

ISSN 1998-6629

ВЕСТНИК

САМАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
имени академика С. П. КОРОЛЁВА
(национального исследовательского
университета)

№ 6 (37)

2012

ВЕСТНИК
САМАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени академика С. П. КОРОЛЁВА
(национального исследовательского университета)

№ 6 (37)

2012

Главный редактор

Шахматов Е. В., д.т.н., профессор

Заместители главного редактора

Балакин В. Л., д.т.н., профессор, Прокофьев А. Б., д.т.н., профессор

Ответственный секретарь

Прохоров А. Г., к.т.н., доцент

Редакционная коллегия

Астафьев В. И., д.ф.-м.н., профессор	Кузьмичёв В. С., д.т.н., профессор
Балакин В. Л., д.т.н., профессор	Лукачёв С. В., д.т.н., профессор
Богатырёв В. Д., д.э.н., профессор	Меркулова Л. П., д.п.н., профессор
Казанский Н. Л., д.ф.-м.н., профессор	Михеев В. А., д.т.н., профессор
Комаров В. А., д.т.н., профессор	Пиганов М. Н., д.т.н., профессор
Коптев А. Н., д.т.н., профессор	Прохоров С. А., д.т.н., профессор
Фалалеев С. В., д.т.н., профессор	

Председатель редакционного совета

Сойфер В. А., член-корр. РАН

Редакционный совет

Аншаков Г. П., член-корр. РАН	Гречников Ф. В., член-корр. РАН
Барвинок В. А., член-корр. РАН	Кирилин А. Н., д.т.н., профессор
Шорин В. П., академик РАН	

Журнал входит в утверждённый ВАК Минобрнауки РФ Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук
Журнал включён в общероссийский каталог ОАО "Роспечать". Подписной индекс - 18264

© Самарский государственный аэрокосмический университет
443086, Самара, Московское шоссе, 34
Тел.: (846) 267 48 41; электронная почта: vest@ssau.ru

СОДЕРЖАНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ ПО УРОВНЮ НАДЁЖНОСТИ И ЦЕНЫ ИЗДЕЛИЙ	
<i>А. Д. Гришанова, С. Е. Ежов, Е. С. Тюлевина</i>	7
ВЫБОР ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМИЗАЦИИ ОБЪЁМА ПРОДАЖ КОНКУРЕНТНЫХ ПО УРОВНЮ КАЧЕСТВА СТРАТЕГИЙ В УСЛОВИЯХ ДУОПОЛИИ	
<i>А. Д. Гришанова, С. А. Колычев, Л. С. Клентак</i>	13
МОДЕЛИ КОНКУРЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ РАВНОВЕСНЫХ СОСТОЯНИЙ	
<i>Г. М. Гришанов, С. А. Колычев, Л. С. Клентак</i>	19
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ И ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
<i>В. Д. Богатырёв, О. В. Есипова</i>	26
КОНТРОЛЬ ЗА ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ СОВЕТОМ ДИРЕКТОРОВ (НАБЛЮДАТЕЛЬНЫМ СОВЕТОМ)	
<i>В. Д. Богатырёв, А. К. Хакимова</i>	37
ЧЕТЫРЕХЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СНАБЖЕНЧЕСКО ЗАКУПОЧНОЙ ЛОГИСТИКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
<i>В. Д. Богатырёв, К.А. Юрченко</i>	48
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕН МОНОПОЛИСТА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ЕДИНОЙ ЦЕНЫ К ЦЕНОВОЙ ДИСКРИМИНАЦИИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА	
<i>С.А. Болочев, А. Ю. Ситникова</i>	57
МЕХАНИЗМ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ	
<i>К. Б. Герасимов</i>	72
МОДЕЛИ ДИСКРЕТНОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ КОРПОРАЦИЙ	
<i>М. И. Гераськин</i>	82
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ЦИКЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОДШИПНИКОВОЙ ОТРАСЛИ)	
<i>М. И. Гераськин, Е.В. Егорова</i>	93
ВЫБОР ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВХОДНОГО ПОТОКА ЗАЯВОК ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
<i>В. М. Дулякин, Ю.В. Князева</i>	102

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ НА ДЕПОЗИТНО-КРЕДИТНОМ РЫНКЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИПОТЕЧНОЙ СДЕЛКИ В СЛУЧАЕ СОГЛАСОВАННЫХ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ	
<i>Т. С. Коростелева</i>	112
МАТРИЧНЫЙ ФОРМАТ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ	
<i>Н. Н. Османкин</i>	117
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ СНИЖЕНИИ ЗАТРАТ	
<i>О. В. Павлов, Т. Н. Рясная</i>	126
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАЖОРАНТЫ ДЛЯ РАЗМЕРА ФОНДА ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ЗАСТРАХОВАННОГО СОБЫТИЯ	
<i>Е. П. Ростова</i>	133
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА	
<i>А. Ю. Ситникова, Ц. Д. Ширанов</i>	130
СПОСОБЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ IPF- ТЕХНОЛОГИИ	
<i>В. А. Хайтбаев, О. А. Немчинов</i>	140
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ИСТОЧНИКА СРЕДСТВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА МЕТОДОМ ПРОЕКТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ	
<i>С. В. Щеглов</i>	147
РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ В УСЛОВИЯХ АСИММЕТРИЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ	
<i>А. М. Якунин</i>	157

CONTENTS

MODELING COMPETITIVE ENVIRONMENT BY THE LEVEL OF RELIABILITY AND PRICES OF PRODUCTS <i>A. D. Grishanova, S. Ye. Yezhov, Ye. S. Tyulevina</i>	7
CHOOSING QUALITY LEVEL COMPETITIVE STRATEGIES BY THE SALES VOLUME MAXIMIZATION CRITERION IN DUOPOLY MARKETING CONDITIONS <i>A. D. Grishanova, S. A. Kolychev, L. S. Klentak</i>	13
MODELS OF COMPETITIVE INTERACTION BETWEEN ENTERPRISES AND FORMATION OF PARAMETRICALLY STABLE EQUILIBRIUM STATES <i>G. M. Grishanov, S. A. Kolychev, L. S. Klentak</i>	19
ALGORITHM OF PLANNING OPERATING AND FINANCIAL ACTIVITY OF ENTERPRISE <i>V. D. Bogatyrev, O. V. Esipova</i>	26
CONTROL OF FINANCIAL AND ECONOMIC ACTIVITY OF A JOINT-STOCK COMPANY, CARRIED OUT BY BOARD OF DIRECTORS <i>V. D. Bogatyryov, A. K. Khakimova</i>	37
FOUR ELEMENT OPTIMIZATION MODEL OF SUPPLY LOGISTICS OF INDUSTRIAL ENTERPRISE <i>V. D. Bogatyrev, K. A. Yurchenko</i>	48
THE BUILDING OF THE MODEL FOR DETERMINATION OF THE DIRECTION OF CHANGE OF THE PRICES IN THE TRANSITION FROM A SINGLE PRICING TO DISCRIMINATORY PRACTICES ON THE BASIS OF SPECTRAL ANALYSIS <i>S. A. Bolochev, A. Yu. Sitnikova</i>	57
MECHANISM FOR CONSTRUCTING A PROCESS CONTROL SYSTEM <i>K. B. Gerasimov</i>	72
MODELS OF DISCRETE MULTYCRITERION OPTIMIZATION FOR HIERARCHICAL SYSTEMS OF CORPORATIONS <i>M. I. Geraskin</i>	82
ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION OF FINANCIAL CYCLES (ON THE EXAMPLE OF ENTERPRISES OF THE BEARING INDUSTRY) <i>M. I. Geraskin, E. V. Egorova</i>	93
THE CHOICE OF THE DISTRIBUTION LAW OF REQUESTS INPUT FLOW FOR MODELING QUEUING SYSTEMS TRADING ENTERPRISE <i>V. M. Duplyakin, J. V. Knyazheva</i>	102
DECISION-MAKING AT DEPOSITARY AND CREDIT MARKET WHILE IMPLEMENTATION OF THE MORTGAGE DEAL ON THE ASSUMPTION OF THE COORDINATED MONEY FLOW <i>T. S. Korostelyova</i>	112

MATRIX FORMAT MANAGEMENT INTERACTIONS IN THE ORGANIZATION OF DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISES <i>N. N. Osmankin</i>	117
NUMERICAL SOLUTION OF PRODUCTION PLANNING PROBLEM WITH DYNAMIC COST REDUCTION <i>O. V. Pavlov, T.N. Riasnaia</i>	126
DEFINING MAJORANT OF INSURED EVENT PREVENTIVE ACTIONS FUND VALUE <i>E. P. Rostova</i>	133
IMPROVEMENT OF SECTORAL STRUCTURE OF THE NATIONAL ECONOMY BY INTERINDUSTRY BALANCE MODEL <i>A. Yu. Sitnikova, Ts. D. Shirapova</i>	130
THE METHODS OF PLANNING AND EVALUATING ECONOMIC ACTIVITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES BASED ON IPF-TECHNOLOGIES <i>V. A. Haytbaev, O. A. Nemchinov</i>	140
DEVELOPMENT OF FUNDS SOURCES SELECTION SYSTEM IN PROJECT FULFILLMENT BY MEANS OF PROJECT FINANCING METHOD <i>S. V. Scheglov</i>	147
DESIGNING OF ECONOMICAL AGENTS' INTERCONNECTION MODELS UNDER ASYMMETRIC INFORMATION STRUCTURE <i>A. M. Yakunin</i>	157

ББК 65.011.3
УДК 338.45

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ ПО УРОВНЮ НАДЁЖНОСТИ И ЦЕНЫ ИЗДЕЛИЙ

© 2012 А.Д. Гришанова¹, С.Е. Ежов¹, Е.С. Тюлевина²

¹Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

²ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

Сформирован комплекс моделей выбора равновесных цен и уровней надёжности изделий по критерию максимизации продаж. Определены параметрические условия устойчивости полученных решений, выполнение которых обеспечивает сохранение конкурентной среды на рынке сбыта.

Равновесные цены, уровни надёжности изделий, условия устойчивости решений, конкурентная среда.

Введение. Российский рынок как объект управления отличается большим разнообразием. При этом преобладающей формой рыночной структуры во многих отраслях промышленности и в сфере услуг является олигополия. В этой связи прибыль каждого олигопольного предприятия зависит не только от его стратегии, но и от выбора конкурирующими предприятиями объёмов, цен, качества выпускаемой продукции или услуг. Это вызывает необходимость моделировать поведение олигопольных предприятий на рынке продаж, используя теоретико-игровые модели, простейшей и наиболее наглядной из которых является модель дуополии.

На отечественном рынке закономерности его изменения определяются конкурентными отношениями между его участниками, преследующими свои интересы. Особенность конкурентных отношений заключается в том, что они конфликтны и характеризуются вытеснением слабых участников более сильными. Конкурентная борьба выводит рынок из равновесия, в результате чего может произойти или его ликвидация, или монополизация, или сохранение в другой области равновесия и другой формы рыночной структуры. Ситуация усложняется, если

спрос на рынке определяется не только ценой, но и надёжностью выпускаемых изделий. Эта проблема является актуальной для любого рынка и не нашла пока в полной мере своего решения. С практической точки зрения существование такой ситуации является наиболее предпочтительным для потребителей продукции, поскольку способствует развитию и разнообразию товаров с высоким уровнем качества.

Таким образом, в качестве объекта исследования выступает процесс конкурентных взаимоотношений между участниками рынка в ходе их совместного функционирования при выпуске и реализации изделий, а формирование условий, реализация которых обеспечивает устойчивость рынка сбыта продукции с учётом её надёжности, является основным направлением исследования.

Проблемам выбора конкурентных стратегий посвящены, например, работы [1 – 4]. Необходимо отметить, что в большинстве своём работы отечественных авторов основываются на трудах зарубежных учёных, посвящённых центральной проблеме по определению равновесных параметров рынка. Отечественный рынок находится в стадии становления, и основной вопрос состоит в определении усло-

вий, реализация которых обеспечивает устойчивость рынка [5 – 7]. Под устойчивостью рынка понимается его способность функционировать без вытеснения слабых конкурентов более сильными, что формально выражается в существовании решения системы уравнений в точке равновесия.

Модели конкурентного взаимодействия между участниками рынка и условия параметрической устойчивости равновесных состояний.

Рассматривается система, в которой участвует два предприятия, выпускающих и реализующих продукцию с различными потребительскими свойствами, заинтересованных в получении максимального объема продаж путём выбора цен p_1 и p_2 изделий, уровня их надёжностей ω_1 и ω_2 , измеряемых вероятностью их безаварийной работы. При известных каждому предприятию (как участнику рынка сбыта) функциях спроса $q_i(p, \omega)$, $i=1,2$ на выпускаемую продукцию величина объёма продаж ОП_{*i*}(ω, p) изделий определяется из уравнений:

$$\text{ОП}_i(\omega, p) = p_i q_i(\omega, p), i = 1, 2.$$

Естественными ограничениями являются требования неотрицательности объёмов выпуска ($q_1 > 0, q_2 > 0$), а также цен ($p_1 > 0, p_2 > 0$) и надёжности ($0 < \omega_1 < 1, 0 < \omega_2 < 1$).

В модели неоднотипной дуополии управляемыми параметрами являются цены продаж каждым предприятием и уровень надёжности изделия, выбираемые на основе тех или иных стратегий.

Каждое предприятие, управляя ценой и уровнем надёжности на выпускаемое изделие, стремится максимизировать объём продаж, исходя из необходимых условий существования максимума:

$$\frac{\partial \text{ОП}_i(\omega, p)}{\partial p_i} = 0, \frac{\partial \text{ОП}_i(\omega, p)}{\partial \omega_i} = 0, i = 1, 2. \quad (1)$$

На функцию спроса $q_i(\omega, p)$, $i=1,2$ наложим следующие требования:

для любых значений p_1 и p_2 функция спроса $q_i(\omega, p)$, $i=1,2$ убывает по p_i , $i=1,2$ и возрастает по p_j , $j=1,2, i \neq j$, то есть $\frac{\partial q_i}{\partial p_i} < 0; \frac{\partial q_i}{\partial p_j} > 0; i, j = 1, 2, i \neq j$;

для любых значений ω_1 и ω_2 функция спроса $q_i(\omega, p)$, $i=1,2$ возрастает по ω_i , $i=1,2$ и убывает по ω_j , $j=1,2, i \neq j$, то есть $\frac{\partial q_i}{\partial \omega_i} > 0; \frac{\partial q_i}{\partial \omega_j} < 0; i, j = 1, 2, i \neq j$.

В соответствии с введённым предположением чем выше цена изделия первого предприятия и чем ниже уровень надёжности изделия второго предприятия, тем меньше спрос на продукцию первого предприятия. И аналогично – чем выше цена изделия второго предприятия и чем ниже уровень надёжности изделия первого предприятия, тем меньше спрос на продукцию второго предприятия.

Простейшей моделью поставленной задачи дифференцированной дуополии являются линейные модели функций спроса, которые определяются следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} q_1(\omega, p) &= q_0 + a_1^\omega \omega_1 - b_1^\omega \omega_2 - a_1^p p_1 + b_1^p p_2, \\ q_2(\omega, p) &= q_0 + a_2^\omega \omega_2 - b_2^\omega \omega_1 - a_2^p p_2 + b_2^p p_1, \end{aligned} \quad (2)$$

где q_0 – ёмкость рынка изделий, $a_i^\omega, b_i^\omega, a_i^p, b_i^p > 0, i = 1, 2$ – коэффициенты чувствительности функции спроса к изменению цен p_1, p_2 и уровню надёжности ω_1, ω_2 .

Каждое из уравнений (2) удовлетворяет наложенным требованиям на функцию спроса:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_i}{\partial p_i} &= -a_i^p < 0; \frac{\partial q_i}{\partial p_j} = b_j^p > 0; \\ \frac{\partial q_i}{\partial \omega_i} &= a_i^\omega > 0; \frac{\partial q_i}{\partial \omega_j} = -b_j^\omega < 0, \\ &i, j = 1, 2, i \neq j. \end{aligned}$$

Получение оптимального решения задачи неоднотипной дуополии с выбором цены и уровня надёжности сводится к вычислению частных производных и после-

дующему решению системы (1) относительно цен и уровня надёжности изделий предприятий.

Предположим, что цена изделия и его уровень надёжности связаны следующей функциональной зависимостью:

$$p_i(\omega_i) = p_{i0} \pm \gamma \cdot \omega_i, \quad i=1,2, \quad (3)$$

где $\gamma > 0$ – скорость изменения цены, p_{i0} , $i=1,2$ – начальная цена выпуска изделий.

Выражение (3) может быть как с положительной зависимостью цены от надёжности, так и с отрицательной. Положительная зависимость означает, что цена изделия растёт с увеличением его надёжности. Это означает, что затраты на повышение надёжности не окупаются и возникает необходимость в увеличении цены. Отрицательная зависимость означает, что цена убывает с увеличением надёжности изделия, что характеризует эффективность производственных процессов, связанных с повышением надёжности изделия: затраты на повышение надёжности окупаются и появляется возможность снижения цены.

Рассмотрим сначала ситуацию с положительной зависимостью между ценой изделия и уровнем его надёжности:

$$p_i(\omega_i) = p_{i0} + \gamma \omega_i, \quad i = 1,2. \quad (4)$$

С учётом (2) и (4) сформируем модель выбора оптимальных цен и уровня надёжности изделий по критерию максимизации объёма продаж в следующем виде:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_1 &= p_1(\omega_1)q_1(p, \omega) \rightarrow \max, \\ p_1(\omega_1) &= p_{10} + \gamma_1 \omega_1, \\ q_1(p, \omega) &= q_0 + a_1^\omega \omega_1 - b_1^\omega \omega_2 - a_1^p p_1 + b_1^p p_2, \\ \text{ОП}_2 &= p_2(\omega_2)q_2(p, \omega) \rightarrow \max, \\ p_2(\omega_2) &= p_{20} + \gamma_2 \omega_2, \\ q_2(p, \omega) &= q_0 + a_2^\omega \omega_2 - b_2^\omega \omega_1 - a_2^p p_2 + b_2^p p_1. \end{aligned} \quad (5)$$

Совокупность моделей принятия решений (5) по выбору оптимальных цен и уровней надёжности изделий описывает конкурентное взаимодействие между предприятиями.

Модель принятия решений (5) преобразуем к виду:

$$\text{ОП}_i(\omega) = (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i)[q_0 + a_i^\omega \omega_i - b_i^\omega \omega_j - a_i^p (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i) + b_i^p (p_{j0} + \gamma \cdot \omega_j)] \rightarrow \max, \quad i, j = 1, 2; \quad i \neq j. \quad (6)$$

Сгруппируем составляющие (6) и получим:

$$\text{ОП}_i(\omega) = (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i)[q_0 - a_i^p p_{i0} + b_i^p p_{j0} + (a_i^\omega - \gamma a_i^p) \omega_i - (b_i^\omega - \gamma b_i^p) \omega_j] = (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i)[G_i + A_i \omega_i - B_i \omega_j] \rightarrow \max, \quad i, j=1,2; \quad i \neq j, \quad (7)$$

где $G_i = q_0 - a_i^p p_{i0} + b_i^p p_{j0}$, $A_i = a_i^\omega - \gamma a_i^p$, $B_i = b_i^\omega - \gamma b_i^p$.

Из необходимых условий существования максимума сформируем следующую систему уравнений линий реакции:

$$\begin{cases} \omega_1^* = \frac{D_1}{2\gamma A_1} + \frac{B_1}{2A_1} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = \frac{D_2}{2\gamma A_2} + \frac{B_2}{2A_2} \omega_1^*, \end{cases} \quad (8)$$

где $D_i = \gamma G_i + p_{i0} A_i$, $i=1,2$.

Решая полученную систему относительно оптимальных уровней надёжности изделий, определим следующие их равновесные значения:

$$\omega_1^0 = \frac{(2A_2 D_1 + B_1 D_2)}{\gamma(4A_1 A_2 - B_1 B_2)}, \quad (9)$$

$$\omega_2^0 = \frac{(2A_1 D_2 + B_2 D_1)}{\gamma(4A_1 A_2 - B_1 B_2)}. \quad (10)$$

Из (9) и (10) следует, что для неотрицательности значений уровней надёжности в точке равновесия необходимо, чтобы выполнялись неравенства:

$$D_i > 0, A_i < 0, B_i < 0, A_i > \frac{B_i}{2}, \quad i = 1,2.$$

Неравенства $A_i < 0, B_i < 0$,

$A_i > \frac{B_i}{2}$, $i = 1,2$ выполняются, если скорость увеличения цен γ с увеличением уровня надёжности удовлетворяет соотношению:

$$\gamma > \max \left(\frac{a_i^\omega}{a_i^p}, \frac{b_i^\omega}{b_i^p}, \frac{a_i^\omega - b_i^\omega}{a_i^p - a_i^p}, i = 1,2 \right). \quad (11)$$

Выполнение неравенства (11) означает, что с увеличением коэффициента γ в функциональной зависимости между ценой и надёжностью изделия увеличивается гарантированная возможность получить равновесное состояние по уровню надёжности изделия.

Выполнение неравенства $D_i > 0$, $i = 1, 2$ возможно, если для ёмкости рынка q_o выполняется неравенство:

$$q_o > \max \left\{ a_i^p p_{i0} - b_i^p p_{j0} - \frac{p_{i0} A_i}{\gamma} \right\}. \quad (12)$$

Одновременное выполнение неравенств (11), (12) относительно значения γ , q_o обеспечивает устойчивость рыночной среды в условиях конкуренции по цене и надёжности изделий.

При определённых равновесных значениях уровня надёжности изделий ω_1^0, ω_2^0 легко определить равновесные значения цен, количество выпуска каждого изделия и равновесную величину объёма продаж предприятия.

