

Раздел II. Информационные технологии в управлении

УДК 658

О.Д. Глод

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ МЕНЕДЖМЕНТА ФИРМЫ

Рассмотрены вопросы задания системы менеджмента фирмы с помощью автоматных моделей. Автоматные модели широко применяются для описания функционирования технологических процессов. Автоматные модели описываются множеством входного алфавита, выходного алфавита и алфавита состояний. Автоматные модели могут применяться как для описания детерминированных, так и стохастических процессов. Реакции экономической системы на управляющее воздействие необходимо правильно оценить, и для этого предлагается включить в управляющий контур систему анализа результата, опирающуюся на знания экспертов.

Менеджмент; автомат; модель; неопределенность; воздействие; параметры; среда; принятие решений.

O.D. Glod

APPLICATION OF AUTOMATIC MODELS FOR MANAGEMENT OF FIRM

In work questions of the task of system of management of firm by means of automatic models are considered. Automatic models are widely applied to the description of functioning of technological processes. Automatic models are described by set of the entrance alphabet, the target alphabet and the alphabet of conditions. Automatic models can be applied as to the description determined, and stochastic processes. Reactions of economic system to operating influence are necessary for estimating properly, and for this purpose it is offered to include in an operating contour system of the analysis of the result, leaning on knowledge of experts.

Management; the automatic device; model; uncertainty; influence; parameters; environment; decision-making.

Для проектирования системы менеджмента фирмы необходимо иметь модель функционирования производства товаров или услуг и на основе формулирования целей разных уровней можно осуществить проектирование системы экономического и производственного управления. Цель любой экономической системы – преобразовать все ресурсы и достигнутые результаты в изделия, и конечные услуги [1].

Можно рассматривать четыре уровня моделей предприятия, дающих последовательное накопление знаний и понимание процессов функционирования и управления предприятием. Это процедурная модель, экономическая модель, физическая модель, функциональная модель [1].

Однако конечной целью функционирования любой экономической системы является получение прибыли. Прибыль в общем виде представляет собой разницу между ценой продукции и ее себестоимостью, а в целом по предприятию – разницу между выручкой от реализации продукции и себестоимостью реализованной продукции. Различают: валовую прибыль, прибыль от продаж; балансовую прибыль и чистую прибыль предприятия. Так же на практике различают: бухгалтерскую прибыль – разницу между суммой реализации (доходами от продажи) и рас-

ходами (издержками) и экономическую прибыль – остаток от общего дохода после вычета всех издержек, разница между бухгалтерской прибылью и дополнительными расходами.

Если рассматривать менеджмент предприятия, то для увеличения прибыли предприятия важно снижение себестоимости производимой продукции. Процесс функционирования предприятия можно рассматривать как управляемый процесс. Построение моделей управляемых процессов, прежде всего, связано с необходимостью реализовать на их основе определенные алгоритмы управления данными процессами. При этом важной проблемой является получение оптимального управления процессами для достижения максимальной выгоды (например, максимальная прибыль, минимальные затраты, минимальная продолжительность процесса, обеспечение наилучшего контроля качества выпускаемой продукции).

Принципиальной особенностью систем организации производства и управления экономикой на разных уровнях является невозможность полной формализации системы и ее поведения с помощью формальных математических моделей и методов [1].

Известно [2], что математическая модель, описывающая формализованный процесс функционирования системы S (объекта), в состоянии охватить только основные, характерные его закономерности, оставляя в стороне несущественные, второстепенные факторы [2].

Проблемой является разработка модели, позволяющей наиболее полно описывать процесс выработки управляющего воздействия или решения в менеджменте.

