инструмент программирования.

Выражение (1), записанное в алгебре алгоритмов, имеет следующий аналитический вид:

$$f = y_1 y_2 \{ y_3 (y_4 \vee y_6) \vee y_5 \} y_7 (y_8 \vee y_9).$$

Его можно использовать для формализованного перехода от алгоритма к программной реализации. Для удобства понимания и восприятия, полученное аналитическое выражение можно представить в графической форме как блок-схему алгоритма (рис. 5).

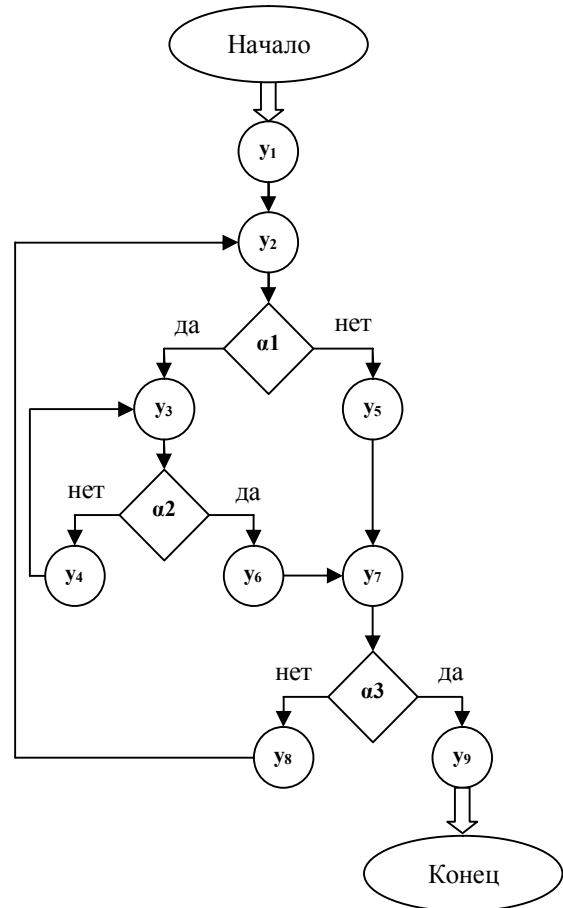


Рис. 5. Блок-схема алгоритма принятия решения

Выводы

Таким образом, была получена динамическая модель, позволяющая формализовать процессы управления производством.

В дальнейшем предполагается рассмотрение ее применения для решения оптимизационных экономических задач и расчета некоторых показателей эффективности управления.

Литература

1. Слезингер Г.Э. Совершенствование процессов управления предприятием / Г.Э. Слезингер. – М.: Машиностроение, 1975. – 000 с.
2. Дудорин В.И. Моделирование в задачах управления производством / В.И. Дудорин. – М.: Статистика, 1980. – 232 с.
3. Брыль В.Н. Современная информационная система автоматизации деятельности производственных предприятий / В.Н. Брыль // САПР и графика. – 2007. – №12. – С. 52-59.

4. Буряк Ю.И. Формирование управленческих решений в организационных системах на основе моделирования их деятельности / Ю.И. Буряк, В.В. Инсаров, В.Л. Калинин // Изв. РАН. ТуСУ. – 2008. – №1. – С. 158-171.

5. Капитонова Ю.В. Математическая теория проектирования вычислительных систем / Ю.В. Капитонова., А.А. Летичевский. – М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1988. – 296 с.

6. Кудрявцев В.Б. Введение в теорию автоматов / В.Б. Кудрявцев, С.В. Алешин, А.С. Подколзин. – М.: Наука, 1985. – 320 с.

7. Капитонова Ю.В. Дискретные системы и задачи их реализации / Ю.В. Капитонова // Кибернетика. – 1975. – № 4. – С. 7-10.

8. Глушков В.М. Теория дискретных преобразователей. Избранные вопросы алгебры и логики / В.М. Глушков, А.А. Летичевский – Н-ск: Наука, 1973. – С. 5-39.

9. Глушков В.М. Алгебра, языки, программирование / В.М. Глушков, Г.Е. Цейтлин, Е.Л. Юценко. – К.: Наукова думка, 1974. – 328 с.

10. Цейтлин Г.Е. Алгебра Глушкова и теория клонов / Г.Е. Цейтлин // КиСА. – 2003. – №4. – С. 48-58.

11. Акуловский В.Г. Реализация формализованного перехода от алгоритма к программе средствами расширенной алгебры алгоритмов / В.Г. Акуловский // Проблемы програмування. – 2008. – № 1. – С. 51-59.

Поступила в редакцию 7.02.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой информатики А.Ю Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

В.О. Попов, І.О. Калантыря

Розглядається задача формалізації управління виробництвом на основі алгебологічного підходу. Пропонується концептуальна модель виробничого підприємства, а також узагальнена функціональна декомпозиція на виробничу і управлінську підсистеми. Для формалізації процесів управлінської діяльності застосовується апарат теорії динамічних систем, який включає алгебру мов, відносин і алгоритмів. Запропонована динамічна модель управління виробництвом на основі дискретного перетворювача. Розглядається модель фрагменту управління на прикладі прийняття рішення, яка дозволяє отримати регулярний вираз в алгебрі алгоритмів, для якого описана техніко-економічна інтерпретація. Наведені аналітична і графічна форми прийняття рішення для подальшої програмної інтерпретації.

Ключові слова: виробництво, процеси управління, динамічна система, дискретний перетворювач, регулярний вираз, алгебра алгоритмів.

THE MODEL OF PRODUCTION MANAGEMENT ON THE BASIS OF DYNAMIC SYSTEM THEORY

V.A. Popov, I.A. Kalantyrta

The problem of formalization the production management is under consideration. The conceptual model of manufacturing enterprise and generalized functional structure decomposition of its production and control subsystems is offered. In order to formulize the processes of production activity the apparatus of dynamic systems theory included algebra of languages, relations and algorithms is used. It is also proposed the dynamic model of production management on the basis of discrete converter. The model of control fragment on the example of decision-making is researched allowing to get regular expression in the algorithm algebra with its techno-economic interpretation. Analytical, linguistic and graphic algorithm making decision forms for the further software implementation are also presented.

Key words: manufacturing, control process, dynamic system, discrete converter, regular expression, algorithm algebra.

Попов Вячеслав Алексеевич – канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры информационных управляющих систем Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Калантыря Ирина Александровна – магистр кафедры информационных управляющих систем и технологий Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.