Рассмотрим ситуацию с отрицательной зависимостью между ценой изделия и уровнем его надёжности:

$$p_i(\omega_i) = p_{i0} - \gamma \omega_i, \quad i = 1, 2. \quad (13)$$

По аналогии с решением задачи выбора определения конкурентной стратегии с положительной зависимостью, рассмотренной выше, определим из необходимых условий существования максимума следующую систему уравнений линий реакции:

$$\begin{cases} \omega_1^* = \frac{K_1}{2\gamma E_1} + \frac{F_1}{2E_1} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = \frac{K_2}{2\gamma E_2} + \frac{F_2}{2E_2} \omega_1^*, \end{cases} \quad (14)$$

где $K_i = p_{i0} E_i - \gamma G_i$, $G_i = q_o - a_i^p p_{i0} + b_i^p p_{j0}$, $E_i = a_i^\omega + \gamma a_i^p$, $F_i = b_i^\omega + \gamma b_i^p$, $i=1, 2$.

Решая полученную систему относительно оптимальных уровней надёжности изделий, определим следующие их равновесные значения:

$$\omega_1^0 = \frac{(2E_2 K_1 + F_1 K_2)}{\gamma(4E_1 E_2 - F_1 F_2)}, \quad (15)$$

$$\omega_2^0 = \frac{(2E_1 K_2 + F_2 K_1)}{\gamma(4E_1 E_2 - F_1 F_2)}. \quad (16)$$

Из полученных уравнений следует, что для неотрицательности значений уровней надёжности в точке равновесия необходимо, чтобы выполнялись следующие неравенства:

$$K_i > 0, E_i > \frac{F_i}{2}, \quad i = 1, 2.$$

Неравенства $E_i > \frac{F_i}{2}$, $i = 1, 2$ выполняются, если скорость увеличения цен γ с увеличением уровня надёжности удовлетворяет соотношению:

$$\gamma < \min \left(\frac{2a_i^\omega - b_i^\omega}{2a_i^p - a_i^p}, \quad i = 1, 2 \right). \quad (17)$$

Выполнение неравенства (17) означает, что с уменьшением коэффициента γ в зависимости между ценой и надёжностью изделия увеличивается гарантированная возможность получить равновесное состояние по уровню надёжности изделия.

Выполнение неравенства $K_i > 0$, $i = 1, 2$ возможно, если для ёмкости рынка q_o выполняется неравенство:

$$q_o < \min \left\{ \frac{(a_i^\omega + 2\gamma a_i^p)(p_{i0} - \gamma b_i^p p_{j0})}{\gamma}, \quad i, j = 1, 2, i \neq j \right\}. \quad (18)$$

Одновременное выполнение неравенств (17), (18) относительно значений γ , q_o обеспечивает устойчивость рыночной среды в условиях конкуренции по цене и надёжности изделий.

Полученные результаты проиллюстрируем на числовом примере выбора уровня надёжности выпуска продукции предприятиями. В результате анализа рынка сбыта определены следующие параметры функции спроса на изделия первого и второго предприятия и функциональной зависимости цен от уровня надёжности:

$q_{01} = q_{02} = q_o = 25$ шт. – ёмкость рынка сбыта; $a_1^\omega = 4$ шт.; $a_2^\omega = 3$ шт.; $a_1^p = 2,3 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед., $a_2^p = 1,7 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед., $b_1^\omega = 2$ шт.; $b_2^\omega = 1,9$ шт.; $b_1^p = 1,11 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед., $b_2^p = 1 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед. – коэффициенты чувствительности объёма спроса к уровню надёжности у первого и второго предприятия; $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma = 2 \cdot 10^6$ ден. ед. – скорость уменьшения цены у каждого предприятия в зависимости от изменения уровня надёжности изделий; $p_{10} = p_{20} = 27 \cdot 10^6$ ден. ед. – начальные цены выпуска первым и вторым предприятием.

Тогда функции спроса на изделия первого и второго предприятия будут иметь вид:

$$q_1(\omega) = G_1 - A_1\omega_1 + B_1\omega_2 = 9,07 - 0,6\omega_1 + 0,22\omega_2;$$

$$q_2(\omega) = G_2 - A_2\omega_2 + B_2\omega_1 = 6,1 - 0,4\omega_2 + 0,1\omega_1.$$

При известной функции спроса каждым участником рынка модель задачи выбора уровня надёжности изделия имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_1(\omega) &= (p_{10} + \gamma_1 \cdot \omega_1)(G_1 - A_1\omega_1 + B_1\omega_2) = \\ &= (27 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6 \cdot \omega_1)(9,07 + 0,6\omega_1 - 0,22\omega_2) \rightarrow \max \text{ по } \omega_1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОП}_2(\omega) &= (p_{20} + \gamma_2 \cdot \omega_2)(G_2 - A_2\omega_2 + B_2\omega_1) = \\ &= (27 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6 \cdot \omega_2)(6,1 + 0,4\omega_2 - 0,1\omega_1) \rightarrow \max \text{ по } \omega_2. \end{aligned}$$

В результате решения задачи получена следующая система необходимых условий оптимальности уровня надёжности изделий:

$$\begin{cases} \omega_1^* = \frac{D_1}{2\gamma A_1} + \frac{B_1}{2A_1} \omega_2^* = 0,81 + 0,183\omega_2^*, \\ \omega_2^* = \frac{D_2}{2\gamma A_2} + \frac{B_2}{2A_2} \omega_1^* = 0,875 + 0,125\omega_1^*. \end{cases}$$

Решая систему, получим, что равновесные значения уровней надёжности изделия первого и второго предприятия составят величину:

$$\begin{aligned} \omega_1^0 &= \frac{(2A_2D_1 + B_1D_2)}{\gamma(4A_1A_2 - B_1B_2)} = 0,993, \\ \omega_2^0 &= \frac{(2A_1D_2 + B_2D_1)}{\gamma(4A_1A_2 - B_1B_2)} = 0,999. \end{aligned}$$

Подставляя равновесные значения уровней надёжности в функции спроса, получим следующие равновесные значения объёма выпуска изделий для каждого предприятия:

$$q_1^0 = 9 \text{ шт.} \quad \text{и} \quad q_2^0 = 6 \text{ шт.}$$

Библиографический список

1. Васин, А. А. Теория игр и модели математической экономики [Текст]/ А.А. Васин, В. В. Морозов. – М.: МАКС-Пресс, 2005.

Подставляя равновесные значения уровней надёжностей в уравнение функциональной зависимости цены изделия и уровня его надёжности, получим следующие значения равновесных цен:

$$p_1^0(\omega_1) = p_{10} + \gamma\omega_1^0 = 27 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^6 \cdot 0,993 = 29 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.,}$$

$$p_2^0(\omega_2) = p_{20} + \gamma\omega_2^0 = 27 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^6 \cdot 0,999 = 29 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.}$$

Равновесные значения объёма продаж изделий равны:

$$\text{ОП}_1^0 = 261 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.,}$$

$$\text{ОП}_2^0 = 174 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.}$$

Из полученных результатов следует, что в сложившейся рыночной ситуации первое предприятие в точке равновесия обеспечивает более эффективный результат с позиции критерия максимизации объёма продаж.

Заключение. Сформулирована и решена задача выбора равновесных по критерию максимизации объёма продаж продукции предприятиями, функционирующими в условиях дуополюной ценовой конкуренции и конкуренции по уровню надёжности изделий.

Из необходимых условий оптимальности сформирована система уравнений линий реакции, определяющая поведение каждого участника рынка в условиях конкуренции по цене и надёжности изделий.

Определены равновесные значения конкурентных стратегий в рыночных ситуациях, когда функции спроса на изделия одновременно зависят как от уровня надёжности, так и от цен выпускаемых предприятиями изделий.

Сформированы в виде взаимосвязанной системы неравенств условия устойчивости конкурентной среды в зависимости от параметров функции спроса у предприятий-конкурентов.

2. Васин, А. А. Исследование операций: учеб. пособие для студ. вузов [Текст]/ А.А. Васин, П.С. Краснощеков, В.В. Морозов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
3. Губко, М. В. Теория игр в управлении организационными системами

- [Текст]/ М.В. Губко, Д.А. Новиков. – М.: Изд. Симтек, 2002.
4. Новиков, Д.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы [Текст]/ Д.А. Новиков, А.А. Иващенко. – М.: ЛЕНАНД, 2006.
5. Тюлевина, Е.С. Моделирование рынка пусковых услуг в условиях глобализации: монография [Текст]/ Е.С. Тюлевина, А.Д. Гришанова – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2012.
6. Механизмы конкурентных взаимодействий на мировом космическом рынке пусковых услуг [Текст]/ Е.С. Тюлевина// Экономические науки. – 2011. - № 11(84) – С. 184 – 190.
7. Тюлевина, Е.С. Анализ и оценка рынка производителей ракетно-космической техники и формирование их конкурентных стратегий [Текст]/ Е.С. Тюлевина // Сб. статей XI международ. науч.-практ. конф. – Т.3. – Спб.: Изд-во политехн. ун-та, 2011. – С. 108 – 109.

MODELING COMPETITIVE ENVIRONMENT BY THE LEVEL OF RELIABILITY AND PRICES OF PRODUCTS

© 2012 A.D. Grishanova¹, S.Ye. Yezhov¹, Ye.S. Tyulevina²

¹Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

² Samara Space Center «TsSKB-Progress»

The paper presents models of choosing product equilibrium prices and reliability levels by the sales volume criterion. Parametric conditions of the stability of the solutions obtained are determined. Complying with these conditions assures maintaining the market competitive environment.

Equilibrium prices, product reliability level, conditions of solution stability, competitive environment.

Информация об авторах

Гришанова Анастасия Дмитриевна, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Область научных интересов: моделирование конкурентных взаимодействий.

Ежов Сергей Евгеньевич, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: Sezhov@list.ru. Область научных интересов: моделирование конкурентных взаимодействий.

Тюлевина Евгения Сергеевна, специалист внешнеэкономической деятельности ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс». E-mail: tjulevina@rambler.ru. Область научных интересов: управление промышленными комплексами.

Grishanova Anastasia Dmitrievna, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Area of research: modeling of competitive interactions.

Yezhov Sergey Yevgenyevich, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: Sezhov@list.ru. Area of research: modeling of competitive interactions.

Tyulevina Yevgenia Sergeevna, specialist on foreign economic activity, «TSKB-Progress». Email: tjulevina@rambler.ru. Area of research: industrial complex management.

ББК 65.050.2

УДК 338.45

ВЫБОР ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМИЗАЦИИ ОБЪЁМА ПРОДАЖ КОНКУРЕНТНЫХ ПО УРОВНЮ КАЧЕСТВА СТРАТЕГИЙ В УСЛОВИЯХ ДУОПОЛИИ

© 2012 А. Д. Гришанова, С. А. Колычев, Л. С. Клентак

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет)

Предлагается модель задачи выбора конкурентных по уровню качества продукции стратегий участниками дуопольного рынка. Определены равновесные состояния в условиях полной информированности и предложена итерационная процедура их выбора в условиях неопределённости.

Равновесное состояние, объём продаж, уровень качества продукции, рынок сбыта, линия реакции, функция спроса.

Введение. В настоящее время эволюция мировой рыночной экономики переходит на новую ступень – конкуренции в себестоимости качества товара и услуг. Выраженная суммарными затратами на поддержание нужного уровня качества, отнесёнными к стоимости единицы продукции, она становится важным индикатором прибыльности и перспективности бизнеса.

Формирование моделей конкурентного взаимодействия и выбор конкурентных стратегий по уровню качества продукции участниками дуопольного рынка.

Рассмотрен выбор конкурентных стратегий между двумя участниками рынка сбыта продукции в условиях конкуренции по её качеству как наиболее важному параметру для потребителя [1], [2], [3].

Модель задачи выбора уровня качества продукции по критерию максимизации стоимости объёма продаж при заданной функциональной связи между ценой и качеством продукции $p_i(\omega_i)$ и заданных функциях спроса $q_i(\omega)$ для каждого предприятия представим как совокупность взаимосвязанных через функции спроса моделей принятия решений субъектами рынка в следующем виде:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_i(\omega) &= p_i(\omega_i)q_i(\omega) \rightarrow \max, \\ p_i(\omega_i) &= p_{i0} - \gamma_i \cdot \omega_i, \\ q_i(\omega) &= q_0 + a_i^\omega \omega_i - b_i^\omega \omega_j, \\ i, j &= 1, 2, \quad i \neq j, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\text{ОП}_i(\omega)$ – объём продаж продукции в стоимостном выражении i -ым предприятием; q_0 – ёмкость рынка продукции, $a_i^\omega, b_i^\omega > 0$, $i = 1, 2$ – коэффициенты чувствительности функции спроса к изменению уровня качества продукции; $\gamma_i > 0$ – скорость уменьшения цены i -го предприятия в зависимости от изменения уровня качества продукции; p_{i0} – начальная цена продукции, выпускаемой i -ым предприятием.

Из необходимых условий оптимальности $\frac{\partial \text{ОП}_i(\omega)}{\partial \omega_i} = 0$, $i=1, 2$

определим систему, каждое уравнение которой характеризует реакцию предприятия на выбранную стратегию конкурентом:

$$\begin{cases} \omega_1^* = N_1 + \frac{b_1^\omega}{2a_1^\omega} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = N_2 + \frac{b_2^\omega}{2a_2^\omega} \omega_1^*, \end{cases} \quad (2)$$

где $N_i = \frac{p_{i0}a_i^\omega - \gamma_i q_0}{2\gamma_i a_i^\omega}$, $i = 1, 2$ – уровень качества продукции i -го предприятия в условиях монополизации рынка; ω_i^* ,

$i = 1, 2$ - оптимальное значение уровня качества продукции i -го предприятия с позиции критерия объёма продаж.

Решая систему (2), получим равновесные значения уровня качества продукции первого и второго предприятия:

$$\begin{aligned} \omega_1^0 &= \frac{2a_2^\omega(2a_1^\omega N_1 + b_1^\omega N_2)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}, \\ \omega_2^0 &= \frac{2a_1^\omega(2a_2^\omega N_2 + b_2^\omega N_1)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}. \end{aligned} \quad (3)$$

Из (3) следует, что решение системы (2) существует, то есть $\omega_i^0 > 0, i=1,2$, если на параметры совокупности модели принятия решений субъектами рынка (1) выполняются одновременно следующие неравенства:

$$\begin{aligned} \{p_{10} > \frac{\gamma_1 q_0}{a_1^\omega}\} \wedge \wedge \{p_{20} > \frac{\gamma_2 q_0}{a_2^\omega}\} \wedge \wedge \\ \wedge \{a_1^\omega > \frac{b_1^\omega}{2}\} \wedge \wedge \{a_2^\omega > \frac{b_2^\omega}{2}\}. \end{aligned} \quad (4)$$

При выполнении этих неравенств рынок сбыта не становится монопольным и характеризуется состоянием в точке равновесия, координаты которой удовлетворяют (3). При этом равновесие

динамически устойчиво в том смысле, что из любого начального состояния рынок с течением времени переходит в равновесное состояние. Иными словами, если выполняется (4), то, несмотря на существование конкурентных отношений, обеспечиваются условия, необходимые для функционирования обоих участников на рынке товаров и услуг.

На рис. 1 представлено геометрическое решение задачи определения равновесных значений уровня качества продукции.

На рис. 1 показана линия реакции ω_1^* первого предприятия на изменение качества продукции вторым и ω_2^* второго предприятия на изменение качества продукции первым. Из графика следует, что если $N_1, N_2 > 0, \text{tg}\alpha = \frac{b_1^\omega}{2a_1^\omega} < 1$ и $\text{tg}\beta = \frac{b_2^\omega}{2a_2^\omega} < 1$, то линии реакции пересекаются, а точка пересечения представляет собой точку равновесия. Отметим, что неравенство $N_1, N_2 > 0, \text{tg}\alpha < 1$ и $\text{tg}\beta < 1$ выполняются, если одновременно выполняются неравенства (4).

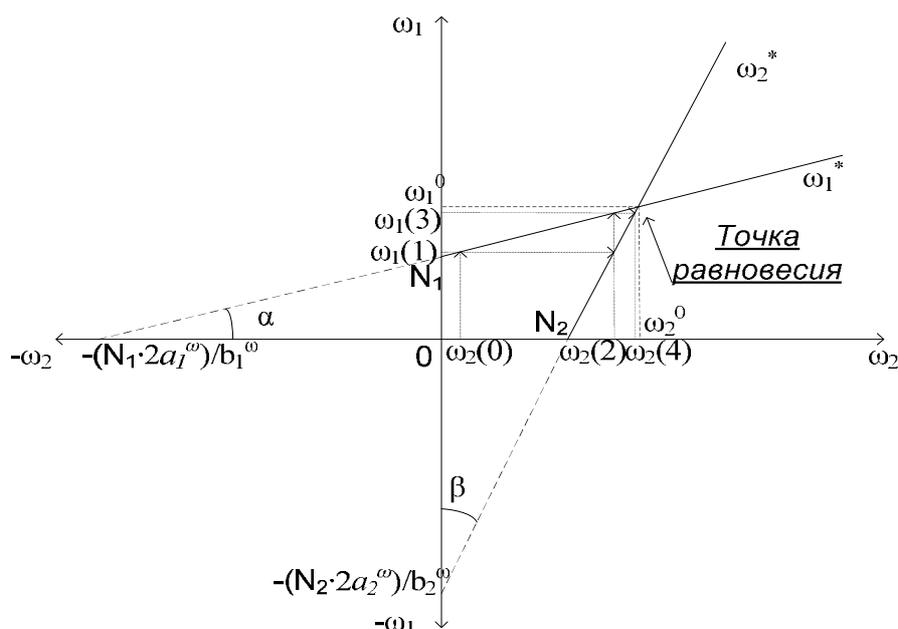


Рис. 1. Геометрическое решение задачи определения равновесных значений уровня качества продукции

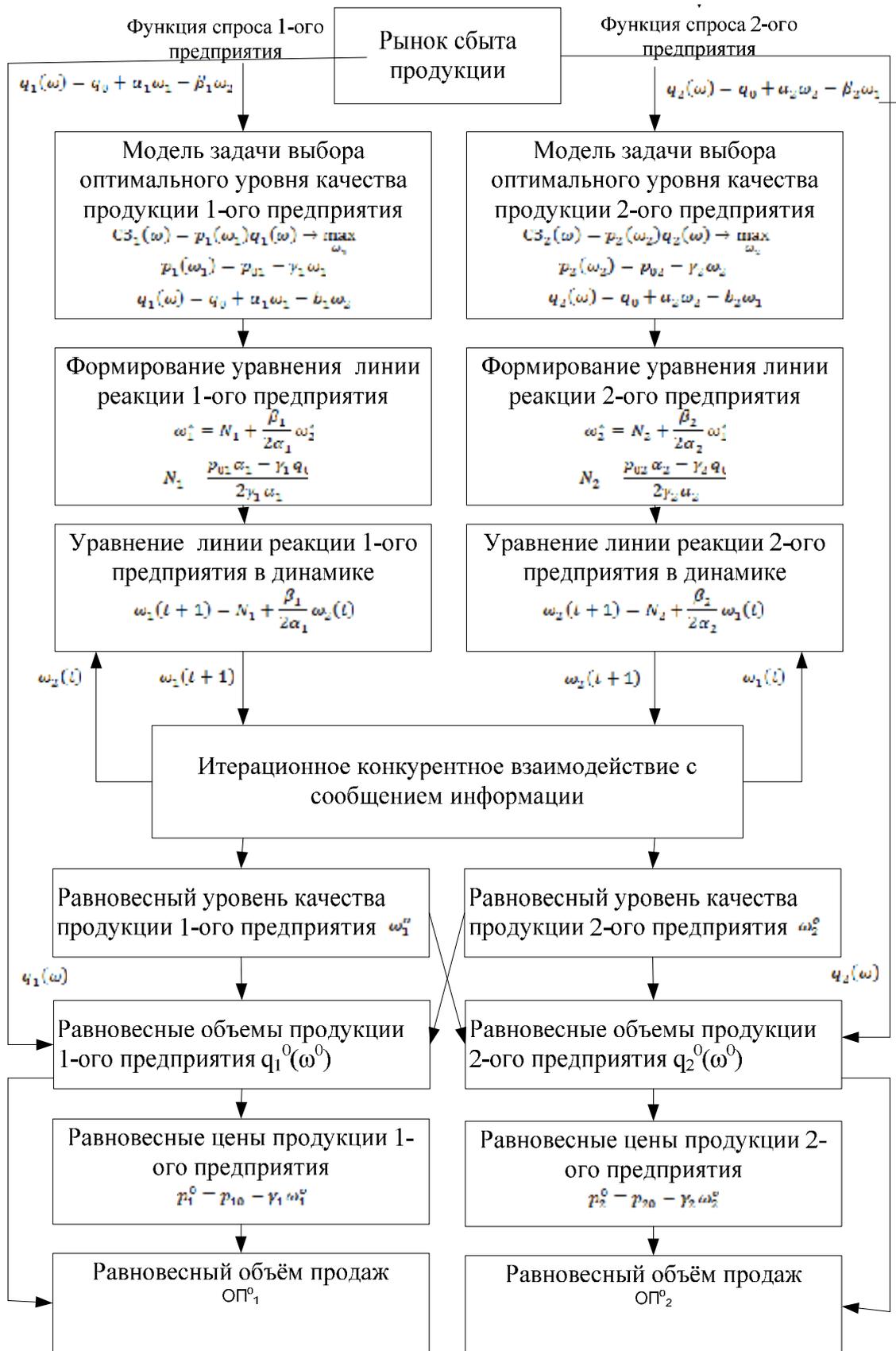


Рис. 2. Итерационная процедура решения задачи выбора равновесных значений уровня качества продукции в условиях дуополии и неопределённости

Рассмотрим итерационную процедуру решения задачи выбора равновесных значений уровня качества продукции в условиях дуополии и неопределённости, представленную на рис. 2. Неопределённость в задачах принятия решений о выборе равновесного уровня качества продукции состоит в том, что каждый участник не имеет информации о параметрах функций спроса конкурента. Для реализации итерационного конкурентного взаимодействия осуществлён переход от статических к динамическим уравнениям линии реакции:

$$\begin{cases} \omega_1(t+1) = N_1 + \frac{\beta_1}{2\alpha_1} \omega_2(t), \\ \omega_2(t+1) = N_2 + \frac{\beta_2}{2\alpha_2} \omega_1(t). \end{cases} \quad (5)$$

На рис. 1 показана итерационная процедура конкурентного взаимодействия с сообщением информации о выборе уровня качества продукции участниками рынка сбыта в соответствии со своими динамическими уравнениями линий реакции (5). На графике показано, что значения уровней качества $\omega_1(1), \omega_1(3), \dots$ первой фирмы являются координатами точек линии реакции ω_1^* , а значения уровней качества $\omega_2(0), \omega_2(2), \dots$ являются координатами точек линии реакции ω_2^* второй фирмы. На рисунке показано, что уровни качества $\omega_1(1), \omega_1(3), \dots$ приближаются к равновесному значению ω_1^0 , а уровни качества $\omega_2(0), \omega_2(2), \dots$ приближаются к равновесному значению ω_2^0 . Итерационная процедура заканчивается, если точка равновесия определена каждым субъектом рынка.