Целью исследования является использование автоматной модели для решения поставленной проблемы, т.е. для разработки модели, позволяющей наиболее полно описывать процесс выработки управляющего воздействия или решения в менеджменте

Модель объекта моделирования, т.е. системы S , можно представить в виде множества величин, описывающих процесс функционирования реальной системы, и в векторной форме имеющих вид [3]:

$$X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_M(t)\}, Y(t) = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_N(t)\},$$

$$V(t) = \{v_1(t), v_2(t), \dots, v_L(t)\}, Z(t) = \{z_1(t), z_2(t), \dots, z_I(t)\},$$

где $X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_M(t)\}$ – вектор входных воздействий;

$Y(t) = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_N(t)\}$ – вектор выходных воздействий;

$V(t) = \{v_1(t), v_2(t), \dots, v_L(t)\}$ – вектор воздействий внешней среды;

$Z(t) = \{z_1(t), z_2(t), \dots, z_I(t)\}$ – вектор внутренних состояний системы.

Динамические модели систем описывают поведение объекта моделирования во времени t , и в общем случае процесс функционирования такой системы записывают в виде [3]:

$$Y(t) = F_S(X, V, Z, t).$$

Зависимость F_S называется законом функционирования системы S .

Под математической моделью объекта понимают конечное множество переменных $\{X(t), V(t), Z(t)\}$ вместе с математическими связями между ними и характеристиками $Y(t)$.

С точки зрения использования моделей, их можно разделить на два большие класса: имитационные и управляющие модели. Имитационные модели используются для статистического анализа явлений и процессов, а с помощью управляющих моделей решаются задачи оптимального статистического синтеза управления рассматриваемым объектом или процессом.

Имитационные модели особенно важно использовать для анализа многофакторных объектов, процессов и систем, где возможности метода статистических испытаний (метода Монте-Карло) проявляются наиболее полно и дают наибольший эффект. Основными требованиями, которыми должны удовлетворять имитационные модели, является адекватность процессу, точность, простота, универсальность.

Известно [2, 4, 5] применение автоматных схем для описания функционирования многих производственных, экономических и других систем. Автомат определяется следующим образом [3, 4, 6]:

$$A = \langle X, Y, Z, \varphi, \psi, Z_0 \rangle,$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_M)$, – входной алфавит; $Y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ – выходной алфавит; $Z = (z_1, z_2, \dots, z_I)$ – множество состояний автомата; φ – функция переходов,

$$\varphi: X \times Z \rightarrow Z, Z(t) = \varphi[Z(t-1), X(t)];$$

ψ – функция выходов,

$$\psi: Z \times X \times Z \rightarrow Y, Y(t) = \psi[Z(t-1), X(t), Z(t)]; Z_0 – \text{множество начальных состояний автомата.}$$

Процесс функционирования автоматной схемы рассматривается как последовательная смена ее состояний в некотором интервале времени (t_0, T) . Если рассматривать процесс функционирования системы как последовательную смену состояний, то $z_1(t), z_2(t), \dots, z_I(t)$, называют характеристиками состояний системы.

Каждому мгновенному состоянию системы соответствует определенная точка в n -мерном фазовом пространстве, а процессу функционирования системы – некоторая фазовая траектория. Фазовая траектория может быть описана вектор – функцией $z(t)$ с составляющими по осям координатами $z_1(t), z_2(t), \dots, z_I(t)$. Очевидно, что моменту времени t_0 соответствует некоторое начальное состояние системы с характеристиками (начальными условиями) $z_1^0, z_2^0, \dots, z_I^0$.

На вход системы в общем случае могут поступать входные сигналы, которые будем обозначать x_m ($m = 1, 2, \dots, M$). Входные сигналы оказывают влияние на изменение состояний системы. Таким образом, характеристики состояний системы $z_1(t), z_2(t), \dots, z_I(t)$ в произвольный момент времени t зависят от начальных условий $z_1^0, z_2^0, \dots, z_I^0$ и входных сигналов x_m , поступивших в моменты времени $t \leq T$. В момент t , будучи в состоянии $z_i(t)$, автомат способен воспринять на входном канале сигнал $x_m(t) \in X$ и выдать на выходном канале сигнал $y_n(t) = \psi[Z(t), X(t)]$, перейдя в состояние $z(t+1) = \varphi[Z(t), X(t)]$, $z(t) \in Z$, $y(t) \in Y$.