Полученные результаты проиллюстрированы на числовом примере выбора уровня качества продукции для двух предприятий. В результате анализа рынка сбыта предприятий определены следующие параметры функции спроса на продукцию первого и второго предприятия и функциональная зависимость цены от уровня качества:

$q_{01} = q_{02} = q_0 = 26$ – ёмкость рынка продукции; $a_1^0 = 5$ шт.; $a_2^0 = 4,962$ шт.; $b_1 = 0,95$ шт.; $b_2 = 0,903$ шт. – коэффициенты чувствительности объёма спроса к уровню качества у первого и второго предприятия; $\gamma_1 = \gamma_2 = 4 \cdot 10^6$ руб. – скорость уменьшения цены у каждого предприятия в зависимости от изменения уровня качества продукции; $p_{10} = p_{20} = 28 \cdot 10^6$ руб. – начальные цены выпуска продукции первым и вторым предприятием.

Тогда функции спроса на выпускаемую продукцию первым и вторым предприятием будут иметь вид:

$$\begin{aligned} q_1(\omega) &= q_0 + a_1^0 \omega_1 - b_1^0 \omega_2 = \\ &= 26 + 5\omega_1 - 0,95\omega_2; \\ q_2(\omega) &= q_0 + a_2^0 \omega_2 - b_2^0 \omega_1 = \\ &= 26 + 4,962\omega_2 - 0,903\omega_1. \end{aligned}$$

При известной функции спроса каждым участником рынка модель задачи выбора уровня качества продукции имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_1(\omega) &= (p_{10} - \gamma_1 \cdot \omega_1) * \\ &* (q_0 + a_1^0 \omega_1 - b_1^0 \omega_2) = \\ &= (28 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10^6 \cdot \omega_1) * \\ &*(26 + 5\omega_1 - 0,95\omega_2) \rightarrow \max; \\ \text{ОП}_2(\omega) &= (p_{20} - \gamma_2 \cdot \omega_2) * \\ &* (q_0 + a_2^0 \omega_2 - b_2^0 \omega_1) = \\ &= (28 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10^6 \cdot \omega_2) * \\ &*(26 + 4,962\omega_2 - 0,903\omega_1) \rightarrow \max. \end{aligned}$$

В результате решения задачи получена следующая система необходимых условий оптимальности уровня качества продукции:

$$\begin{cases} \omega_1^* = N_1 + \frac{b_1^0}{2a_1^0} \omega_2^* = 0,9 + 0,095\omega_2^*, \\ \omega_2^* = N_2 + \frac{b_2^0}{2a_2^0} \omega_1^* = 0,88 + 0,091\omega_1^*. \end{cases}$$

Решая систему, получим, что равновесные значения уровня качества продукции первого и второго предприятия составят величину:

$$\omega_1^0 = \frac{2a_2^\omega (2a_1^\omega N_1 + b_1^\omega N_2)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega} = 0,992,$$

$$\omega_2^0 = \frac{2a_1^\omega (2a_2^\omega N_2 + b_2^\omega N_1)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega} = 0,97.$$

Подставляя равновесные значения уровня качества в функции спроса, получим следующие равновесные значения объёма выпуска продукции для каждого предприятия:

$$q_1^0 = 30 \text{ шт.} \quad \text{и} \quad q_2^0 = 29 \text{ шт.}$$

Подставляя равновесные значения уровня качества в уравнение связи между ценой и уровнем качества, получим следующие значения равновесных цен:

$$p_1^0(\omega_1) = p_{10} - \gamma_1 \omega_1^0 =$$

$$= 24,032 \cdot 10^6 \text{ руб.},$$

$$p_2^0(\omega_2) = p_{20} - \gamma_2 \omega_2^0 =$$

$$= 24,12 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Равновесные значения объёма продаж равны:

$$ОП_1^0 = 720,96 \cdot 10^6 \text{ руб.},$$

$$ОП_2^0 = 699 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Из полученных результатов следует, что высокий уровень качества у первого предприятия увеличил спрос на его продукцию, а это привело к увеличению объёма продаж на величину $21,96 \cdot 10^6$. Таким образом, первое предприятие в точке равновесия обеспечивает себе более эффективный результат с позиции критерия максимизации объёма продаж. Следует также отметить, что условия (4) устойчивости равновесного состояния выполняются, то есть параметры функций спроса для каждого участника рынка сбыта про-

дукции обеспечивают устойчивость конкурентной среды.

Выводы. Сформированы и решены задачи выбора уровня качества продукции как совокупность взаимосвязанных моделей принятия решений каждым субъектом рынка при заданной функциональной связи между ценой и качеством продукции и заданных функциях спроса для каждого предприятия. Из необходимых условий оптимальности решение задачи выбора конкурентных стратегий сформирована система уравнений линий реакции, определяющих поведение каждого участника рынка в условиях полной информированности и неопределённости. Сформированы условия устойчивости конкурентной среды в зависимости от значений параметров функции спроса на продукцию каждого предприятия. Определены равновесные значения конкурентных стратегий, когда функция спроса на продукцию зависит от уровня ее качества. Полученные результаты проиллюстрированы на числовом примере выбора уровня качества продукции для двух предприятий.

Библиографический список

1. Васин, А.А. Теория игр и модели математической экономики [Текст]/ А.А. Васин, В.В. Морозов. – М.: МАКС-Пресс, 2005.
2. Васин, А.А. Исследование операций: учеб. пособие для студ. вузов [Текст]/ А.А. Васин, П.С. Краснощеков, В.В. Морозов. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 464с.
3. Тюлевина, Е. С. Моделирование рынка пусковых услуг в условиях глобализации: монография [Текст]/Е.С. Тюлевина, А.Д. Гришанова – Самара: изд-во СамНЦ РАН, 2012.

**CHOOSING QUALITY LEVEL COMPETITIVE STRATEGIES
BY THE SALES VOLUME MAXIMIZATION CRITERION
IN DUOPOLY MARKETING CONDITIONS**

© 2012 A. D. Grishanova, S. A. Kolychev, L. S. Klentak

Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov
(National Research University)

A model of competitive interaction between two market participants, differentiated by the production quality level, is proposed. The equilibrium conditions and treatment of their choice under uncertainty are determined.

Equilibrium conditions, sales volume, production quality level, market, reaction line.

Информация об авторах

Гришанова Анастасия Дмитриевна, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.com. Область научных интересов: моделирование конкурентных взаимодействий.

Колычев Сергей Александрович, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). Область научных интересов: промышленные комплексы, экономико-математические модели.

Клentak Людмила Стефановна, старший преподаватель кафедры математических методов в экономике, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: liudmila_klentak@mail.ru. Область научных интересов: экономико-математические модели.

Grishanova Anastasia Dmitrievna, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Area of research: modeling of competitive interactions. .

Kolychev Sergey Aleksandrovich, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). Area of research: industrial complexes, economic-mathematical models.

Klentak Lyudmila Stefanovna, senior lecturer, department of mathematic methods in economics, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: liudmila_klentak@mail.ru. Area of research: economic-mathematical models.

ББК 65.050.2

УДК 338.45

МОДЕЛИ КОНКУРЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ РАВНОВЕСНЫХ СОСТОЯНИЙ

© 2012 Г. М. Гришанов, С. А. Колычев, Л. С. Клентак

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Рассматривается выбор конкурентных стратегий между двумя участниками рынка пусковых услуг по критерию максимизации прибыли. Определены равновесные состояния полученных решений по Баумолу, Баумолу-Курно и для кооперативных стратегий предприятий.

Модель выбора конкурентных стратегий, уровень надёжности изделий, равновесие по Баумолу, Баумолу-Курно, кооперативная стратегия.

Введение. Учитывая, что повышение уровня надёжности изделий связано с дополнительными затратами в форме инвестиций в различные направления деятельности предприятия, влияющие в итоге на показатели его рентабельности и конкурентоспособности, рассмотрен выбор конкурентных стратегий между двумя участниками международного рынка пусковых услуг по критерию максимизации прибыли. Равновесное состояние по уровню надёжности как совокупность оптимальных решений, выбираемых каждым участником по критерию максимизации прибыли, названо равновесием по Курно [1].

Моделирование конкурентного взаимодействия между участниками дуопольного рынка и определение равновесных состояний. Пусть участникам международного рынка пусковых услуг известны функции спроса $q_1(\omega)$ и $q_2(\omega)$ на выпускаемые ракетносители. Через равные промежутки бюджетного периода предприятия планируют изменение надёжности ω_1 и ω_2 изделий, измеряемые вероятностью безаварийного запуска ракетносителей. Критерий каждого предприятия определяется величиной прибыли $\text{Pr}_i(\omega)$, $i = 1, 2$, получаемой предприятиями от реализации пусковых услуг:

$$\text{Pr}_i(\omega) = p_i q_i(\omega) - c_i(q_i, \omega_i) q_i(\omega),$$

$$i, j = 1, 2, i \neq j,$$

где $c_i(q_i, \omega_i)$ – удельные затраты i -го предприятия при реализации пусковых услуг; p_i – цена изделия i -го предприятия.

Естественными ограничениями являются требования неотрицательности объёмов выпуска ($q_1 > 0$, $q_2 > 0$), а также цен ($p_1 > 0$, $p_2 > 0$) и показателей надёжности изделия ($0 < \omega_1 < 1$, $0 < \omega_2 < 1$).

В модели не однотипной дуополии управляемыми параметрами являются уровни надёжности изделия, выбираемые менеджерами из условия независимой максимизации прибыли, получаемой предприятиями. Каждое предприятие, управляя уровнем надёжности на выпускаемое изделие, стремится максимизировать прибыль от реализации пусковых услуг, исходя из необходимых условий существования максимума:

$$\frac{\partial \text{Pr}_i(\omega)}{\partial \omega_i} = 0, i = 1, 2. \quad (1)$$

На функцию спроса $q_i(\omega)$, $i=1, 2$ наложим следующие требования: для любых значений ω_1 и ω_2 функция спроса $q_i(\omega)$, $i=1, 2$ возрастает по ω_i , $i=1, 2$ и убывает по ω_j , $j=1, 2$, $i \neq j$, то есть $\frac{\partial q_i}{\partial \omega_i} > 0$; $\frac{\partial q_i}{\partial \omega_j} <$

0 ;
 $i, j = 1, 2, i \neq j$.

В соответствии с введённым предположением чем выше уровень надёжности изделия i -го предприятия и чем ниже уровень надёжности изделия конкурента, тем выше спрос на продукцию i -го предприятия.

Пусть параметрически определены функции спроса в виде следующих линейных уравнений:

$$\mathbf{q}_i(\omega) = \mathbf{q}_0 + \mathbf{a}_i^\omega \omega_i - \mathbf{b}_i^\omega \omega_j, \quad i, j = 1, 2, i \neq j, \quad (2)$$

где q_0 – ёмкость рынка пусковых услуг, $\mathbf{a}_i^\omega, \mathbf{b}_i^\omega > 0, i = 1, 2$ – коэффициенты чувствительности функции спроса к изменению уровня надёжности ω_1, ω_2 изделий.

Каждое из уравнений (2) удовлетворяет наложенным требованиям на функцию спроса:

$$\frac{\partial q_i}{\partial \omega_i} = a_i^\omega > 0; \quad \frac{\partial q_i}{\partial \omega_j} = -b_i^\omega < 0, \quad i, j = 1, 2, i \neq j.$$

Предположим, что цена изделия и его уровень надёжности связаны следующей функциональной зависимостью:

$$p_i(\omega_i) = p_{i0} - \gamma_i \omega_i, \quad i = 1, 2, \quad (3)$$

где $\gamma_i > 0$ – скорость уменьшения цены i -го предприятия.

Предположим также, что удельная себестоимость изготовления изделия для каждого предприятия определяется в соответствии с выражениями:

$$c_i(\omega_i, q_i) = c_i^q q_i(\omega) + c_i^\omega \omega_i, \quad i = 1, 2, \quad (4)$$

где $c_i^q, c_i^\omega > 0, i = 1, 2$ – предельные затраты по объёму и качеству выпускаемых предприятиями изделий.

Зависимость (3) характеризует ситуацию, в которой увеличение надёжности изделия приводит к снижению затрат при выпуске ракетносителя и, как следствие, уменьшению цены его запуска.

С учётом (3) и (4) представим модель задачи выбора уровня надёжности изделий по критерию прибыли в следующем виде:

$$\begin{aligned} \text{Pr}_i(\omega) &= \\ &= p_i(\omega_i) q_i(\omega) - c_i(q_i, \omega_i) \rightarrow \mathbf{max}, \quad (5) \\ q_i(\omega) &= q_0 + a_i^\omega \omega_i - b_i^\omega \omega_j, \\ p_i(\omega_i) &= p_{i0} - \gamma_i \omega_i, \\ c_i(q_i, \omega_i) &= c_i^q q_i(\omega) + c_i^\omega \omega_i. \end{aligned}$$

Модель задачи выбора уровня надёжности изделий (5) по критерию прибыли преобразуем к виду:

$$\text{Pr}_i(\omega) = (p_{i0} - \gamma_i \omega_i - c_i^q)(q_0 + a_i^\omega \omega_i - b_i^\omega \omega_j) - c_i^\omega \omega_i \rightarrow \mathbf{max}, \quad i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (6)$$

Определение оптимального решения модели задачи (6) сводится к вычислению частных производных целевых функций (1) при выборе надёжности и последующему решению системы уравнений.

Необходимые условия существования максимума в соответствии с (1) определяются из равенств:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \text{Pr}_i}{\partial \omega_i} &= -\gamma_i (q_0 + a_i^\omega \omega_i^* - b_i^\omega \omega_j^*) + \\ &+ (p_{i0} - \gamma_i \omega_i^* - c_i^q) a_i^\omega - c_i^\omega = 0, \\ i, j &= 1, 2, i \neq j, \quad (7) \end{aligned}$$

где $\omega_i^*, \omega_j^*, i, j = 1, 2, i \neq j$ – оптимальные с позиции прибыли значения надёжности изделий.

Группируя составляющие уравнения (7), получим:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \text{Pr}_i}{\partial \omega_i} &= (p_{i0} - c_i^q) a_i^\omega - \gamma_i q_0 - c_i^\omega - 2\gamma_i a_i^\omega \omega_i^* + \\ \gamma_i b_i^\omega \omega_j^* &= 0, \quad i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (8) \end{aligned}$$

Из (8) следует, что уровень надёжности изделия для каждого предприятия в условиях конкуренции определяется из системы, каждое уравнение которой характеризует линию реакции предприятия на выбранную конкурентом стратегию по надёжности:

$$\omega_i^* = \frac{1}{2\gamma_i a_i^\omega} [(p_{i0} - c_i^q) a_i^\omega - \gamma_i q_0 - c_i^\omega + \gamma_i b_i^\omega \omega_j^*], i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (9)$$

Обозначим первую составляющую уравнения (9) через N_i^k :

$$N_i^k = \frac{(p_{i0} - c_i^q) a_i^\omega - \gamma_i q_0 - c_i^\omega}{2\gamma_i a_i^\omega}, i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (10)$$

Каждое из значений N_1^k, N_2^k характеризует уровень надёжности изделия при монополизации рынка пусковых услуг.

С учётом введённых обозначений систему уравнений (9) запишем в следующем виде:

$$\begin{cases} \omega_1^* = N_1^k + \frac{b_1^\omega}{2a_1^\omega} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = N_2^k + \frac{b_2^\omega}{2a_2^\omega} \omega_1^*. \end{cases} \quad (11)$$

Решая систему (11), получим, что равновесные по Баумолу значения уровней надёжности изделия первого и второго предприятия составят величину:

$$\begin{aligned} \omega_1^0 &= \frac{2a_2^\omega (2a_1^\omega N_1^k + b_1^\omega N_2^k)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}, \\ \omega_2^0 &= \frac{2a_1^\omega (2a_2^\omega N_2^k + b_2^\omega N_1^k)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}, \end{aligned} \quad (12)$$

где N_1^k и N_2^k определяются в соответствии с (10), ω_1^0, ω_2^0 – равновесные значения уровней надёжности изделий.

Решение системы (11) существует ($\omega_i^0, i = 1, 2$), если параметры функций спроса и производственные параметры модели (5) удовлетворяют неравенствам:

$$\{N_i^k > 0\} \wedge \{N_2^k > 0\} \wedge \left\{a_1^\omega > \frac{b_1^\omega}{2}\right\} \wedge \wedge \left\{a_2^\omega > \frac{b_2^\omega}{2}\right\}. \quad (13)$$

Из полученных неравенств $N_i^k = \frac{(p_{i0} - c_i^q) a_i^\omega - \gamma_i q_0 - c_i^\omega}{2\gamma_i a_i^\omega} > 0, i=1, 2$ находим, что для устойчивости конкурентной среды начальные цены p_{10} и p_{20} при заданной

ёмкости рынка пусковых услуг с учётом (13) должны одновременно удовлетворять следующим неравенствам:

$$\begin{cases} p_{10} > \frac{c_1^q a_1^\omega + \gamma_1 q_0 + c_1^\omega}{a_1^\omega} \wedge \wedge \\ p_{20} > \frac{c_2^q a_2^\omega + \gamma_2 q_0 + c_2^\omega}{a_2^\omega} \wedge \wedge \left\{a_1^\omega > \frac{b_1^\omega}{2}\right\} \wedge \\ \wedge \left\{a_2^\omega > \frac{b_2^\omega}{2}\right\}. \end{cases} \quad (14)$$

При выполнении этих неравенств рынок сбыта не становится монопольным и единственным состоянием становится точка равновесия, координаты которой удовлетворяют приведённым уравнениям (12). При этом равновесие динамически устойчиво в том смысле, что из любого начального состояния рынок с течением времени переходит в равновесное состояние.

Учитывая, что предприятия могут выбирать различные целевые функции, рассмотрим первую рыночную ситуацию, в которой первое предприятие выбирает конкурентную стратегию по критерию максимизации стоимости пусковых услуг, а второе предприятие выбирает конкурентную стратегию по критерию максимизации прибыли. Равновесное состояние по уровню надёжности, выбираемое одним участником по критерию максимизации стоимости запусков, а второе – по критерию максимизации прибыли, назовём равновесием по Баумолу-Курно. Модель конкурентной среды в этой ситуации описывается следующей совокупностью моделей принятия решений:

$$\begin{cases} C3_1(\omega) = p_1(\omega)q_1(\omega) \rightarrow \max, \\ q_1(\omega) = q_0 + a_1^\omega \omega_1 - b_1^\omega \omega_2, \\ p_1(\omega_1) = p_{10} - \gamma_1 \omega_1, \\ Pr_2(\omega) = p_2 q_2(\omega) - c_2(q_2, \omega_2) q_2(\omega) \rightarrow \max, \\ q_2(\omega) = q_0 + a_2^\omega \omega_2 - b_2^\omega \omega_1, \\ p_2(\omega_2) = p_{20} - \gamma_2 \omega_2, \\ c_2(\omega_2, q_2) = c_2^q q_2(\omega) + c_2^\omega \omega_2, \end{cases} \quad (15)$$

где $C3_1(\omega)$ – стоимость запуска ракетоносителей первым предприятием.

В результате решения взаимосвязанной системы моделей принятия решений (15) сформирована следующая система уравнений для линий реакций каждого

предприятия на выбранную стратегию конкурентом при равенстве нулю предположительных вариаций по уровню надёжности пусковых услуг:

$$\begin{cases} \omega_1^* = N_1 + \frac{b_1^\omega}{2a_1^\omega} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = N_2^k + \frac{b_2^\omega}{2a_2^\omega} \omega_1^*, \end{cases} \quad (16)$$

$$\text{где } N_1 = \frac{p_{10}a_1^\omega - \gamma_1 q_0}{2\gamma_1 a_1^\omega},$$

$$N_2^k = \frac{(p_{20} - c_2^q)a_2^\omega - \gamma_2 q_0 - c_2^\omega}{2\gamma_2 a_2^\omega}.$$

Решая систему уравнений (16) относительно оптимального уровня надёжности, получим следующие их равновесные по Баумола-Курно значения для каждого предприятия-конкурента:

$$\omega_1^0 = \frac{2a_2^\omega(2a_1^\omega N_1 + b_1^\omega N_2^k)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}, \quad (17)$$

$$\omega_2^* = \frac{2a_1^\omega(2a_2^\omega N_2^k + b_2^\omega N_1)}{4a_1^\omega a_2^\omega - b_1^\omega b_2^\omega}. \quad (18)$$

Таким образом, определены оптимальные значения надёжностей для предприятий, выпускающих изделия, каждое из которых придерживается различных стратегий на рынке пусковых услуг.