Математическая модель в виде автомата применима для описания функционирования как дискретных детерминированных объектов, так и для стохастических.

В случае стохастических объектов функция переходов φ задается множеством $\varphi = \{P(z_i(t)/z_i(t-1), x_m(t))\}$, и функция выходов ψ – множеством $\psi = \{P(y_n(t)/z_i(t-1), x_m(t), z_i(t))\}$, где $\{P(z_i(t)/z_i(t-1), x_m(t))\}$ – мно-

жество условных вероятностей, определяющих переход ВА в момент времени t в состояние $z_i(t)$ при условии, что поступил сигнал $x_m(t)$ и в момент времени $(t-1)$ ВА был в состоянии $z_i(t-1)$; $\{P(y_n(t)/z_i(t-1), x_m(t), z_i(t))\}$ – множество условных вероятностей, определяющих выдачу ВА в момент времени t выходного сигнала $y_n(t)$ при условии, что автомат перешел в состояние $z_i(t)$, на вход поступил сигнал $x_m(t)$ и в момент времени $(t-1)$ ВА был в состоянии $z_i(t-1)$.

При детерминистическом задании функций перехода и выхода они имеют вид:

$$P(z_i(t)/z_i(t-1), x_m(t)) = \begin{cases} 1 & \text{при } Z(t) = \varphi[Z(t-1), X(t)] \\ 0 & \text{при } Z(t) \neq \varphi[Z(t-1), X(t)] \end{cases}$$

$$P(y_n(t)/z_i(t-1), x_m(t), z_i(t-1)) = \begin{cases} 1 & \text{при } Y(t) = \psi[Z(t-1), X(t), Z(t)] \\ 0 & \text{при } Y(t) \neq \psi[Z(t-1), X(t), Z(t)] \end{cases}$$

Представление объекта в виде ВА, на вход которого поступают в момент времени t сигналы входного алфавита X , а с выхода снимаются значения сигналов выходного алфавита Y , а далее вырабатывается в следующий момент времени $(t+1)$ очередное входное воздействие, приводит к необходимости включения в схему объекта систему управления (рис. 1). Взаимодействие объекта управления и системы управления означает, что значения процесса $x(t)$ измеряются и поступают на вход системы управления, которая по ним находит очередное управление и отправляет его объекту. Правило отыскания значений уравнения подчиняется условию, чтобы достигалась некоторая заданная цель.

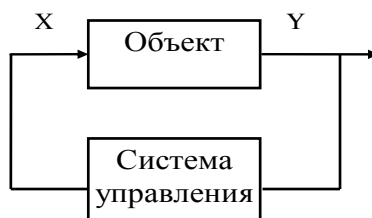


Рис. 1. Взаимодействие автомата и системы управления

Современные технологические системы представляются сложными многофакторными объектами, на которые воздействует множество контролируемых и неконтролируемых факторов [3]. Важным аспектом проблемы построения управляющих моделей является учет в них большого количества случайных факторов, воздействующих на реальный производственный процесс. Это различные изменения, происходящие в объекте управления в результате его функционирования и приводящие к изменению параметров процесса, изменения в структуре модели из-за различных ограничений на переменные состояния и управления; изменения в окружающей среде и др. К таким факторам в первую очередь следует отнести [8]:

- ◆ случайные колебания, происходящие в объекте управления и приводящие к изменению коэффициентов модели физического процесса;
- ◆ изменения в структуре модели вследствие деформации ограничений на переменные состояния и управления;

- ◆ изменения в окружающей среде;
- ◆ погрешность в измерениях и т.д.

Влияние большого числа случайных факторов на функционирующий объект, а также на функционирование системы управления объектом, невозможность проектировщиком системы управления учесть влияние случайных факторов, которые не поддаются какому-либо учету, делают необходимым включение в схему функционирования объекта такого элемента, как среда. Таким образом, можно сказать, что процесс функционирования сложной системы происходит в сложной случайной среде [3] и взаимодействие управляющего объекта и среды можно представить в виде следующей системы “автомат - среда” (рис. 2).

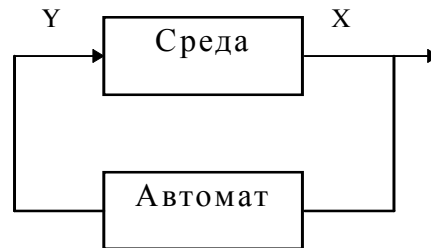


Рис. 2. Система “автомат - среда”

Выходные сигналы автомата \mathbf{A} являются входными для объекта (среды) \mathbf{S} , а выходные сигналы среды \mathbf{S} – входными для автомата \mathbf{A} . Среду \mathbf{S} можно также рассматривать в виде ВА, поведение которого также зависит от его внутреннего состояния, входных сигналов и времени. Процесс функционирования ВА во времени определяется каноническими уравнениями

$$\begin{aligned} \mathbf{z}(t+1) &= \varphi[\mathbf{z}(t), \mathbf{y}(t)], \\ \mathbf{x}(t) &= \psi[\mathbf{z}(t)] \end{aligned}$$

где $\mathbf{z}(t+1) = \varphi[\mathbf{z}(t), \mathbf{y}(t)]$ – функция переходов, $\mathbf{x}(t) = \psi[\mathbf{z}(t)]$ – функция выходов.

Выходные сигналы $\mathbf{y}(t)$ автомата \mathbf{A} будем называть действиями, а входные $\mathbf{x}(t)$ – реакцией среды. Предполагается [4], что реакция среды $\mathbf{x}(t)$ – входной алфавит автомата \mathbf{A} разбивается на два непересекающихся подмножества, причем внутри каждого из этих подмножеств входные сигналы автоматом неразличимы. Входные сигналы автомата разбиты на два класса: класс благоприятных реакций $\mathbf{x}_1 = +1$ (“поощрение”) и класс неблагоприятных реакций $\mathbf{x}_2 = -1$ (“штраф”).

Взаимодействие автомата и среды происходит следующим образом. Если в момент времени t автомат совершил действие \mathbf{y}_n , то он с вероятностью \mathbf{q}_n получит сигнал поощрения \mathbf{x}_1 или с вероятностью \mathbf{p}_n получит сигнал наказания

\mathbf{x}_2 . Вероятности определяются следующим образом: $\mathbf{q}_n = \frac{1 + \mathbf{W}_n}{2}$; $\mathbf{p}_n = \frac{1 - \mathbf{W}_n}{2}$, исходя из чего $\mathbf{q}_n - \mathbf{p}_n = \mathbf{W}_n$. Величину \mathbf{W}_n называют выигрышем автомата за действие \mathbf{y}_n . Математическое ожидание выигрыша автомата за один шаг при

взаимодействии со средой определяют как [8] $\mathbf{M} = \sum_{n=1}^N \sigma_n \mathbf{W}_n$, где σ_n – финаль-

ная вероятность действия y_n . Если автомат выбирает любое из действий равновероятно, то математическое ожидание выигрыша определится как $M_0 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N W_n$.

Автомат обладает целесообразным поведением, если математическое ожидание выигрышей за один шаг отвечает условию:

$$M > M_0.$$

Вероятностные автоматы нашли применение в экономике, в частности, при моделировании приемки товара на складе, поставляемого несколькими поставщиками, при моделировании управления запасами однородной продукции, при моделировании системы нефтеперевалочного узла.

Для описания процесса взаимодействия объекта и процесса задают измеримые пространства: фазовое (X, \mathfrak{X}) и пространство управлений (Y, \mathfrak{Y}) , где $\mathfrak{X} - \sigma$ – алгебра измеримых множеств из X , $\mathfrak{Y} - \sigma$ – алгебра измеримых множеств из Y .