Аналогично формируется математическая модель принятия решений во второй рыночной ситуации, когда первое предприятие выбирает уровень надёжности изделий по критерию максимизации прибыли (стратегия Курно), а второе предприятие выбирает уровень надёжности по критерию максимизации стоимости пусковых услуг (стратегия Баумола).

В настоящее время повышается взаимозависимость мира, выживаемость и ускорение развития конкурирующих экономик, которое требует наращивания взаимовыгодной кооперации и сотрудничества. Долгосрочные партнёрства в производстве сложных изделий охватывают новые сферы: исследования, разработки, производство, повышение качества. Стратегическая совместная работа может подготовить опережение конкурентов на новых рынках космических услуг.

Модифицируем модель выбора конкурентных стратегий по надёжности с использованием критерия максимизации объёма стоимости пусковых услуг путём

включения кооперативных стратегий предприятий. Общую постановку задачи выбора стоимости пусковых услуг для кооперативных стратегий предприятий сформулируем следующим образом: при известных каждому предприятию функциях спроса на выпускаемые ими изделия определить оптимальное значение уровня надёжности изделий, максимизирующее их общую стоимость пусковых услуг. Необходимое условие существования максимума общей стоимости пусковых услуг определяется из следующих равенств:

$$\begin{cases} \frac{\partial(C3_1(\omega) + C3_2(\omega))}{\partial \omega_1} = 0, \\ \frac{\partial(C3_1(\omega) + C3_2(\omega))}{\partial \omega_2} = 0. \end{cases} \quad (23)$$

Предположим, что спрос на продукцию и функциональная зависимость изделия от уровня надёжности первого и второго предприятия параметрически заданы в виде линейных функций:

$$q_1(\omega) = q_0 + a_1 \omega_1 - b_1 \omega_2, \quad (24)$$

$$q_2(\omega) = q_0 + a_2 \omega_2 - b_2 \omega_1,$$

$$p_1(\omega_1) = p_{10} - \gamma_1 \omega_1,$$

$$p_2(\omega_2) = p_{20} - \gamma_2 \omega_2.$$

С учётом (24) общий объём стоимости пусковых услуг равен:

$$\begin{aligned} C3 &= C3_1(\omega) + C3_2(\omega) \\ &= p_1(\omega_1)q_1(\omega) + p_2(\omega_2)q_2(\omega) \\ &= (p_{10} - \gamma_1 \omega_1)(q_0 + a_1 \omega_1 - b_1 \omega_2) + \\ &+ (p_{20} - \gamma_2 \omega_2)(q_0 + a_2 \omega_2 - b_2 \omega_1). \end{aligned} \quad (25)$$

Задача выбора оптимальных уровней надёжности сводится к вычислению частных производных критерия (25) и последующему решению сформированной системы уравнений относительно уровня надёжности изделий. Дифференцируя (25) по параметру ω_1 , получим:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C3}{\partial \omega_1} &= -\gamma_1(q_0 + a_1 \omega_1 - b_1 \omega_2) \\ &+ (p_{10} - \gamma_1 \omega_1)a_1 \\ &- (p_{20} - \gamma_2 \omega_2)b_2 = \\ &= (p_{10}a_1 - \gamma_1 q_0 - p_{20}b_2) - 2a_1\gamma_1\omega_1 + \\ &+ (\gamma_1 b_1 + \gamma_2 b_2)\omega_2 = 0. \end{aligned} \quad (26)$$

Из уравнения (26) определяем зависимость оптимального уровня надёжно-

сти первого предприятия от выбранного уровня надёжности ω_2^* предприятием-конкурентом:

$$\omega_1^* = \frac{1}{2a_1\gamma_1} [(p_{10}a_1 - \gamma_1q_0 - p_{20}b_2 + (\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2)\omega_2^*]. \quad (27)$$

Обозначим первую составляющую в квадратных скобках через

$$N_1^c = \frac{p_{10}a_1 - \gamma_1q_0 - p_{20}b_2}{2a_1\gamma_1}. \quad (28)$$

Тогда (27) представим в виде:

$$\omega_1^* = N_1^c + \frac{(\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2)\omega_2^*}{2a_1\gamma_1}. \quad (29)$$

Зависимость (29) позволяет определить реакцию первого предприятия на выбранную стратегию по надёжности вторым предприятием и, таким образом, характеризует поведение его на конкурентном рынке пусковых услуг. Аналогично определим уравнение линии реакции второго предприятия на выбранную стратегию по надёжности первым предприятием:

$$\omega_2^* = N_2^c + \frac{(\gamma_2b_2 + \gamma_1b_1)\omega_1^*}{2a_2\gamma_2}. \quad (30)$$

Сформируем систему уравнений с учётом (29) и (30), характеризующих поведение каждого участника на рынке пусковых услуг при выборе конкурентных по надёжности изделий:

$$\begin{cases} \omega_1^* = N_1^c + \frac{(\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2)\omega_2^*}{2a_1\gamma_1}, \\ \omega_2^* = N_2^c + \frac{(\gamma_2b_2 + \gamma_1b_1)\omega_1^*}{2a_2\gamma_2}. \end{cases} \quad (31)$$

Решая систему (31), получим равновесные значения надёжностей изделий:

$$\omega_1^0 = \frac{2\gamma_2a_2(2\gamma_1a_1N_1^c + (\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2)N_2^c)}{4\gamma_1\gamma_2a_1a_2 - (\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2)^2},$$

$$\omega_2^0 = \frac{2\gamma_1a_1(2\gamma_2a_2N_2^c + (\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2)N_1^c)}{4\gamma_1\gamma_2a_1a_2 - (\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2)^2}.$$

Из полученных равновесных значений уровня надёжности изделий следует, что решение является устойчивым, если выполняются одновременно следующие неравенства:

$$\{N_1^c > 0\} \wedge \{N_2^c > 0\} \wedge \left\{2a_1 > \frac{\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2}{\gamma_1\gamma_2}\right\} \wedge \left\{2a_2 > \frac{\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2}{\gamma_1\gamma_2}\right\}. \quad (32)$$

Неравенства $\{N_1^c > 0\}$ и $\{N_2^c > 0\}$ выполняются, если значения начальных цен пусковых услуг p_{10} , p_{20} удовлетворяют соотношениям:

$$p_{10} > \frac{\gamma_1q_0 + p_{20}b_2}{a_1}, \quad (33)$$

$$p_{20} > \frac{\gamma_2q_0 + p_{10}b_1}{a_2}.$$

Тогда (32), с учётом (33), можно представить в виде:

$$\begin{aligned} & \left\{p_{10} > \frac{\gamma_1q_0 + p_{20}b_2}{a_1}\right\} \wedge \left\{p_{20} > \frac{\gamma_2q_0 + p_{10}b_1}{a_2}\right\} \wedge \\ & \wedge \left\{2a_1 > \frac{\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2}{\gamma_1\gamma_2}\right\} \wedge \left\{2a_2 > \frac{\gamma_1b_1 + \gamma_2b_2}{\gamma_1\gamma_2}\right\}. \end{aligned} \quad (34)$$

Совокупность неравенств (34) представляет собой условия параметрической устойчивости конкурентного взаимодействия между двумя участниками рынка пусковых услуг при выборе уровня надёжности изделий.

Найденные значения равновесных уровней надёжности изделий позволяют определить равновесное значение цен, количества запусков ракетносителей и объёмов стоимости пусковых услуг в точке равновесия для каждого предприятия:

$$\begin{aligned} p_1^0 &= p_{10} - \gamma_1\omega_1^0, \\ p_2^0 &= p_{20} - \gamma_2\omega_2^0, \\ q_1^0 &= q_0 + a_1\omega_1^0 - b_1\omega_2^0, \\ q_2^0 &= q_0 + a_2\omega_2^0 - b_2\omega_1^0, \\ C3_1^0 &= p_1^0(\omega_1^0)q_1^0(\omega), \\ C3_2^0 &= p_2^0(\omega_2^0)q_2^0(\omega). \end{aligned}$$

Модель, включающая стратегию Баумола и кооперативную стратегию, выбираемую по критерию максимизации общей стоимости пусковых услуг, назовём расширенной линейной моделью дуополии Баумола. Полученные оптимальные равновесные решения для расширенной модели позволяют определить требования к параметрам механизма конкурентного взаимодействия, реализация которых обеспечивает сохранение конкурентной среды на космическом рынке пусковых услуг в условиях кооперации.

Заключение. При параметрически заданных функциях спроса для каждого предприятия сформирована модель задачи выбора уровня надёжности изделий по критерию прибыли.

Из необходимых условий существования максимума прибыли определена система уравнений, характеризующая реакцию каждого участника рынка на выбранную стратегию конкурентом.

Найдены значения равновесных уровней надёжности изделий в различных рыночных ситуациях и определены предельные значения параметров моделей принятия решений, обеспечивающие

устойчивость конкурентного взаимодействия между участниками рынка пусковых услуг при выборе уровня надёжности изделий.

Библиографический список

1. Васин, А.А. Теория игр и модели математической экономики [Текст]/ А.А. Васин, В.В. Морозов. – М.: МАКС-Пресс, 2005.
2. Васин, А.А. Исследование операций: учеб. пособие для студ. вузов [Текст]/ А.А. Васин, П.С. Краснощеков, В.В. Морозов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
3. Губко, М.В. Теория игр в управлении организационными системами [Текст]/ М.В. Губко, Д.А. Новиков. – М.: Изд-во Синтег, 2002.
4. Новиков, Д.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы [Текст]/ Д.А. Новиков, А.А. Иващенко. – М.: ЛЕ-НАНД, 2006.

MODELS OF COMPETITIVE INTERACTION BETWEEN ENTERPRISES AND FORMATION OF PARAMETRICALLY STABLE EQUILIBRIUM STATES

© 2012 G. M. Grishanov, S. A. Kolychev, L. S. Klentak

Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov
(National Research University)

The paper deal with the choice of a competitive strategy between two market participants by the profit maximization criterion. Equilibrium conditions of the solutions obtained by Baumol, Baumol-Kurno and those for cooperative strategies of enterprises are determined.

Model of competition strategy choice, product reliability level, Baumol and Baumol-Kurno equilibrium, cooperative strategy.

Информация об авторах

Гришанов Геннадий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Область научных интересов: моделирование конкурентных взаимодействий.

Колычев Сергей Александрович, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). Область научных интересов: промышленные комплексы, экономико-математические модели.

Клентак Людмила Стефановна, старший преподаватель кафедры математических методов в экономике, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: liudmila_klentak@mail.ru. Область научных интересов: экономико-математические модели.

Grishanov Gennady Mikhailovich, doctor of economics, head of the department of economics, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Area of research: competitive interaction modeling.

Kolychev Sergey Aleksandrovich, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). Area of research: industrial complexes, economic-mathematical models.

Klentak Lyudmila Stefanovna, senior lecturer, department of mathematical methods in economics, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). Area of research: economic-mathematical models.

ББК 65.23; УДК 338.984

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ И ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2012 В. Д. Богатырев, О. В. Есипова

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Для решения дискретных моделей планирования операционной и финансовой деятельности производственного предприятия предлагаются два алгоритма – алгоритм перебора и его модифицированный вариант. Модифицированный алгоритм позволяет сократить трудоёмкость расчётов за счёт разбиения задачи на четыре независимые процедуры.

Алгоритм, бюджетирование, экономико-математическая модель, производственная программа, программа кредитования, метод перебора.

Введение. Многие экономико-математические модели нацелены на поиск оптимального управленческого решения. Среди учёных-математиков можно выделить ряд тех, кто занимался оптимизационными экономическими задачами и алгоритмами их решения, например, Дж. Данциг (1947), Д. Нейман (1975). Особое место среди них занимает Э. Полак, который классифицирует алгоритмы оптимизации, утверждая, что существует лишь несколько исходных моделей и принципиальных схем алгоритмов их решения [1]. В данной статье предлагаются алгоритмы решения дискретных экономико-математических моделей планирования операционной и финансовой деятельности производственного предприятия, реализующего продукцию на рынке несовершенной конкуренции без учета долгосрочных инвестиционных проектов [2].

В качестве целевой функции таких моделей наиболее часто выбирают валовую или чистую прибыль предприятия после уплаты налогов. Искомыми переменными таких моделей могут выступать: цены, которые определяют спрос на готовую продукцию и задают объём продаж; объёмы производства, которые могут не совпадать с объёмами реализации из-за сезонности продаж; объёмы закупки производственных запасов, которые могут не совпадать с объёмами, необходимыми для производства из-за особенностей работы

поставщиков и транспорта; график платежей по кредитной линии. Ограничениями выступают следующие неравенства: ограничение на остаток денежных средств предприятия в каждом из временных периодов, ограничения на объёмы кредитования, ограничения на рентабельность продаж, коэффициенты текущей и абсолютной ликвидности, заданные кредитными организациями в качестве обязательных условий открытия кредитной линии [3, 4].

Особенностью моделей является то, что ряд зависимостей не являются непрерывными, например, зависимость цены на сырье от закупаемых объёмов или зависимость числа транспортных контейнеров от объёма закупаемых материалов. Они задаются в табличном виде и, как правило, не могут быть аппроксимированы. Данные модели приведены в ряде работ и представляют собой уравнения взаимосвязи основных показателей операционной и финансовой деятельности, которые необходимы для построения системы бюджетов производственного предприятия и учитывают налогообложение, амортизацию, платежи и проценты по кредитам, динамику дебиторской и кредиторской задолженностей, движение активов и пассивов предприятия, что позволяет оптимизировать чистую прибыль в краткосрочном периоде [5]:

$$\Pi(p, Q, S, K) = \sum_{t=1}^T [\Pi_n^t(p, Q, S, K) - \Omega^t(p, Q, S, K)] \xrightarrow{p, Q, S, K} \max,$$

$$\Pi_n^t(p, Q, S, K) = R^t(p) - C_R^t(p, Q, S) - R_e^t - C_K^t - C_e^t - H^t(K_o^t),$$

$$\Omega^t(p, Q, S, K) = (\Pi_n^t(p, Q, S, K) - U^t) \cdot w, \quad U^t = q_U^{t-1} \cdot u,$$

$$R^t(p) = \sum_{i=1}^I q_i^t(p_i) \cdot p_i,$$

$$C_R^t(p, Q, S) = \sum_{i=1}^I C_{iR}^t(Q, S) \cdot q_i^t(p_i),$$

$$F^t = F^{t-1} + f_R^t - f_C^t,$$

$$f_R^t = f_P^t + f_{AP}^t + f_{ER}^t + K_n^t,$$

$$f_C^t = f_Z^t + f_{AZ}^t + f_W^t + f_\Omega^t + f_{EC}^t + f_H^t + K_v^t,$$

$$F^t \geq F_{\min}^t,$$

$$f_P^t = \sum_{b=-b^*}^{-1} R^{1+b} \cdot a_R^b + R^t \cdot a_R^0, \quad f_{AP}^t = \sum_{b=1}^{b^*} R^{t+b} \cdot a_R^b, \quad \sum_{b=-b^*}^{b^*} a_R^b = 1,$$

$$f_Z^t = \sum_{b=-b^*}^{-1} S^{t+b} \cdot a_Z^b + S^t \cdot a_Z^0, \quad f_{AZ}^t = \sum_{b=1}^{b^*} S^{1+b} a_Z^b, \quad \sum_{b=-b^*}^{b^*} a_Z^b = 1,$$

$$f_W^t = W^{t-1} \cdot a_W^{-1} + W^t \cdot a_W^0, \quad a_W^{-1} + a_W^0 = 1,$$

$$f_\Omega^t = \Omega^{t-1} \cdot a_\Omega^{-1}, \quad a_\Omega^{-1} = 1,$$

$$f_{EC}^t = \sum_{b=-b^*}^0 (C_H^{t+b} + C_K^{t+b} + E_Q^{t+b} + E_M^{t+b} + \Gamma^{t+b}) \cdot a_Z^b, \quad \sum_{b=-b^*}^0 a_{EC}^b = 1,$$

$$K_o^t = \sum_{g=1}^G K_{0g}^t = \sum_{g=1}^G \sum_{t=1}^t (K_{ng}^t - K_{vg}^t), \quad K_v^t = \sum_{g=1}^G K_{vg}^t, \quad K_n^t = \sum_{g=1}^G K_{ng}^t,$$

$$\forall g = 1, \dots, G \quad K_g^{\max} \geq K_{0g}^t \geq 0,$$

$$H^t(K_o^t) = f_h^t = \sum_{g=1}^G H_g^t(K_{og}^t), \quad H_g^t = h_g \cdot K_{og}^t,$$

$$A^t = B^t,$$

$$A^t = \Phi^t + \Theta^t,$$

$$\Phi^t = F^t + j_M^t + j_Q^t + j_D^t + j_R^t,$$

$$\Theta^t = q_N^t + q_U^t + q_K^t,$$

$$B^t = \Delta^t + \Xi^t + \Psi^t,$$

$$\frac{F^t}{\Psi^t} > L_{abs}, \quad \Psi^t = y^t = y^{t-1} - y_\Delta^{t-1} + C^t - f_Z^t - f_W^t - f_{EC}^t - f_\Omega^t - f_H^t + f_{AP}^t + K_o^t,$$

$$\frac{\Phi^t - j_R^t}{\Psi^t} > L_{current}, \quad j_R^t = j_R^{t-1} - j_\Delta^{t-1} + R^t - f_P^t - f_{ER}^t + f_{AZ}^t,$$

$$R_r^t = \frac{\Pi^t}{R^t} > R_r^*.$$

Переменные модели приведены на рис. 1.

A — сумма активов предприятия, a — сумма амортизаций,
 B — сумма кредиторской задолженности,
 C_K — коммерческие расходы, C_{iH} — накладные расходы,
 C_{iP} — себестоимость произведенной продукции,
 C_{iR} — себестоимость реализованной продукции,
 E — сумма дебиторской задолженности,
 e_* — сумма поступлений денежных средств от покупателя,
 F — сальдо денежных средств, g — номер банка ($g = 1, \dots, G$),
 i — вид готовой продукции ($i = 1, \dots, I$), j — вид сырья и материалов ($j = 1, \dots, J$),
 K_o — сумма краткосрочной задолженности перед банком,
 M — объем прихода сырья на склад, m — объем расхода в производство сырья,
 n — номер отдельного потребителя или поставщика ($n = 1, \dots, N$),
 O — стоимость запасов сырья и готовой продукции на складе,
 p — цена единицы готовой продукции,
 q — объем реализованной готовой продукции,
 Q — объем производства готовой продукции,
 R — выручка от реализованной продукции,
 R_b — сумма задолженности перед бюджетом,
 R_w — сумма задолженности по заработной плате,
 R_z — сумма задолженности перед поставщиками,
 R_v — сумма прочей кредиторской задолженности,
 S_d — объем долгосрочных займов, S_r — объем краткосрочных займов,
 t — текущий период ($t = 1, \dots, T$), U — стоимость основных средств,
 v — объем незавершенных капитальных вложений,
 V — сумма уставного капитала, h — сумма добавочного и резервного капитала,
 w — размер почасовой оплаты труда, W — расходы на оплату труда,
 X — остаток готовой продукции или сырья на складе,
 \tilde{z} — средняя цена за единицу сырья или материала,
 z_* — сумма оплаченной кредиторской задолженности,
 b — доля поступления денежных средств, b_g — процентная ставка по кредиту,
 Φ — стоимость оборотных активов, q — стоимость незавершенного производства,
 Π_* — нераспределенная прибыль, Π — текущая прибыль,
 c — ставка налога, c_* — сумма налога,
 Ξ — стоимость внеоборотных активов,
 Ψ — стоимость собственных средств, Λ — стоимость нематериальных активов.

Рис. 1. Переменные экономико-математической модели

Разработка алгоритмов планирования операционной и финансовой деятельности. Для решения модели предлагается использовать широко распространённый алгоритм перебора, в котором перебираются все возможные комбинации иско-

мых переменных и рассчитываются все бюджеты предприятия. В результате этого выбирается наилучший вариант с максимальной чистой прибылью, обеспечивающий соблюдение всех ограничений. Достоинство данного алгоритма в том, что он яв-

ляется наиболее точным, но его недостаток в большой трудоёмкости расчётов. На рисунке 2 представлен рекурсивный алгоритм перебора, предназначенный для решения

дискретных экономико-математических моделей бюджетирования операционной и финансовой деятельности предприятия.