Эволюция объекта во времени подчиняется следующему правилу [9] (рис. 3.):

$$x_{t+1} = (x^t, y^t),$$

где $x^t = (x_t, x_{t-1}, \dots, x_1)$, $y^t = (y_t, y_{t-1}, \dots, y_1, y_0)$.

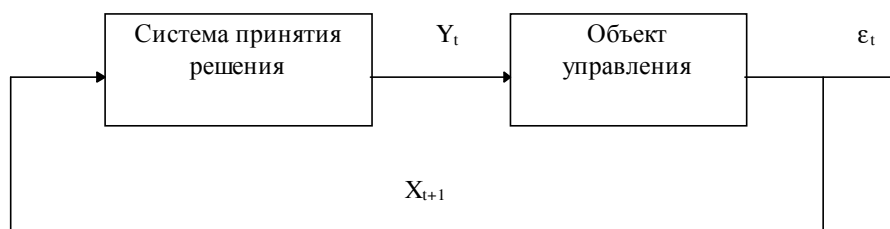


Рис. 3. Эволюция объекта во времени

В начальный момент $t = 0$ выбирается управление y_0 , которое определяет значение $x_1 = g(y_0)$. В момент $t = 1$ задают y_1 и получают $x_2 = g(x_1; y_0, y_1)$ и т.д.

Взаимодействие объекта управления и системы управления означают, что значения процесса x_t “измеряются” и поступают на вход системы управления, которая по ним находит очередные управления и отправляет их объекту. Правило отыскания значений управления должно соответствовать некоторой заданной цели, или траектория x_t в фазовом пространстве должна обладать предписанным свойством.

Следует заметить, что экономические системы отличаются большим количеством факторов, которые имеют неопределенную и неточную природу. На основании таких данных можно строить экономические прогнозы, которые имеют вероятностный характер. Таким образом, актуальным становится включение в управляющий контур блока системы анализа результата (рис. 4). На блок анализа результата поступают данные с выхода экономической системы, которые обрабатываются и сигнал X_{t+1} поступает на вход системы управления.

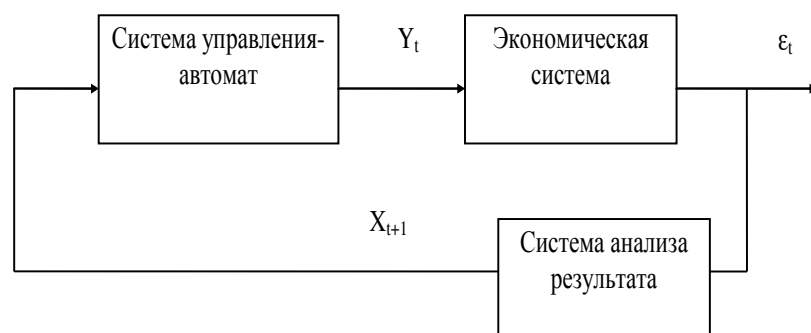


Рис. 4. Включение блока системы анализа результата

Система анализа результата может быть задана различными способами, однако очевидно, что в основе механизма вывода решений будут использованы мнения экспертов. Это особенно актуально в последнее время, так как управленческие решения в экономике характеризуются следующими особенностями: присутствуют неизвестные элементы задачи: ситуации, цели, ограничения, решения, предпочтения, которые имеют как содержательный характер, так и количественные характеристики; элементы задачи описываются характеристиками, часть из которых может быть изменена объективно, а для другой части задачи возможно только субъективное изменение (например, приоритеты целей, предпочтения решений и т.п.); в ряде случаев приходится решать задачу выбора решения в условиях неопределенности, обусловленной неполным описанием проблемной ситуации и невозможностью достаточно точной оценки ожидаемых последствий; принимаемые решения могут непосредственно затрагивать интересы людей, принимающих эти решения