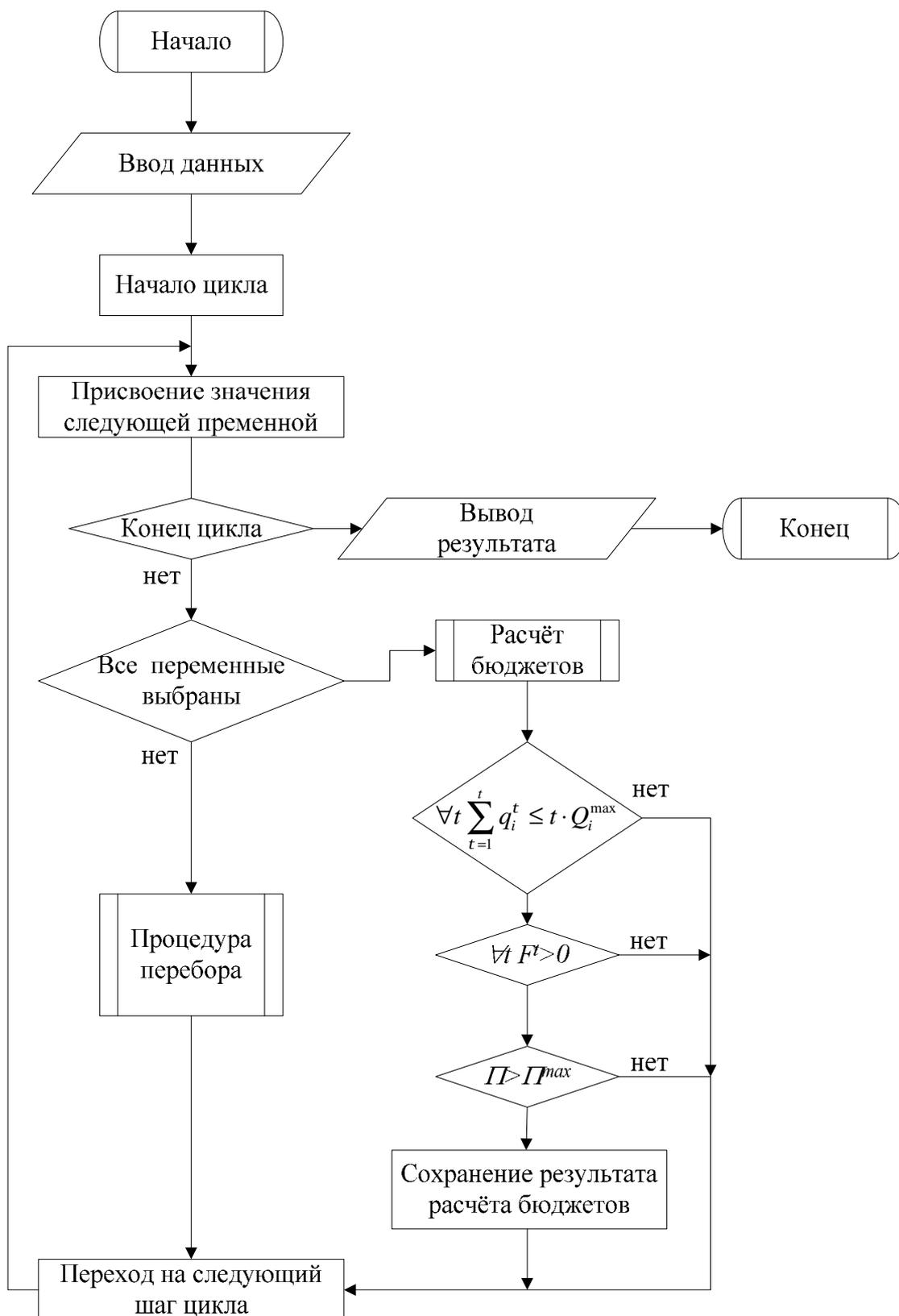


Рис. 2. Алгоритм решения оптимизационной задачи методом перебора

В алгоритме перебираются все возможные заранее определённые значения искомых переменных из заданной таблицы. Примером такой заданной таблицы является таблица цен, в которой определяются дискретные значения цен на все виды готовой продукции, использованные при анкетировании потребителей, начиная с мини-

мальных и заканчивая максимальными значениями (табл. 1). В предлагаемом алгоритме после изменения очередного значения переменной, то есть на каждом шаге цикла, заново пересчитываются все бюджеты предприятия и проводятся три проверки.

Таблица 1. Таблица значений цен на готовую продукцию

p_1^{\min}	...	p_1^{\max}
...
p_i^{\min}	...	p_i^{\max}
...
p_l^{\min}	...	p_l^{\max}

Первая проверка позволяет определить, может ли предприятие выпустить требуемый объём готовой продукции с учетом сезонности [6] или его производственных мощностей недостаточно для удовлетворения спроса. Если предприятие не способно удовлетворить спрос потребителей, то предполагается, что частичное удовлетворение спроса не возможно, так как спрос определяется ценами и объёмами, которые включаются как существенные условия в хозяйственные договоры с потребителями. Следовательно, не полное удовлетворение спроса – это нарушение производственным предприятием взятых на себя обязательств. Поэтому комбинация переменных, определяющая нереализуемый предприятием спрос, не принимается во внимание.

Вторая проверка – это проверка на положительность остатков денежных средств на счёте предприятия в каждом из периодов, так как даже при открытой кредитной линии не всегда возможно обеспечить потребности в денежных ресурсах. Если данное условие не выполняется, то комбинация переменных также не принимается во внимание.

Третья проверка определяет, получена ли на текущем шаге цикла бóльшая чистая прибыль, чем в предыдущих циклах. В том случае, если чистая прибыль больше, то

алгоритм сохраняет результат и переходит к следующему шагу цикла – к следующим значениям искомых переменных из соответствующих таблиц.

Здесь необходимо отметить, что в том случае, когда количество искомых переменных и количество их дискретных возможных значений невелико, рекомендуется использовать именно данный алгоритм.

Например, в работах [7] и [8] искомые переменными являлись только цены, которые изменялись в ограниченном диапазоне. Так, в работе [7] подбирались цены на четыре вида продукции, каждая из которых принимала четыре фиксированных значения. Для подбора оптимального решения было сделано $4^4 = 256$ расчётов всех бюджетов предприятия, начиная с бюджета продаж и заканчивая бюджетом доходов и расходов.

В работе [8] подбирались цены на шесть видов продукции, каждая из которых имела шесть значений, то есть, для подбора оптимального решения понадобилось рассчитать все бюджеты предприятия $6^5 = 46656$ раз, что уже занимает существенное компьютерное время.

В данной статье в отличие от вышеуказанных работ предполагается, что искомые переменными могут являться цены; объёмы производства, которые представ-

ляют собой матрицу; объёмы закупок, которые также представляют собой матрицу, и объёмы кредитования. Если одновременно подбираются все вышеперечисленные переменные, например, цены подбираются на три вида готовой продукции, каждая из которых может принимать пять значений; объёмы производства подбираются на три вида продукции на двенадцать месяцев планирования, в каждом из которых возможно десять фиксированных значений; объёмы закупок подбираются на тридцать два вида производственных запасов на двенадцать месяцев планирования, в каждом из которых возможно десять фиксированных значений; суммы кредитования и погашения долга рассчитываются на двенадцать месяцев только для одного банка, причём платежи также дискретны и имеют десять значений, то количество перерасчётов бюджетов составит: $5^3 \cdot 10^{36} \cdot 10^{384} \cdot 10^{12} = 125 \cdot 10^{432}$ раз. Следовательно, при необходимости подбора всех вышеперечисленных переменных задача не может быть решена данным алгоритмом в разумные сроки.

В связи с вышесказанным из-за высокой трудоёмкости расчётов предлагается модифицировать алгоритм, основанный на методе перебора (рис. 3). Данный модифицированный алгоритм предполагает декомпозицию задачи на четыре основных блока. В первом блоке методом перебора подбираются цены, и в этом он повторяет предыдущий алгоритм. Во втором блоке определяются объёмы производства, в третьем блоке – объёмы кредитования и платежи в погашение кредита, в четвёртом – объёмы закупок. Таким образом, задача оптимизации разбивается на четыре независимые по наборам искомым переменных подзадачи, решение каждой из которых выделяется в отдельную процедуру.

В модифицированном алгоритме перебора на каждом шаге цикла заново пересчитываются все бюджеты предприятия,

далее последовательно проводятся три проверки и выполняются три процедуры. Первая проверка определяет способность производственного предприятия удовлетворить спрос потребителей. В случае положительного результата процедура расчёта производственной программы устанавливает объёмы производства с учётом того, что часть продукции производится на склад в периоды пониженного спроса для её дальнейшей реализации в периоды повышенного спроса.

Далее запускается процедура расчёта программы кредитования, в которой определяются суммы, привлекаемые по кредитной линии, и суммы, которые направляются на погашение тела кредита и процентов по кредиту. Проводится вторая проверка на возможность удовлетворения потребностей производственного предприятия в денежных ресурсах за счёт использования кредитной линии в каждом из периодов.

Третья проверка определяет, получена ли на текущем шаге цикла бóльшая чистая прибыль, чем в предыдущих циклах. В том случае, если чистая прибыль больше, то модифицированный алгоритм запускает процедуру расчёта программы закупок производственных запасов с учетом цен поставщиков, стоимости доставки и стоимости хранения на собственном складе. Далее алгоритм сохраняет результат и переходит к следующему шагу цикла.

Схема реализации процедуры расчёта производственной программы представлена на рис. 4.

В процедуре расчета производственной программы реализуется цикл по всем периодам планирования операционной деятельности производственного предприятия. Особенностью процедуры является то, что цикл реализуется не с первого, а с последнего временного периода. Это необходимо для того, чтобы дефицит готовой продукции можно было покрыть за счёт производства на склад на более ранних периодах.

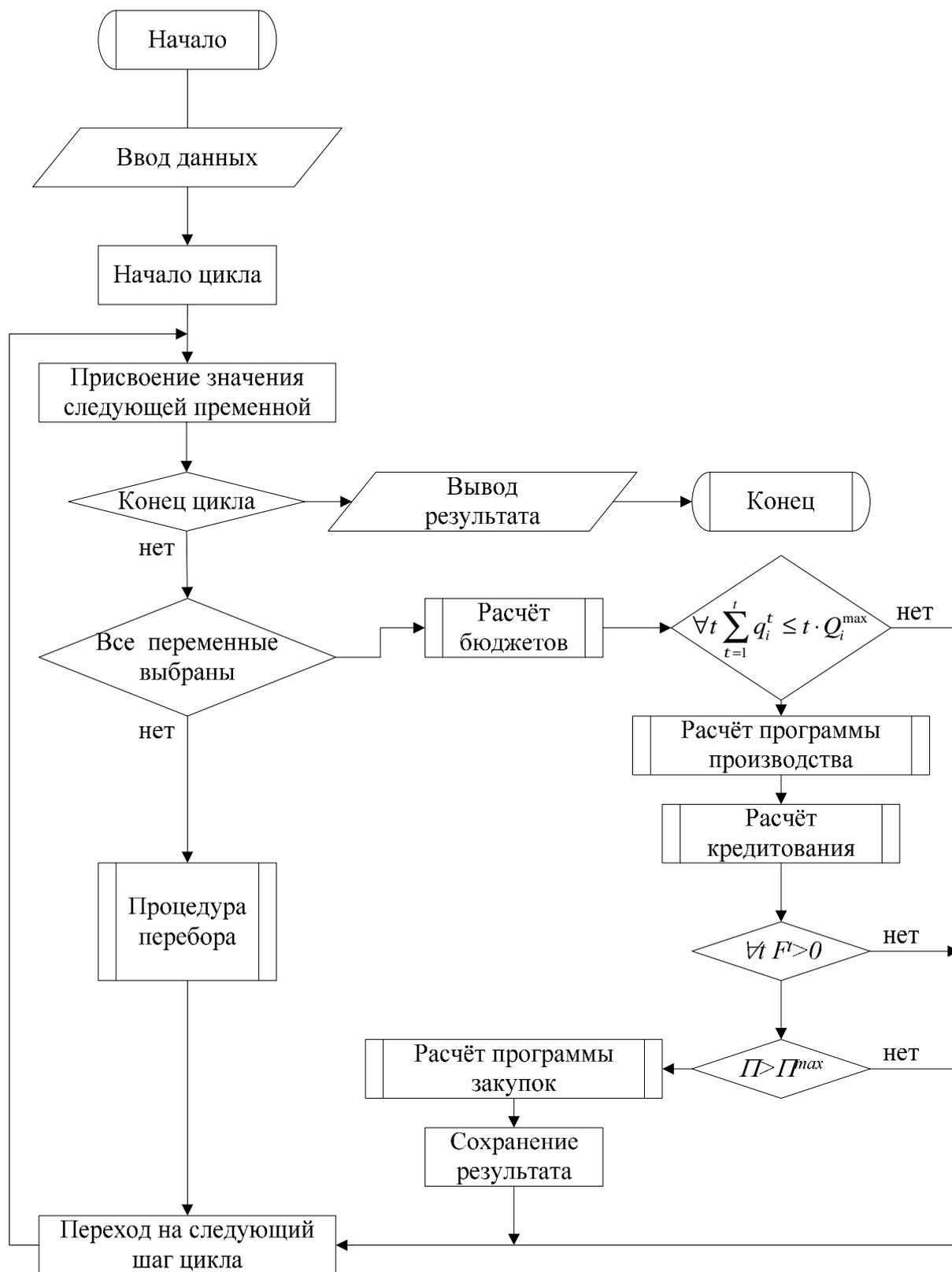


Рис. 3. Модифицированный алгоритм решения задачи методом перебора

На каждом шаге цикла проводится расчёт необходимого объёма производства, который определяется из объёма производства для удовлетворения текущего спроса потребителей и объёма производства на

склад для удовлетворения спроса потребителей в последующие периоды. Если рассчитанный объём необходимого производства больше максимальной производственной мощности предприятия, то на текущий

период планируется максимальный выпуск продукции, а разница (дефицит) между необходимым и максимальным объемами пересчитывается и переносится на следующие периоды. Если же рассчитанный объем необходимого производства меньше, то на

текущий период планируется сумма объема производства для удовлетворения текущего спроса потребителей и объема производства для покрытия дефицита в последующие периоды. Далее действия повторяются.

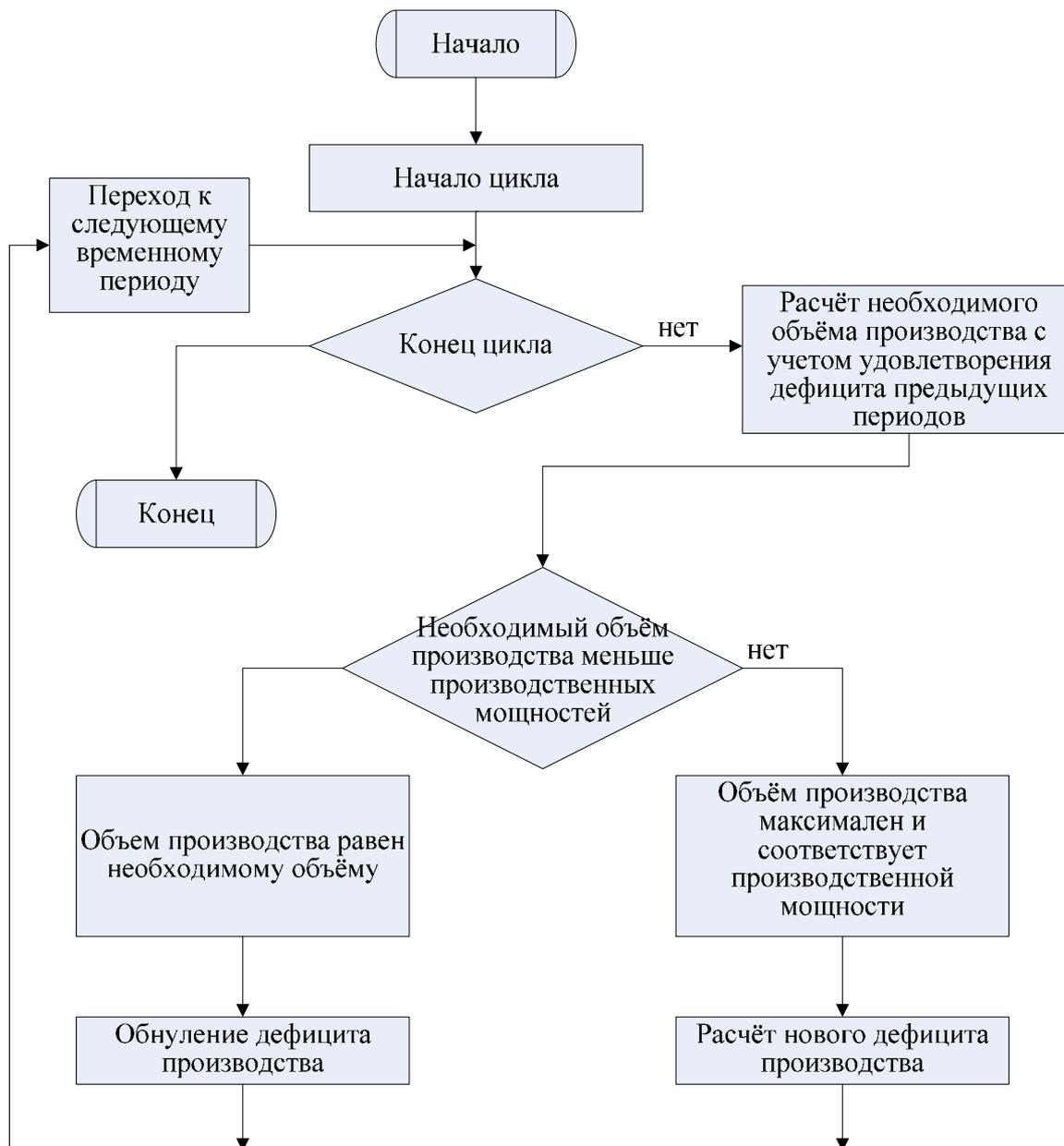


Рис. 4. Процедура расчёта производственной программы

В процедуре расчёта программы кредитования (рис. 5) реализуется цикл по всем периодам планирования финансовой деятельности производственного предприятия. На каждом шаге цикла рассчитывается остаток на конец периода как сумма всех притоков и оттоков денежных средств без учета кредита.

Если текущий остаток денежных средств на конец периода получается меньше неснижаемого остатка, то производится расчёт дефицита денежных средств производственного предприятия. Размер дефицита сравнивается с разностью максимальной суммы по кредитной линии и уже существующей задолженностью перед кре-

дитной организацией. В том случае, когда максимальная сумма кредитной линии позволяет покрыть дефицит денежных средств,

производственное предприятие получает дополнительный кредит в полном объеме своих финансовых потребностей.

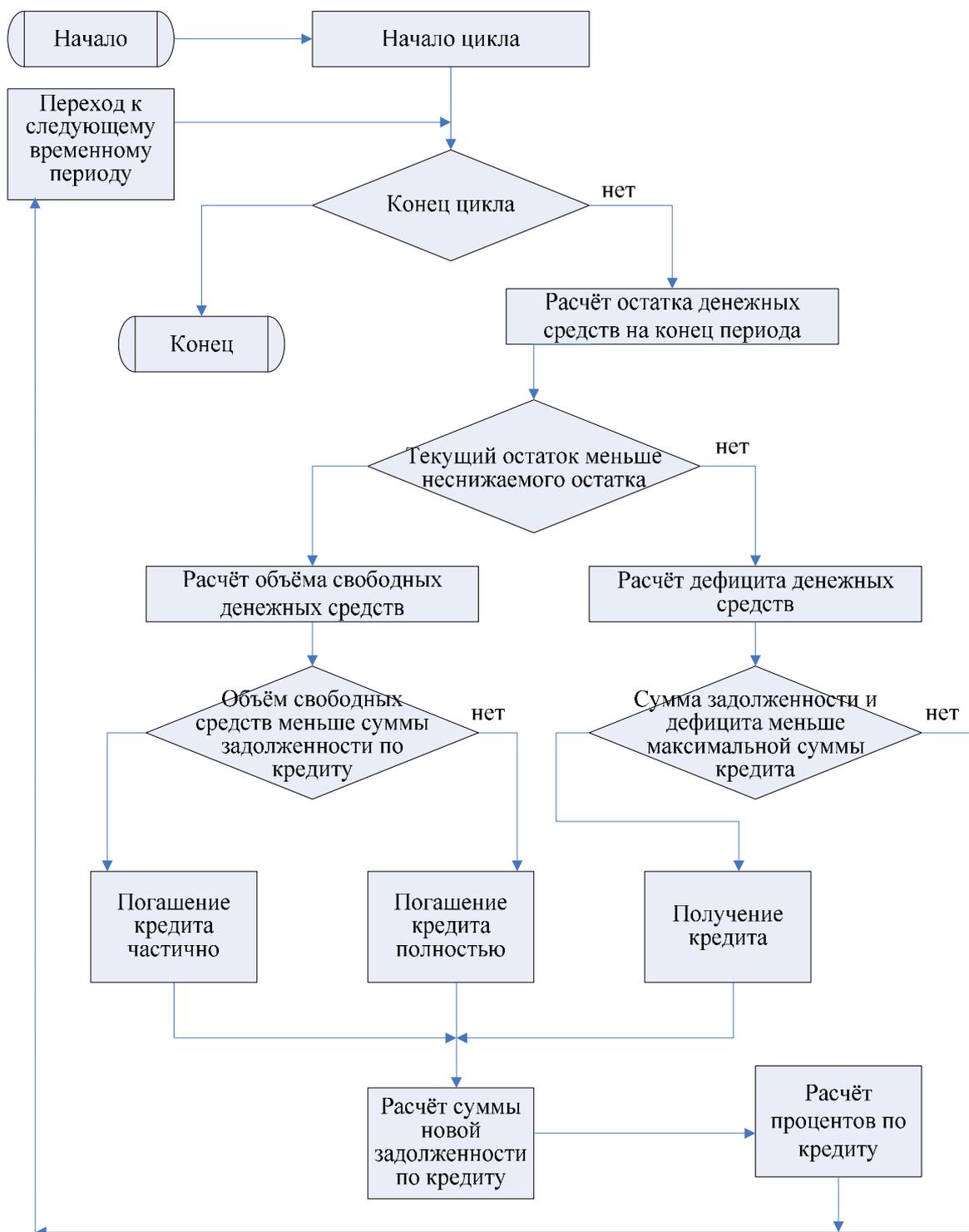


Рис. 5. Процедура расчёта кредитования

В противном случае предполагается, что кредитование невозможно и текущая комбинация искомых переменных игнорируется, а цикл переходит на следующий

шаг. Если текущий остаток денежных средств на конец периода получается больше неснижаемого остатка, то производится расчёт свободных (избытка) денеж-

ных средств производственного предприятия. При наличии непогашенного кредита избыток денежных средств направляется на его погашение.

В том случае, когда объем свободных денежных средств достаточен для погашения кредита полностью, кредит погашается полностью, в противном случае погашается только часть кредита. Далее рассчитывается сумма новой задолженности по кредиту с учетом полученного дополнительного кредита либо с учетом погашения кредита, а также проценты по кредиту. Далее процедура переходит на следующий шаг цикла.

В качестве процедуры расчёта программы закупок предлагается использовать следующую формулу:

$$S_j^t = M_j^t = m_j^t = \sum_{i=1}^I m_{ij}^t(Q_i^t) = \sum_{i=1}^I Q_i^t \cdot m_{ij}.$$

Использование данной формулы основано на двух гипотезах. Первая гипотеза (гипотеза о тонком производстве) состоит в том, что закупки производственных запасов в каждом из периодов точно соответствуют требуемым объемам, определяемым по программе производства. Вторая гипотеза состоит в том, что весь объем каждого вида производственных запасов закупается у одного поставщика, предлагающего мини-

мальную цену на рынке в течение всего периода планирования в целом.

Выводы. Таким образом, количество операций в случае модифицированного алгоритма перебора существенно сокращается. Для вышеприведённого примера из трёх видов готовой продукции, цена по каждому из которых принимает пять фиксированных значений, количество расчётов операционных и финансовых бюджетов составляет: $5^3 + 12 + 12 = 149$.

Тем не менее, при большом количестве видов готовой продукции, число перерасчётов бюджетов остаётся существенным. Например, если ассортиментный ряд насчитывает не три, а десять видов продукции, цены на которые принимают пять фиксированных значений, то число перерасчётов составит: $5^{10} + 12 + 12 = 9\,765\,649$.

Недостатком модифицированного алгоритма является то, что вследствие декомпозиции он не учитывает взаимное влияние производства на все виды затрат, связанные с закупками; на затраты по хранению готовой продукции на складах; на возможности и затраты, связанные с кредитованием, из-за чего их решение в отдельных случаях не будет являться оптимальным.

Библиографический список

1. Полак, Э. Численные методы оптимизации [Текст] / Э.Полак. – М.: Мир, 1974.
2. Богатырев, В.Д. Механизмы согласованного управления инвестиционными проектами [Текст] / В.Д. Богатырев, Д.Г. Гришанов, О.В. Павлов // Управление большими системами. - 2003. - №4. - С. 35-39.
3. Шим, Д.К. Основы коммерческого бюджетирования: пер. с англ. [Текст] / Д.К. Шим, Д.Г. Сигел. – СПб.: Пергамент, 1998.
4. Богатырев, В.Д. Оптимизационная модель выбора цен на реализуемую продукцию промышленного предприятия [Текст] / В.Д. Богатырев, О.В. Есипова // Экономические науки. - 2010. - № 72. - С. 261-265.
5. Есипова, О.В. Экономико-математическая модель определения минимальную цену на рынке в течение всего периода планирования в целом.
6. Богатырев, В.Д. Моделирование финансовых потоков предприятия с сезонным характером спроса [Текст] / В.Д. Богатырев, А.В. Иванычев, С.С. Корнилов // Управление большими системами. - 2005. - №3. - С. 5-10.
7. Богатырев, В.Д. Модель планирования ассортимента продуктов питания и заказа сырья [Текст] / В.Д. Богатырев, И.А. Хасаншин // Управление большими системами. - 2006. - №12-13. - С. 24-31.
8. Богатырев, В.Д. Модель и алгоритм краткосрочного планирования производственной деятельности предприятия в условиях гетерогенной полиполии [Текст] / В.Д. Богатырев, В.Г. Левитан // Вестн. Самар. гос. аэрокосм. ун-та. 2011. №4. С. 15-25.

ALGORITHM OF PLANNING OPERATIONAL AND FINANCIAL ACTIVITY OF A MANUFACTURING ENTERPRISE

© 2012 V. D. Bogatyryov, O. V. Yesipova

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

Two algorithms are proposed for the solution of discrete models of planning operational and financial activities of a production enterprise - the iteration algorithm and its modified version. The modified algorithm makes it possible to reduce the complexity of calculations by splitting a task into four independent procedures.

Algorithm, budgeting, economic-mathematical model, production program, loan program, search method.

Информация об авторах

Богатырев Владимир Дмитриевич, доктор экономических наук, профессор, проректор по образовательной и международной деятельности, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: samelev@rambler.ru. Область научных интересов: промышленные комплексы, экономико-математические модели, согласование взаимодействия.

Есипова Ольга Васильевна, ассистент кафедры экономики, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: olga.esipova773@mail.ru. Область научных интересов: моделирование бюджетов.

Bogatyryov Vladimir Dmitrievitch, doctor of economic science, professor, vice-rector, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: samelev@rambler.ru. Area of research: industrial complexes, economic-mathematical models, coordinated interconnection.

Yesipova Olga Vasilievna, candidate of economic science, assistant of the department of economics, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: olga.esipova773@mail.ru. Area of research: budgeting models.

ББК 67.404
УДК 346.52

КОНТРОЛЬ ЗА ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ СОВЕТОМ ДИРЕКТОРОВ (НАБЛЮДАТЕЛЬНЫМ СОВЕТОМ)

© 2012 В. Д. Богатырев, А. К. Хакимова

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Рассмотрена классификация видов контроля за финансово-хозяйственной деятельностью акционерного общества по субъекту контроля, предложена система контроля. Исследован контроль стороны совета директоров, предмет, права и обязанности, создание вспомогательных внутренних органов – комитета по аудиту и контрольно-ревизионной службы общества. Предложена система полномочий совета директоров на основе взаимодействия с внутренними органами общества и сторонними организациями.

Контроль, совет директоров, комитет по аудиту, контрольно-ревизионная служба, система контроля за финансово-хозяйственной деятельностью, акционерное общество, служба внутреннего аудита.

Введение. В настоящее время актуальными являются вопросы практического построения систем контроля за финансово-хозяйственной деятельностью юридических лиц. Это обусловлено тем, что исследуемые вопросы находятся на стыке различных наук и отраслей наук. Так, формирование систем контроля, регламентацию их деятельности изучает юриспруденция, в частности такие отрасли, как корпоративное право и судебная бухгалтерия; распределение функций контроля, компетенций органов контроля, связь с управлением изучает менеджмент, в частности стратегический и корпоративный менеджмент; содержание и методы контроля изучает экономика, в частности бухгалтерский учет и аудит [1]. Поэтому в литературе отсутствуют результаты научных исследований, затрагивающие все стороны контроля за финансово-хозяйственной деятельностью в комплексе. Кроме того, необходимо отметить, что наиболее сложными являются системы контроля в акционерных обществах из-за их масштаба и сложной иерархической системы органов управления и контроля, а менее изученной является контрольная деятельность советов директоров в таких обществах [2]. В связи с вышесказанным

далее будут рассмотрены классификация видов контроля за финансово-хозяйственной деятельностью; субъекты, предмет контроля, права и обязанности, а также полномочия совета директоров при реализации функций контроля и взаимодействии с внутренними органами общества и сторонними организациями.

Виды контроля в сфере функционирования акционерных обществ. В зависимости от оснований существует несколько классификаций видов контроля в сфере функционирования акционерных обществ. В зависимости от осуществляющих его субъектов выделяют контроль: а) представительных органов государственной власти и местного самоуправления; б) президента; в) исполнительных органов власти; г) финансово-кредитных органов; д) ведомственный и внутрихозяйственный; е) общественный; ж) аудиторский. В зависимости от уровня управления: а) общегосударственный; б) ведомственный; в) негосударственный; г) самоконтроль.

В.В. Долинская предлагает более глубокую детализацию видов контроля в виде целой системы контроля [3], предусматривающей также деление на внутренний и внешний контроль:

I. Внешний.

1. Государственный (и муниципальный).

2. Саморегулируемых организаций (далее СРО) и других организаций, участником которых является акционерное общество и (или) которые имеют властные полномочия в отношении акционерного общества.

3. Со стороны аудитора (аудиторской организации), независимого оценщика.

II. Внутренний.

1. Органов управления в отношении подотчётных и подконтрольных им органов.

2. Специализированных органов контроля:

а) со стороны ревизора (ревизионной комиссии);

б) внутрихозяйственный контроль, осуществляемый постоянно действующей службой.

3. Отдельных акционеров и их групп.

Внутренний контроль организуется внутри общества в интересах его собственников, учредителей, участников, регламентируется внутренними документами, определяющими организацию проверки бухгалтерского и иного хозяйственного учета, охраной имущества. К органам общества, реализующим его, относятся ревизионные комиссии, службы внутреннего аудита, комитеты по аудиту при советах директоров. В эту же группу отнесён и контроль акционеров (собственников, учредителей, участников), реализуемый непосредственно, а не через органы акционерного общества. Здесь необходимо отметить, что разные органы внутреннего контроля действуют все же в интересах различных лиц. С учетом этого наличие контрольных функций у органов управления призвано создавать систему сдержек и противовесов, нейтрализовать конфликты разнонаправленных интересов, выработать общую стратегию развития юридического лица. Например, пп. 4, 8, 9 п. 1 ст. 48 Федерального закона «Об

акционерных обществах» [4] - для общего собрания акционеров и пп. 9, 13, 15 п.1 ст. 65 - для совета директоров (наблюдательного совета) и др. Кроме того, за рубежом многие крупные компании в настоящее время имеют внутренних аудиторов для проведения внутреннего аудита (internal audit) с целью информирования исполнительного менеджмента об эффективности и надёжности применяемых методов управления [5].

Внешний контроль характеризует воздействие со стороны на объект контроля, что соответствует внешним отношениям общества, и делится на публичный, то есть государственный контроль и контроль саморегулируемых организаций, и на частный, то есть внешний аудит. Причём контрольные полномочия СРО проистекают из закона (Федеральный закон «О саморегулируемых организациях» [6]) и факта участия в ней акционерного общества. Внешний контроль осуществляется как в интересах общества и государства, например, налоговый контроль, так и в интересах самого акционерного общества на безвозмездной и возмездной основе соответственно. Во всех случаях субъект контроля имеет право применять к организации санкции за правонарушения [3].

В результате анализа вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Во-первых, не каждый субъект внешнего контроля имеет право применять санкции к проверяемому объекту. Например, саморегулируемые организации не могут применять санкции имущественного характера, а из организационных мер воздействия – могут при невыполнении требований исключить из своих членов. Аудитор также не применяет имущественных санкций. В качестве мер воздействия можно указать только отрицательное аудиторское заключение, что является большой редкостью, так как при наличии замечаний аудитор консультирует заказчика с целью их дальнейшего устранения [7]. Во-вторых, контроль собственников, акционеров, участников и учредителей

является внешним, а не внутренним, так как реализуется не органами организации, а непосредственно самими этими лицами, являющимися внешними по отношению к организации. В-третьих, в систему контроля, предложенную В.В. Долинской, не включён контроль со стороны контрагентов организации, что нередко встречается на практике и закрепляется гражданско-правовыми соглашениями, например, контроль со стороны банка за финансово-хозяйственной деятельностью заёмщика, контроль со стороны биржи за эмитентом ценных бумаг, контроль со стороны потребителя за своим поставщиком или подрядчиком.

В работе М.И. Кулагина [8] рассматривается тенденция, преобладающая в иностранных государствах, относительно расширения контрольных функций ревизионных комиссий и ревизоров крупных обществ. Они осуществляют постоянную проверку правильности и достоверности документов акционерного общества, его счетов, информации, содержащейся в отчётах органов управления, а также в документах о финансовом положении общества, адресуемых акционерам и третьим лицам. Ревизоры также дают заключения относительно законности планируемых операций. Из этого М.И. Кулагин, а вместе с ним и В.В. Долинская делают вывод, что в других странах через ревизоров государство усиливает свой контроль за деятельностью акционерных обществ.

Можно отметить, что данная тенденция не реализуется в современных российских условиях. Это связано с тем, что все субъекты контроля обладают частными интересами. Например, СРО заинтересованы во взносах своих участников, а аудиторские компании и независимые оценщики – в получении оплаты по соответствующему договору и в продолжении договорных отношений. Аналогично для внутреннего контроля – совет директоров акционерного общества заинтересован в стабильном вознаграждении, ревизионная комиссия – в подготовке акта ревизии с минимальными затратами тру-

да, а при выплате её членам вознаграждения – в перевыборах на новый срок, служба внутреннего контроля – в стабильном заработке, акционеры – в получении прибыли по акциям. Причём эти интересы могут реализовываться как правомерными действиями, так и, даже, противоправными. Поэтому говорить о сближении частного и государственного контроля в российских условиях, наверное, преждевременно.

В связи с вышесказанным предлагается система контроля в сфере функционирования акционерных обществ, классификационным признаком которой является субъект, осуществляющий контроль (рис. 1).

Контроль, осуществляемый советом директоров (наблюдательным советом). Переходя от общих вопросов контроля за финансово-хозяйственной деятельностью в акционерных обществах к контролю совета директоров, необходимо отметить, что он занимает промежуточное положение между общим собранием акционеров, принимающим наиболее важные стратегические решения, и исполнительным органом акционерного общества, реализующим «тактическое», текущее управление.

В соответствии с российским законодательством совет директоров (наблюдательный совет) является управленческим и контрольным органом одновременно, он осуществляет решение вопросов общего руководства деятельностью общества (п. 1 ст. 65 Федерального закона «Об акционерных обществах» [4]). Однако законодатель не раскрывает понятие «общее руководство деятельностью». Исходя из логического анализа данного положения закона, можно сделать вывод, что под общим руководством деятельностью общества необходимо понимать все те вопросы управления и контроля, которые не относятся к компетенции общего собрания акционеров и исполнительных органов.

Большинство полномочий совета директоров (наблюдательного совета) ак-

ционерного общества, указанных в законе, относится к управленческим, а не к контрольным. Но даже само название данного органа (совет директоров или наблюдательный совет) говорит о его двойственности, так как под советом директоров в системе общего права понимают коллегиальный орган, занимающийся, в том чис-

ле, и текущим управлением, а иногда и замещающий исполнительный орган; а под наблюдательным советом в континентальной системе права понимают контрольный орган, который не может вмешиваться в хозяйственную деятельность общества [3].

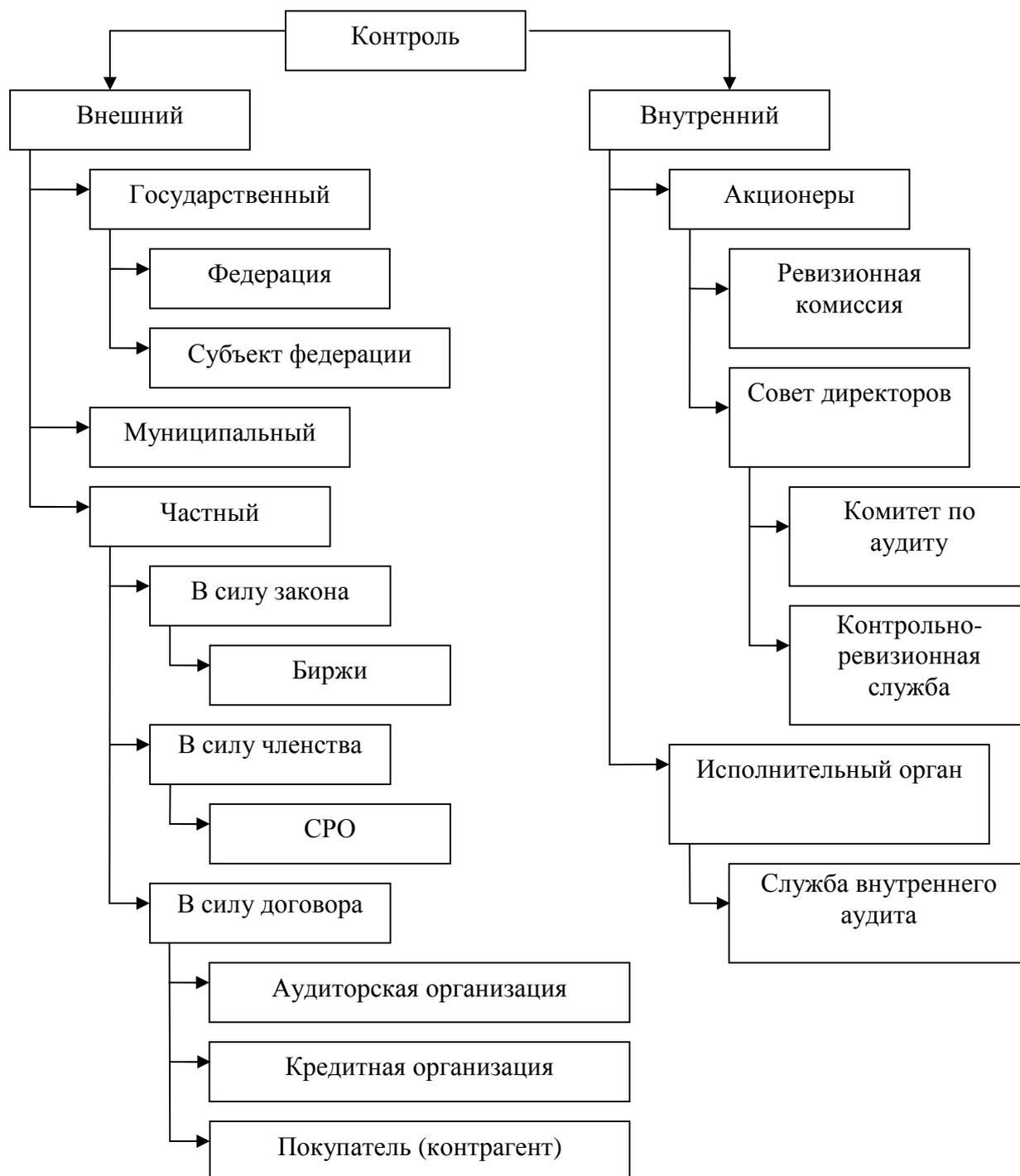


Рис. 1. Классификация видов контроля за финансово-хозяйственной деятельностью акционерного общества по субъекту контроля

В связи с таким пониманием роли данного органа в Концепции развития гражданского законодательства Российской Федерации предлагается закрепить более чёткую структуру органов акционерного общества с ясным разделением функций управления и контроля. Предлагается называть данный орган акционерного общества только наблюдательным советом, а не «советом директоров (наблюдательным советом)». Кроме того, для разделения данных функций предлагается установить запрет совмещения должностей в наблюдательном совете и правлении акционерного общества, что, безусловно, позволит снизить концентрацию управленческих полномочий в одних руках [9].

В настоящее время в соответствии с действующим ГК РФ само акционерное общество вправе выбрать для такого органа любое из этих двух названий и добавить для него в свой устав дополнительные контрольные полномочия [10].

Анализируя закон «Об акционерных обществах», можно выявить, какие вопросы являются подконтрольными совету директоров (наблюдательному совету) в акционерном обществе [4]. Во-первых, это руководство текущей деятельностью акционерного общества, осуществляемое исполнительным органом общества. Во-вторых, это операции, связанные с определением цены (денежной оценкой) имущества общества (ст. 77). В-третьих, это крупные сделки и сделки с заинтересованностью, которые должны быть одобрены советом директоров (наблюдательным советом) (п. 1 ст. 79 и п. 1 ст. 83). Очевидно, что наиболее полно и точно предмет контроля со стороны совета директоров (наблюдательного совета) приведён в Кодексе корпоративного поведения. Предмет контроля согласно Кодексу корпоративного поведения – это финансово-хозяйственная деятельность общества, система управления рисками, деятельность исполнительных органов (п.п. 1.2, 1.4 гл. 3 Кодекса корпоративного поведения [11]). Таким образом, полномочия совета директоров (наблуда-

тельного совета), указанные в законе и связанные с выполнением им контрольных функций, можно условно разделить на три группы (рис. 2):

- контроль за деятельностью исполнительных органов;
- контроль за совершением сделок акционерным обществом;
- взаимодействие с ревизионной комиссией (ревизором) и аудиторской организацией (аудитором) акционерного общества.

Первая группа включает в себя полномочия по проведению проверок деятельности исполнительных органов и принятию соответствующих решений:

1.1. Образовывать исполнительные органы общества, досрочно прекращать их полномочия и формировать новые, если это отнесено к его компетенции уставом акционерного общества (п. 1 ст. 48, п. 1 ст. 65, п. 4 ст. 69).

1.2. Требовать отчёта от исполнительных органов общества (п. 1 ст. 69).

1.3. Давать предложения общему собранию акционеров о передаче полномочий единоличного исполнительного органа общества управляющей организации или управляющему (п. 1 ст. 69).

1.4. Приостанавливать полномочия единоличного исполнительного органа или управляющей организации (управляющего), образовывать временный единоличный исполнительный орган и организовать внеочередное общее собрание акционеров для формирования нового исполнительного органа, если это предусмотрено уставом акционерного общества (п. 4 ст. 69).

1.5. Образовывать временный единоличный исполнительный орган, если действующий единоличный исполнительный орган или управляющая организация (управляющий) не могут исполнять свои обязанности (п. 4 ст. 69).

1.6. Требовать предоставления протоколов заседания коллегиального исполнительного органа общества (правления, дирекции) (п. 2 ст. 70).



Рис.2. Контрольные полномочия совета директоров при взаимодействии с другими органами акционерного общества и сторонними организациями

Вторая группа включает в себя полномочия по определению цены (денежной оценки) имущества для ряда сделок общества, одобрение крупных сделок и сделок с заинтересованностью:

2.1. Определение цены (денежной оценки) имущества, цены размещения и выкупа эмиссионных ценных бумаг (п. 1 ст. 65, п. 1 ст. 77) для целого ряда сделок (например, при оплате дополнительных акций неденежными средствами – п. 3 ст. 34, при оплате дополнительных акций общества, размещаемых посредством подписки – п. 1 ст. 36, при оплате эмиссионных ценных бумаг общества, размещаемых посредством подписки – п. 1 ст. 38, при выкупе акций обществом – п. 3 ст. 75).

2.2. Одобрение крупных сделок и сделок с заинтересованностью (гл. X и гл. XI).