Перечисленные особенности подчеркивают отличие задачи управленческого решения от математической задачи нахождения оптимального решения, которая обычно формируется как задача выбора наилучшего решения из множества заданных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Долятовский В.А.* Системный анализ в управлении фирмой: Учебное пос. и практикум. – Ростов-на-Дону: РГЭУ (РИНХ), 2010.
2. *Мальшиев Н.Г.* Структурно-автоматные модели технических систем. – М.: Радио и связь, 1986.
3. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем. – М.: Высш.шк., 1985.
4. *Поспелов Д.А.* Вероятностные автоматы. – М.: Энергия, 1970.
5. *Мальшиев Н.Г.* Вероятностные методы при моделировании и идентификации объектов управления. – Таганрог: ТРТИ, 1980.
6. *Чирков М.К.* Основы общей теории конечных автоматов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975.
7. *Бусленко Н.П.* Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978.
8. *Глод О.Д., Финаев В.И.* Оценка времени сходимости в адаптивных системах // Областная ТНК, посвященная дню радио. – Ростов-на-Дону, 1991. – 69 с.
9. *Срагович В.Г.* Теория адаптивных систем. – М.: Наука, 1976.

Статью рекомендовала к опубликованию д.э.н., профессор Т.В. Чернова.

Глод Ольга Денисовна – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: glod@tsure.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП 17А; тел.: 88634371704; кафедра менеджмента; к.т.н.; доцент.

Glod Olga Denisovna – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: glod@tsure.ru; GSP 17A, 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371704; the department of management; cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 519.7:004.4

Н.Н. Бричеева

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ BPM-СИСТЕМЫ
НА ОСНОВЕ АВТОРСКОЙ МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ
СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И БЮДЖЕТИРОВАНИЯ**

Несмотря на наличие широкого спектра комплексных BPM-пакетов на основе BI-платформ, наилучший результат при внедрении достигается при оригинальном проектировании информационных BPM-систем на основе собственных методик автоматизации стратегического планирования и бюджетирования на основе концепции BSC. Предлагается к рассмотрению технологическая архитектура информационной BPM-системы с технологической архитектурой, функциональность которой соответствует промышленному стандарту BPM Standards Group и реализуется согласно авторской методике автоматизации стратегического планирования и бюджетирования. Разработанный комплекс взаимосвязанных математических моделей позволяет автоматизировать процесс создания адаптивной BPM-системы на основе единого формализованного представления иерархий.

Стратегическое планирование; бюджетирование; система сбалансированных показателей; метод анализа иерархий; BPM-системы; архитектура предприятия.

N.N. Bricheeva

**BPM-DESIGN SYSTEM BASED ON THE AUTHOR OF AUTOMATION
TECHNIQUE FOR STRATEGIC PLANNING AND BUDGETING**

Despite the availability of a wide range of integrated BPM-based packet BI-platform, the best result is achieved by the introduction of the original project-ing information BPM-based systems automate own methods of strategic planning and budgeting based on the concept of BSC. Xia offers to consider information technology architecture BPM-systems, with techno-logical architecture, which features an industry standard BPM Standards Group and is being implemented in accordance with the author's technique automation strategic planning and budgeting. Developed complex interrelated mathematical models to automate the process of creating an adaptive BPM-system based on a single formalized representation hierarchies

Strategic planning; budgeting; balanced scorecard; the method of hierarchy analysis; BPM-system; enterprise architecture.

Введение. Согласно определению BPM Standarts Group *Business Performance Management (BPM)* – это методология, направленная на оптимизацию реализации стратегии и состоящая из набора интегрированных циклических аналитических процессов, поддерживаемых соответствующими технологиями и имеющих отношение как к финансовой, так и к операционной информации.

Управление бизнес-процессами, являющееся в первую очередь операционной дисциплиной, согласно рекомендациям *Gartner*, должно осуществляться совместно с построением *архитектуры предприятия (EA – Enterprise Architecture)*, в статическом аспекте включающей:

- ◆ миссию и стратегию, стратегические цели и задачи;
- ◆ бизнес-архитектуру;
- ◆ системную архитектуру.