Необходимо отметить, что законом предусмотрена обязанность лиц, имеющих заинтересованность в совершении обществом сделок в соответствии со ст. 81, раскрывать совету директоров (наблюдательному совету) информацию о таких сделках (ст. 82).

Третья группа – это обязанности по проведению собрания акционеров и заседаний совета директоров (наблюдательного совета) по требованию ревизионной комиссии (ревизора) и аудиторской организации (аудитора) общества, полномочия по определению размера их вознаграждения или оплаты услуг соответственно, право давать указания ревизионной комиссии (ревизору) о проведении ревизий:

3.1. Проводить внеочередное общее собрание акционеров по требованию ревизионной комиссии (ревизора) общества или аудиторской организации (аудитора) общества (ст. 55).

3.2. Рекомендовать размер выплачиваемых членам ревизионной комиссии (ревизору) общества вознаграждений и компенсаций (п. 1 ст. 65).

3.3. Проводить заседания совета директоров (наблюдательного совета) по требованию ревизионной комиссии (ревизора) общества или аудитора общества, исполнительного органа общества, а также иных лиц, определенных уставом общества (п. 1 ст. 68).

3.4. Определять размер оплаты услуг аудиторской организации (аудитора) (пп. 10 п. 1 ст. 65, ст. 86).

3.5. Требовать проведения проверки финансово-хозяйственной деятельности общества ревизионной комиссией (ревизором) (п. 3 ст. 85).

Также можно отметить общие полномочия совета директоров (наблюдательного совета), косвенно относящиеся к контрольным функциям данного органа:

4.1. Проводить внеочередное общее собрание акционеров по собственной инициативе (п. 1 ст. 55).

4.2. Утверждать внутренние документы общества, в том числе связанные с контролем за финансово-хозяйственной деятельностью общества (п. 1 ст. 65).

Комитет совета директоров по аудиту. В Кодексе корпоративного поведения указывается, что совет директоров (наблюдательный совет) играет важную роль в организации контроля за финансово-хозяйственной деятельностью общества и для реализации этой роли предлагается структурировать его, а именно создать специальный комитет – комитет по аудиту (п. 1.1.2 гл. 8) [11]. Важнейшими функциями комитета по аудиту в соответствии с Кодексом корпоративного поведения являются выработка рекомендаций совету директоров и взаимодействие с ревизионной комиссией (ревизором) обще-

ства и аудиторской организацией (аудитором) общества.

Некоторые авторы считают, что комитет по аудиту призван обеспечить выстраивание системы владельческого контроля за работой менеджмента, чтобы он не выводил активы, не распродал имущество, не заключал сделки с поставщиками по завышенным ценам. По их мнению, этот комитет должен активно сотрудничать с внешним аудитором, гарантируя прозрачность процедуры его выбора и независимость от менеджмента, а также со службой внутреннего аудита, которая через работу с комитетом должна быть подотчетна совету директоров [12].

Российские законодательные акты, в том числе Закон «Об акционерных обществах» [4], не предусматривают создания и регулирования деятельности такого комитета, хотя в зарубежных государствах данный комитет во всё большей мере рассматривается как необходимый элемент структуры корпоративного управления. Так, комитеты по аудиту прочно вошли в практику американских корпораций. Закон Сарбайнса – Оксли 2002 года (США) ввёл жёсткие требования к аудиторским комитетам [13].

Предмет контроля со стороны комитета по аудиту в законе не указан, однако анализируя Кодекс корпоративного поведения, можно сделать вывод, что к вопросам, контролируемым комитетом, относятся: исполнение финансово-хозяйственного плана, утверждённого советом директоров (наблюдательным советом) общества; соблюдение процедур внутреннего контроля; управление рисками; нестандартными операциями общества (п. 1.4 гл. 8) [11].

Кроме того, анализ подзаконных актов показывает, что по смыслу распоряжения ФКЦБ следующие вопросы должны быть подконтрольны комитету по аудиту: оценка кандидатов в аудиторы, оценка заключения аудитора, оценка эффективности действующих в акционерном обществе процедур внутреннего контроля (п. 7 приложения к распоряжению ФКЦБ

от 18 июня 2003 г. №03-1169/р «Об утверждении методических рекомендаций по осуществлению организаторами торговли на рынке ценных бумаг контроля за соблюдением акционерными обществами положений Кодекса корпоративного поведения» [14]).

Обобщая вышесказанное, можно сказать, что предметом контроля являются финансово-хозяйственный план, хозяйственные операции, финансовая (бухгалтерская) отчётность, внутренние процедуры контроля, внутренний и внешний аудит.

Основные права и обязанности комитета по аудиту рекомендованы в Кодексе корпоративного поведения, а дополнительные права и обязанности могут быть установлены в уставе или в других внутренних документах акционерного общества [11]. Можно выделить следующие обязанности комитета по аудиту, которые тесно связаны с рассмотренным ранее предметом контроля со стороны комитета:

- проводить оценку эффективности и подготовку предложений по совершенствованию действующих в обществе процедур внутреннего контроля (п. 1.2 гл. 8 Кодекса корпоративного поведения);

- регулярно представлять для рассмотрения на заседаниях совета директоров заключения о выявленных за соответствующий период деятельности общества нарушениях (п. 2.3.2 гл. 8);

- представлять заключения о выявленных нарушениях ревизионной комиссии общества (п. 2.3.2 гл. 8);

- обеспечивать стабильность контроля (п. 2.3.2 гл. 8).

Права комитета направлены на получение полной информации о финансово-хозяйственной деятельности акционерного общества от всех возможных источников (п. 2.3.1 гл. 8):

- требовать беспрепятственный доступ к любым документам и информации общества;

- требовать информацию от контрольно-ревизионной службы общества,

иных должностных лиц и сотрудников общества, а также от аудиторской организации (аудитора) общества;

- требовать доклада от руководителя контрольно-ревизионной службы об исполнении финансово-хозяйственного плана и отклонениях от него.

Анализируя Федеральный закон «Об акционерных обществах», Кодекс корпоративного поведения и иные акты, можно сказать, что комитет по аудиту не является самостоятельным органом, то есть не принимает самостоятельных решений. Он предназначен для предварительного рассмотрения наиболее важных вопросов и подготовки рекомендаций совету директоров для принятия решений по таким вопросам. По сути, он является частью совета директоров, действует в его интересах, реализует его задачи и полномочия, закреплённые внутренними документами общества.

Контрольно-ревизионная служба.

Для организации внутреннего контроля за финансово-хозяйственной деятельностью акционерного общества Кодексом корпоративного поведения рекомендуется создавать контрольно-ревизионную службу [11], причём законом «Об акционерных обществах» не предусмотрено учреждение такого специального органа [4], то есть его создание для общества является добровольным.

Кодексом корпоративного поведения рекомендуется, чтобы данная служба представляла собой независимое от исполнительных органов структурное подразделение общества, отвечающее за проведение ежедневного внутреннего контроля, и его деятельность контролировалась советом директоров (наблюдательным советом) непосредственно и (или) через комитет по аудиту (п.п. 1.1.1, 1.1.2 гл. 8) [11]. Предмет контроля со стороны контрольно-ревизионной службы представляет собой порядок осуществления всех хозяйственных операций общества, в том числе операции в рамках финансово-хозяйственного плана, нестандартные операции и возникающие при этом риски

(п.п. 1.1.1, 1.4, 2.1.1, 2.2.2). То есть, контрольно-ревизионная служба осуществляет контроль за совершением всех финансово-хозяйственных операций общества.

Основные права и обязанности контрольно-ревизионной службы рекомендованы в Кодексе корпоративного поведения, а дополнительные права и обязанности могут быть установлены в уставе или в других внутренних документах акционерного общества. Так, во внутренние документы общества в качестве обязанностей контрольно-ревизионной комиссии рекомендуется включать (пп. 2.1.2, 2.2.2, 2.3.1 гл. 8) [11]:

- проведение проверки представленных документов и материалов на соответствие процедурам внутреннего контроля;

- проведение проверки наличия в финансово-хозяйственном плане общества средств, предусмотренных на совершение определенной хозяйственной операции;

- ведение учета выявленных нарушений при осуществлении хозяйственных операций;

- предоставление информации о нарушениях при осуществлении хозяйственных операций комитету по аудиту;

- определение необходимости совершения нестандартной хозяйственной операции;

- предварительная оценка нестандартной хозяйственной операции;

- подготовка рекомендаций для совета директоров (наблюдательного совета) о целесообразности совершения нестандартной операции;

- подготовка доклада об исполнении финансово-хозяйственного плана и отклонениях от него и выступление с сообщением об этом руководителя службы на заседаниях комитета по аудиту.

Для выполнения данных обязанностей контрольно-ревизионная служба наделяется правом обращаться за дополнительными разъяснениями о совершении хозяйственных операций в исполнительные органы общества (п. 2.2.2 гл. 8).

Кроме того, в ряде акционерных обществ в интересах менеджмента создается

дополнительная служба внутреннего аудита, главная цель которой – обеспечить исполнительный орган общества информацией относительно достоверности и законности деятельности внутренних подразделений и отделов общества. Данная служба действует в интересах исполнительных органов и должна подчиняться только им. Основными функциями, как правило, являются: проведение внутренних ревизий и предоставление обоснованных предложений по устранению выявленных недостатков и повышению эффективности управления; осуществление экспертных оценок по различным направлениям деятельности общества и предоставление предложений по их совершенствованию; организация внутренних расследований [15].

Таким образом, можно сделать вывод, что контрольно-ревизионная служба общества представляет собой специальный вспомогательный орган, проводящий ежедневный внутренний контроль за порядком осуществления всех хозяйственных операций общества, действующий в интересах совета директоров, имеющий большие полномочия по мониторингу текущей деятельности общества и не имеющий полномочий по принятию каких-либо мер, в том числе и к исполнительному органу напрямую. В свою очередь, данный орган часто путают со службой внутреннего аудита, действующей в «интересах» исполнительного органа, а не совета директоров.

Заключение. На основе проведенного анализа можно сделать вывод о формировании смешанной системы контроля за финансово-хозяйственной деятельностью акционерных обществ, которая характеризуется тем, что в ней контроль осуществляется со стороны общества, государства и частных лиц. Однако спорным представляется мнение многих авторов о том, что государственное и корпоративное регулирование постепенно сближаются и преследуют схожие цели в мониторинге деятельности акционерных обществ. Все субъекты контроля облада-

ют разнонаправленными интересами, которые могут реализовываться как правомерными действиями, так и безразличными праву и даже противоправными. И только в результате взаимодействия субъектов внешнего и внутреннего контроля реализуется сложение совпадающих и исключение противоречащих друг другу интересов, что приводит к стабильной и эффективной деятельности акционерного общества.

Предложена система контроля в сфере функционирования акционерных обществ, отличающаяся от систем других авторов, в частности В.В. Долинской, тем, что в ней учитываются разнонаправленные интересы – государства, муниципальных образований, внешних частных лиц, акционеров, совета директоров, исполнительного органа акционерного общества, в том числе контрагентов акционерного общества, что нередко встречается на

практике и закрепляется гражданско-правовыми соглашениями.

Выявлено, что особенностью совета директоров (наблюдательного совета) является неурегулированность его контрольных полномочий. Поэтому для реализации эффективного контроля предлагается предусмотреть ряд контрольных полномочий во внутренних документах общества, структурированных на основе взаимодействия с другими органами общества и сторонними организациями.

Выявлено, что комитет по аудиту является частью совета директоров, действует в его интересах, реализует его задачи и полномочия; что контрольно-ревизионная служба общества также действует в интересах совета директоров, имеет большие полномочия по мониторингу текущей деятельности общества, но не имеет полномочий по принятию каких-либо мер.

Библиографический список

1. Бурцев, В.В. Внутренний контроль: основные понятия и организация проведения [Текст] / В.В. Бурцев // Менеджмент в России и за рубежом. - 2002. - №4. - С. 10-14.

2. Агеев, А.Б. Создание современной системы корпоративного управления в акционерных обществах: вопросы теории и практики [Текст]/ А.Б. Агеев. – М.: Волтерс Клувер, 2010.

3. Долинская, В.В. Акционерное право: проблемы и перспективы развития [Текст]/ В.В. Долинская. – М.: Волтерс Клувер, 2006.

4. «Об акционерных обществах» [Текст]: федер. закон от 26 декабря 1995 г. №208-ФЗ // Российская газета. - 1995. - №248.

5. Вулфел, Чарльз Дж. Энциклопедия банковского дела и финансов [Текст]/ Чарльз Дж. Вулфел. - Самара: Корпорация Федоров, 2003.

6. «О саморегулируемых организациях» [Текст]: федер. закон от 01 декабря 2007 г. №315-ФЗ // Российская газета. - 2007. - №273.

7. «Об аудиторской деятельности» [Текст]: федер. закон от 30 декабря 2008 г. №307-ФЗ // Российская газета. - 2008. - №267.

8. Кулагин, М.И. Предпринимательство и право: опыт Запада [Текст]/ М.И. Кулагин. - М.: Дело, 1992. С. 47.

9. Концепция развития гражданского законодательства Российской Федерации (одобрена решением Совета при Президенте РФ по кодификации и совершенствованию гражданского законодательства от 07 октября 2009 г.) [Текст]// Вестник ВАС РФ. 2009. №11.

10. «Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть 1» [Текст]: федер. закон от 30 ноября 1994 г. №51-ФЗ // Российская газета. - 1994. - №238-239.

11. Распоряжение Федеральной комиссии по рынку ценных бумаг РФ от 04 апреля 2002 г. №421/р «О рекомендации к применению кодекса корпоративного поведения» (вместе с Кодексом корпоративного поведения от 05 апреля 2002 г.) [Текст]// Вестн. ФКЦБ России. - 2002. - №4.

12. Совет директоров: инструкция по применению [Текст]/ А. Филатов. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009.

13. Макарова, О.А. Корпоративное право [Текст]/ О.А. Макарова. – М.: Волтерс Клувер, 2005.

14. Распоряжение Федеральной комиссии по рынку ценных бумаг РФ от 18 июня 2003 г. №03-1169/р «Об утверждении методических рекомендаций по

осуществлению организаторами торговли на рынке ценных бумаг контроля за соблюдением акционерными обществами положений Кодекса корпоративного поведения» [Текст]// Вестн. ФКЦБ России. - 2003. - №9.

15. Мелькумянц, А.В. Корпоративное право [Текст]/ А.В. Мелькумянц. – Ростов н/Д: Феникс, 2007.

CONTROL OVER THE FINANCIAL AND ECONOMIC ACTIVITY OF A JOINT-STOCK COMPANY CARRIED OUT BY THE BOARD OF DIRECTORS

© 2012 V. D. Bogatyryov, A. K. Khakimova

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents a classification of types of control of financial and economic activities of a joint-stock company by the subject of control, a monitoring system is proposed. Control of the board of directors, the subject, the rights and duties, the creation of auxiliary internal bodies-the committee on audit and the control and auditing service of the company are analyzed. A system of powers of the board of directors on the basis of interaction with the internal bodies of the company and third-party organizations is proposed.

Control, board of directors, committee on audit, control and audit service, system of control of financial and economic activity, joint-stock company, service of internal audit.

Информация об авторах

Богатырёв Владимир Дмитриевич, доктор экономических наук, профессор, проректор по образовательной и международной деятельности, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: samelev@rambler.ru. Область научных интересов: промышленные комплексы, экономико-математические модели, согласование взаимодействия.

Хакимова Алина Камилловна, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: alina9008@inbox.ru. Область научных интересов: корпоративное управление.

Bogatyryov Vladimir Dmitrievitch, professor, vice-rector, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: samelev@rambler.ru. Area of research: industrial complexes, economic-mathematical models, coordinated interconnection.

Khakimova Alina Kamilovna, post-graduate student, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: alina9008@inbox.ru. Area of research: corporate management.

ББК 65.23; УДК 330.322

ОПТИМИЗАЦИЯ СКЛАДСКОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЁТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПОСТАВЩИКОВ

© 2012 В. Д. Богатырев, К. А. Юрченко

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Представлена модель снабженческо-закупочной деятельности машиностроительного предприятия, включающая в себя четыре основных вида затрат – на закупку, транспортировку, хранение, обслуживание банковского кредита. Модель учитывает дискретный характер производства, хранения и транспортировки сырья и материалов, благодаря чему возможна оптимизация снабженческо-закупочной деятельности путём выбора объёмов и времени закупок у поставщиков, а также перераспределения объёмов между видами сырья и материалов на складе.

Экономико-математические модели, машиностроительное предприятие, закупка, транспортировка, складское хранение, банковское кредитование.

Введение

Деятельность машиностроительных предприятий исследуется многими авторами. Подробно проработаны вопросы организации производства, экономического планирования, бухгалтерского учета, финансового менеджмента, снабжения и закупок. Однако необходимо отметить, что в работах, как правило, рассматривается только один из бизнес-процессов без их общей взаимной увязки. Например, вопросы снабженческо-сбытовой деятельности изучаются без учета финансовой и операционной деятельности предприятия в целом. В некоторых работах по логистике предпринимаются шаги по взаимной увязке всех потоков предприятия – материальных, финансовых и информационных, но предлагаемые решения носят общий характер и не учитывают особенностей функционирования машиностроительных предприятий [1].

В качестве таких особенностей можно выделить дискретный характер производства, при котором готовая продукция собирается из узлов и блоков, узлы и блоки – из деталей и комплектующих изделий, а последние производятся из сырья и материалов. Каждый из видов производственных запасов нуждается в организации деятельности по их закупке, хране-

нию и транспортировке. Кроме того, в себестоимости готовой продукции доля закупаемых сырья, материалов и комплектующих изделий, поставляемых сторонними организациями, значительна, что существенным образом определяет финансовые потоки машиностроительного предприятия и, следовательно, логистика производственных запасов должна формироваться с учетом финансовых возможностей предприятия [2].

В связи с вышесказанным предлагается экономико-математическая модель снабженческо-закупочной деятельности машиностроительного предприятия, позволяющая оптимизировать как материальный, так и денежный потоки, и включающая в себя четыре элемента – затраты на закупку, хранение, транспортировку и обслуживание банковского кредита. Модель учитывает дискретный характер производства готовой продукции, хранения и транспортировки производственных запасов.

Экономико-математическая модель снабженческо-закупочной деятельности машиностроительного предприятия

Затраты на закупочно-снабженческую деятельность машино-

строительного предприятия $Z^t(s)$ предлагается разделить на следующие укрупнённые виды:

$$Z^t(s) = Z_p^t(s) + Z_T^t(s) + Z_W^t(s) + Z_C^t(s),$$

где $Z_p^t(s)$ - затраты на закупку сырья, материалов и комплектующих изделий; $Z_T^t(s)$ - затраты на их транспортировку; $Z_W^t(s)$ - затраты на их хранение; $Z_C^t(s)$ - затраты на оплату процентов за пользование кредитом.

Объём закупок сырья, материалов и комплектующих изделий можно представить в виде трёхмерной матрицы:

$$s = \left\| s_{jn}^t \right\|_{\substack{t=1, \dots, T \\ j=1, \dots, J \\ n=1, \dots, N_S}}$$

где s_{jn}^t представляет собой объём закупки j -го вида ресурса у n -го поставщика в t -й момент времени; J - количество видов исходного сырья и материалов, используемых в производстве на самом низшем уровне технологии ($j = 1, \dots, J$); N_S - количество поставщиков машиностроительного предприятия ($n = 1, \dots, N_S$); T - количество временных периодов, для которых проводится планирование закупочно-снабженческой деятельности ($t = 1, \dots, T$).

При таком обозначении переменных вектор $s_{jn} = (s_{jn}^1, \dots, s_{jn}^t, \dots, s_{jn}^T)$ обозначает закупки j -го вида ресурса у n -го поставщика в течение всего расчётного периода; вектор $s_n^t = (s_{1n}^t, \dots, s_{jn}^t, \dots, s_{Jn}^t)$ обозначает закупки всех видов ресурсов у n -го поставщика в t -й момент времени.

Здесь можно выделить две агрегированные величины, представляющие собой объём закупок j -го вида ресурса в момент времени t по всем поставщикам:

$$S_j^t = \sum_{n=1}^{N_S} s_{jn}^t,$$

и объём закупок j -го вида ресурса у n -го поставщика за всё время моделирования до момента t :

$$S_{jn}^t = \sum_{t=1}^t s_{jn}^t.$$

При моделировании затрат на закупку $Z_p^t(s)$ необходимо знать как объёмы, так и цены накупаемые у поставщиков сырья и материалы. Цена за единицу ресурса зависит от типа рынка. Если рынок с высоким уровнем конкуренции, то цена фиксирована и складывается в результате конкурентной борьбы, а если рынок близок к монополии, то цену устанавливает поставщик ресурса. В данной работе предполагается, что имеется рынок с низким уровнем конкуренции, что справедливо для рынка промежуточного продукта, когда несколько поставщиков предлагают на рынок оптовые объёмы сырья, материалов и комплектующих изделий нескольким производителям. Для такого типа рынка цена z моделируется как некоторая зависимость от закупаемого объёма. Здесь возможно несколько вариантов. В первом варианте цена зависит от объёма ресурса, закупаемого в текущий момент $z_{jn}^t(s_{jn}^t)$. Во втором варианте цена зависит от объёма ресурса, закупаемого с начала действия договора, заключенного с поставщиком, или с начала года $z_{jn}^t(S_{jn}^t)$. В третьем варианте цена зависит не только от объёма ресурса, но и от времени t .

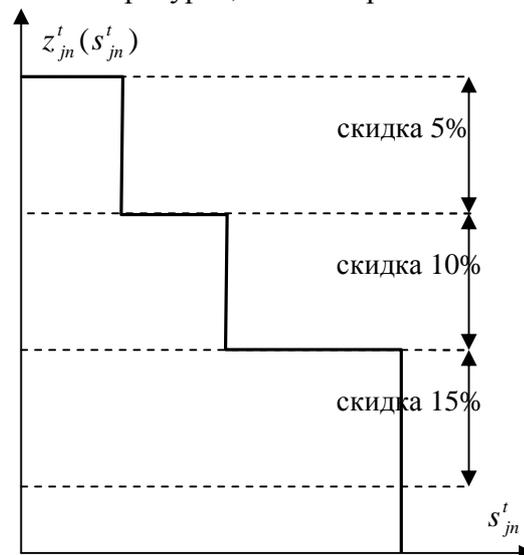


Рис. 1. Пример функции предложения поставщика

Необходимо отметить, что вышеуказанные зависимости в экономической теории называются индивидуальными функциями предложения [3]. Графически их

можно отобразить в виде ступенчатой функции, где уровни можно интерпретировать как цены без скидки, со скидкой, со скидкой для постоянного покупателя (рис. 1).

Объединяя все возможные варианты, предлагается обозначить зависимость цены от времени и объёма закупки в виде $z'_{jn}(s_{jn})$. Данная функция показывает цену за единицу j -го ресурса у n -го поставщика в период времени.

Тогда затраты на закупку j -го вида сырья и материалов в t -м периоде у n -го поставщика рассчитываются как произведение объёма на цену:

$$s'_{jn} \cdot z'_{jn}(s_{jn}).$$

Затраты на закупку j -го вида сырья и материалов в t -м периоде у всех поставщиков получают суммированием:

$$Z'_j(s_j) = \sum_{n=1}^{N_s} s'_{jn} \cdot z'_{jn}(s_{jn}),$$

где $s_j = \left\| s'_{jn} \right\|_{t=1, \dots, T}$ – матрица объёмов закупки j -го вида сырья и материалов у всех поставщиков для всех временных периодов.

То есть, затраты машиностроительного предприятия на закупку всех видов сырья и материалов в t -м периоде получают в результате суммирования:

$$Z'_p(s) = \sum_{j=1}^J Z'_j(s_j) = \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_s} s'_{jn} \cdot z'_{jn}(s_{jn}).$$

Объёмы закупки сырья и материалов в каждом из периодов могут точно соответствовать их расходу в производство или не соответствовать из-за складских и транспортных особенностей.

Движение сырья и материалов предлагается моделировать следующим образом – остатки на конец $(t+1)$ -го периода $X_{M_j}^{t+1}$ равны сумме остатков на начало t -го периода $X_{M_j}^t$ и объёмам прихода их на склад M_j^t за вычетом расхода в производство m_j^t :

$$X_{M_j}^{t+1} = X_{M_j}^t + S_j^t - m_j^t.$$

По этой формуле определяется минимальный необходимый (расчётный) объём закупки в t -м периоде, исходя из остатков на начало периода $X_{M_j}^t$, расхода в производство m_j^t и минимального неснижаемого остатка на конец периода $X_{M_j}^{t+1}$:

$$M_j^t = X_{M_j}^{t+1} - X_{M_j}^t + m_j^t.$$

Расчёт объёмов расхода сырья и материалов в производство определяется на основе метода технологического нормирования, при котором, исходя из технологии производства, определяются прямые затраты в физическом выражении на единицу выпуска:

$$m_j^t(Q^t) = \sum_{i=1}^I m_{ij}^t(Q_i^t), \quad m_{ij}^t(Q_i^t) = Q_i^t \cdot m_{ij},$$

где m_{ij}^t – потребность в материалах и сырьё j -го вида при производстве готовой продукции i -го вида в t -м периоде в объёме Q_i^t ; $Q^t = (Q_1^t, \dots, Q_i^t, \dots, Q_I^t)$ – вектор объёмов производства в t -м периоде; m_{ij} – технологический коэффициент (норматив) расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции; I – количество видов готовой продукции, производимых машиностроительным предприятием ($i = 1, \dots, I$).

В формализованном виде можно записать, что для сырья и материалов j -го вида технологические коэффициенты будут представлять собой вектор $m_j = (m_{j1}, \dots, m_{ji}, \dots, m_{jI})$, а для всей готовой продукции коэффициенты сформируют матрицу:

$$m = \begin{pmatrix} m_{11} & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1I} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{j1} & \dots & m_{ji} & \dots & m_{jI} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{I1} & \dots & m_{Ij} & \dots & m_{II} \end{pmatrix}.$$

Для определения технологических коэффициентов используется метод, который называется системой планирования материальных потребностей или СПМП [4].

Если реальные объёмы закупки сырья и материалов по объёмам точно соответствуют минимальным потребностям в закупках, то:

$$\forall t = 1, \dots, T, \forall j = 1, \dots, J \quad S_j^t = M_j^t.$$

Если же реальные объёмы закупки сырья и материалов не соответствуют минимальным потребностям в закупках, например из-за складских и транспортных особенностей, то для поддержания остатков на складе, не менее неснижаемого уровня, должно выполняться условие:

$$\forall t = 1, \dots, T, \forall j = 1, \dots, J \quad \sum_{\tau=1}^t S_j^\tau \geq \sum_{\tau=1}^t M_j^\tau.$$

Затраты на оплату процентов за пользование кредитом $Z_C^t(s)$ можно моделировать, предполагая, что кредитные ресурсы необходимы для авансирования закупок. В этом случае затраты равны произведению суммы, необходимой для авансирования закупки материалов и сырья, на срок пользования кредитом t_{CC} и на процентную ставку банковского кредита h [5]:

$$Z_C^t(s) = Z_P^t(s) \cdot a_A \cdot t_{CC} \cdot h,$$

где a_A – размер аванса, необходимого для оплаты сырья и материалов в долях единицы от общей суммы, направляемой на закупки.

Показатель t_{CC} , характеризующий фактическое среднее время замораживания денежных средств в неденежных оборотных активах предприятия, называют продолжительность финансового цикла. Он рассчитывается как сумма показателей оборачиваемости запасов t и оборачиваемости средств в расчётах t_A за вычетом периода погашения кредиторской задолженности t_B (выраженных, как правило, в днях) [6]:

$$t_{CC} = t + t_A - t_B.$$

Начало цикла определяется моментом фактического оттока денежных средств в пользу поставщиков в связи с осуществлением текущей производственной дея-

тельности, а окончание цикла – это фактический приток денежных средств от покупателей как результат производственно-финансовой деятельности.

Если предприятие оплачивает счета поставщиков с отсрочкой (с запаздыванием), то финансовый и операционный циклы связаны между собой через период погашения кредиторской задолженности. Фактическое время, в течение которого денежные средства отвлечены из оборота в виде запасов и готовой продукции, то есть финансовый цикл меньше на среднее время обращения (погашения) кредиторской задолженности (рис. 2).

На приведённой схеме продолжительность производственного цикла включает в себя не только продолжительность самого процесса производства, но и процесса приемки сырья и материалов, подготовку их к производству, складирование, доставку на производство, складирование незавершённой продукции, упаковку, складирование и хранение готовой продукции, отгрузку и доставку покупателю.

Если же машиностроительное предприятие оплачивает счета авансом (предоплата), то финансовый цикл удлиняется, суммы предоплаты становятся дебиторской задолженностью до момента поставки сырья и материалов, а время от момента фактической оплаты и до поставки дольше на среднее время обращения дебиторской задолженности. В этом случае величина t_B принимает отрицательные значения.

Кроме того, необходимо отметить, что если покупатели также оплачивают готовую продукцию авансом, то суммы платежей от покупателей становятся кредиторской задолженностью машиностроительного предприятия. Это укорачивает финансовый цикл и операционный цикл на средний срок обращения кредиторской задолженности. В этом случае величина t_A принимает отрицательные значения.

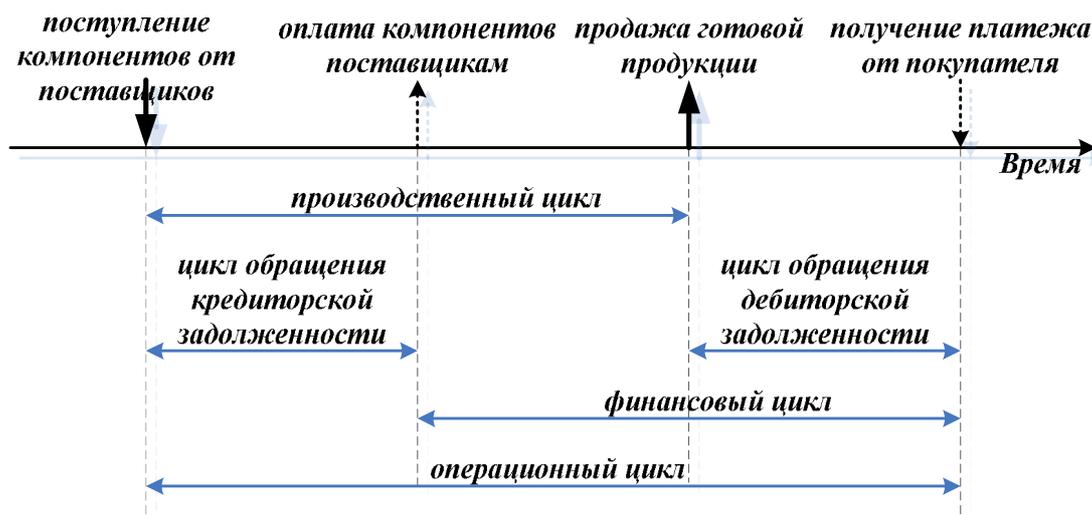


Рис. 2. Операционный и финансовый циклы машиностроительного предприятия

Суммарные затраты по хранению сырья и материалов в t -м периоде времени $Z_w^t(s)$ предлагается моделировать как сумму постоянных E_{FM}^t и переменных затрат E_{VM}^t :

$$Z_w^t(s) = E_{FM}^t + E_{VM}^t(s).$$

Каждую составляющую затрат можно разложить на затраты по всем видам сырья и материалов:

$$E_{FM}^t = \sum_{j=1}^J E_{FM_j}^t \text{ и } E_{VM}^t(s) = \sum_{j=1}^J E_{VM_j}^t(s),$$

где $E_{FM_j}^t$ и $E_{VM_j}^t$ – постоянные и переменные затраты на хранение j -го вида сырья или материалов в t -й момент времени соответственно.

Переменные затраты на хранение j -го вида сырья или материалов в t -й момент времени представляют собой сумму двух слагаемых:

$$E_{VM_j}^t(s) = X_{M_j}^t \cdot e_{VM_j}^t + (S_j^t + m_j^t) \cdot e_{WM_j}^t.$$

Первое слагаемое – это затраты на хранение, которые прямо зависят от остатков сырья и материалов, находящиеся на хранении в соответствующий период времени:

$$X_{M_j}^t \cdot e_{VM_j}^t,$$

где $e_{VM_j}^t$ – удельные затраты за хранение физической единицы j -го вида сырья и материалов.

Второе слагаемое – это затраты, связанные с внутренними погрузочными и отгрузочными работами, которые зависят от объёмов прихода S_j^t и расхода m_j^t сырья и материалов на склад и со склада соответственно:

$$(S_j^t + m_j^t) \cdot e_{WM_j}^t,$$

где $e_{WM_j}^t$ – удельные затраты за погрузку или разгрузку на склад или со склада физической единицы j -го вида сырья и материалов.

Постоянные затраты на хранение j -го вида сырья или материалов в t -й момент времени представляют собой произведение складского объёма $V_{M_j}^t$, выделенного для хранения соответствующего вида сырья и материалов, на удельные затраты за хранение объёмной единицы:

$$E_{FM_j}^t = V_{M_j}^t \cdot e_{FM}^t.$$

Удельные затраты за хранение объёмной единицы считаются одинаковыми независимо от вида сырья и материалов. Их предлагается рассчитывать как частное от деления суммарных постоянных затрат

по всему складу на его используемый объём в физических единицах:

$$e_{FM}^t = \frac{E_{FM}^t}{\sum_{j=1}^J V_{M_j}^t}.$$

От складского объёма, выделенного для хранения сырья и материалов j -го вида, зависит максимальное количество единиц его хранения:

$$X_{MAXM_j}^t = \frac{V_{M_j}^t}{v_j},$$

где v_j – физический объём, занимаемый единицей сырья или материала соответствующего вида.

Складские объёмы, выделенные для хранения сырья и материалов, в t -й момент времени представляют собой вектор таких объёмов:

$$V_M^t = (V_{M_1}^t, \dots, V_{M_j}^t, \dots, V_{M_J}^t).$$

Как правило, сумма элементов вектора совпадает с объёмом склада в физических единицах. Однако, например, в случае ремонта часть объёмов или площади может не использоваться по назначению. Актуальной при этом является задача распределения объёма склада под тот или иной вид сырья или материалов, что обусловлено разными условиями их хранения или использования дополнительного складского оборудования, так как они влияют на максимальный объём храни-

мых производственных запасов, а значит, определяют частоту закупок:

$$\forall t, \forall j \quad X_{MAXM_j}^t \geq X_{M_j}^t \geq X_{MINM_j}^t.$$

В общем виде для всех временных периодов вышеуказанные объёмы представляют собой матрицу:

$$V_M = \left\| V_{M_j}^t \right\|_{\substack{t=1, \dots, T \\ j=1, \dots, J}}.$$

Затраты на доставку сырья и материалов предлагается моделировать как сумму затрат на доставку от каждого поставщика в отдельности:

$$Z_T^t(s) = \sum_{n=1}^{N_s} Z_{Tn}^t(s).$$

Затраты на доставку сырья и материалов от n -го поставщика $Z_{Tn}^t(s)$ зависят не только от объёма закупок, но и от места его расположения. В общем виде их можно записать следующим образом [7, 8]

$$Z_{Tn}^t(s) = r_n \cdot g_n \cdot r_n^t(s),$$

где r_n – расстояние до n -го поставщика в километрах; g_n – норма затрат на транспортировку одного условного контейнера на один километр; $r_n^t(s)$ – зависимость количества контейнеров, транспортируемых от n -го поставщика в момент времени t , от объёмов закупаемого сырья и материалов.

Количество контейнеров предлагается определять следующим образом:

$$r_n^t(s) = \left(\sum_{j=1}^J s_{jn}^t \cdot v_j \right) \text{div } V_C + \begin{cases} 0, & \text{если } \left(\sum_{j=1}^J s_{jn}^t \cdot v_j \right) \text{mod } V_C = 0, \\ 1, & \text{если } \left(\sum_{j=1}^J s_{jn}^t \cdot v_j \right) \text{mod } V_C \neq 0, \end{cases} \quad \text{или } r_n^t(s) = \left\lceil \frac{\sum_{j=1}^J s_{jn}^t \cdot v_j}{V_C} \right\rceil,$$

где v_j – физический объём, занимаемый j -м видом сырья или материалов; V_C – физический объём контейнера.

С учетом вышесказанного можно сформировать оптимизационную модель. В качестве целевой функции предлагается минимизировать сумму затрат на снабженческо-закупочную деятельность по всем временным периодам планирования и по всем четырем элементам:

$$Z(s) = \sum_{t=1}^T Z^t(s) \xrightarrow{s, V_M} \min.$$

В качестве искомой переменной выступает матрица объёмов закупок сырья и материалов у поставщиков s , а параметром модели, косвенно влияющим на решение, является матрица складских объёмов V_M , выделенных для хранения закупленных сырья и материалов.

Ограничения модели являются, во-первых, требование о превышении объёмов закупок в каждом из периодов над минимальными расчётными объёмами прихода сырья и материалов на склад, определяемых производственной программой машиностроительного предприятия:

$$\forall t, \forall j \quad \sum_{t=1}^t S_j^t \geq \sum_{t=1}^t M_j^t,$$

и, во-вторых, требование на остатки сырья и материалов в каждом из периодов, которые должны быть меньше максимального объёма по каждому виду, предусмотренного для хранения на складе, и больше минимального объёма, представляющего собой неснижаемый резерв:

$$\forall t, \forall j \quad X_{MAXM_j}^t \geq X_{M_j}^t \geq X_{MINM_j}^t.$$

Прочие уравнения, формирующие модель, описывают взаимосвязи между ее переменными.

Таким образом, разработанная оптимизационная экономико-математическая модель имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{aligned} Z(s) &= \sum_{t=1}^T Z^t(s) \xrightarrow{s, V_M} \min; \\ s &= \left\| S_{jn}^t \right\|_{\substack{t=1, \dots, T \\ j=1, \dots, J \\ n=1, \dots, N_S}}; \quad S_j^t = \sum_{n=1}^{N_S} S_{jn}^t; \\ Z^t(s) &= Z_P^t(s) + Z_T^t(s) + Z_W^t(s) + Z_C^t(s); \\ Z_P^t(s) &= \sum_{j=1}^J Z_j^t(s_j) = \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_S} S_{jn}^t \cdot z_{jn}^t(s_{jn}); \\ Z_T^t(s) &= \sum_{n=1}^{N_S} Z_{tn}^t(s) = \sum_{n=1}^{N_S} r_n \cdot g_n \cdot r_n^t(s); \\ r_n^t(s) &= \left[\frac{\sum_{j=1}^J S_{jn}^t \cdot v_j}{V_C} \right]; \\ Z_W^t(s) &= \sum_{j=1}^J \left[E_{FM_j}^t + E_{VM_j}^t(s) \right]; \\ E_{VM_j}^t(s) &= X_{M_j}^t \cdot e_{VM_j}^t + (S_j^t + m_j^t) \cdot e_{WM_j}^t; \\ Z_C^t(s) &= Z_P^t(s) \cdot a_A \cdot t_{CC} \cdot h; \\ t_{CC} &= t + t_A - t_B; \\ \forall t, \forall j \quad \sum_{t=1}^t S_j^t &\geq \sum_{t=1}^t M_j^t; \\ M_j^t &= X_{M_j}^{t+1} - X_{M_j}^t + m_j^t; \\ X_{M_j}^{t+1} &= X_{M_j}^t + S_j^t - m_j^t; \\ \forall t, \forall j \quad X_{MAXM_j}^t &\geq X_{M_j}^t \geq X_{MINM_j}^t; \\ X_{MAXM_j}^t &= \frac{V_{M_j}^t}{v_j}; \\ V_M &= \left\| V_{M_j}^t \right\|_{\substack{t=1, \dots, T \\ j=1, \dots, J}} \end{aligned} \right.$$

Выводы. Разработанная оптимизационная модель снабженческо-закупочной деятельности позволяет опре-

делить объёмы закупок того или иного вида сырья и материалов у тех или иных поставщиков в каждом из временных периодов с учетом потребностей производства.

Предлагаемая модель обладает следующими особенностями:

1) включает четыре элемента – затраты на складирование, закупку, транспортировку, обслуживание банковского кредита;

2) учитывает индивидуальные функции предложения поставщиков – зависимости цен на сырьё и материалы от закупаемых у них объёмов;

3) позволяет рассчитывать затраты

на обслуживание банковского кредита в зависимости от продолжительности погашения кредиторской и дебиторской задолженностей машиностроительного предприятия;

4) учитывает как постоянные, так и переменные складские затраты, причём существенным является распределение складских объёмов по видам сырья и материалов;

5) определяет транспортные затраты в зависимости от расстояния до поставщиков и дискретно рассчитываемого количества контейнеров.

Библиографический список

1. Сергеев, В.И. Логистика: Информационные системы и технологии [Текст]/ В.И. Сергеев, М.Н. Григорьев, С.А. Уваров. – М.: Альфа – Пресс, 2008.

2. Богатырев, В.Д. Управление сбытом продукции на примере ОАО «АВТОВАЗ» [Текст]/ В.Д. Богатырев // Управление большими системами. - 2005. - №10. - С. 26-33.

3. Богатырев, В.Д. Модель и алгоритм краткосрочного планирования производственной деятельности предприятия в условиях гетерогенной полиполии [Текст]/ В.Д. Богатырев, В.Г. Левитан // Вестн. Самар. гос. аэрокосм. ун-та. 2011. - №4. - С. 15-25.

4. Богатырев, В.Д. Модель принятия управленческих решений предприятиями торгово-сбытовой сети при взаимодействии с промышленным комплексом [Текст]/ В.Д. Богатырев, С.В. Астапов // Вестн. Самар. гос. аэрокосм. ун-та. - 2011. - №4. С. 7-14.

5. Четыркин Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчётов [Текст]/ Е.М. Четыркин. – М.: Дело Лтд, 1995. – С. 94-95.

6. Богатырев, В.Д. Разработка схем финансовых и материальных потоков производственно-торговой цепи промышленного комплекса [Текст]/ В.Д. Богатырев, С.В. Астапов // Вестн. Самар. гос. аэрокосм. ун-та. - 2010. - №3. - С. 7-17.

7. Есипова, О.В. Экономико-математическая модель бюджета предприятия по балансовому листу на основе операционного и финансового бюджетов [Текст]/ О.В. Есипова // Вестн. Самар. гос. аэрокосм. ун-та. - 2011. - №4. - С. 45-53.

8. Есипова, О.В. Оптимизационная модель выбора цен на реализуемую продукцию промышленного предприятия [Текст]/ О.В. Есипова, В.Д. Богатырев // Экономические науки. - 2010. - №11 (72). - С. 261-265.

**OPTIMIZATION OF WAREHOUSE AND TRANSPORT ACTIVITY
OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE WITH REGARD
TO INDIVIDUAL SUPPLY FUNCTIONS OF PROVIDERS**

© 2012 V. D. Bogatyryov, K. A. Yurchenko

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents an economic- mathematical model of supply and procurement activities of an industrial enterprise. The model includes four elements –purchasing costs, transportation costs, storing costs and bank lending costs. It takes into account the discrete nature of production, storage and transportation of raw materials, which makes it possible to optimize the supply and procurement activities by selecting the volume and timing of purchasing from suppliers as well as reassigning the volumes among the kinds of raw materials in stock.

Economic- mathematical models, industrial enterprise, supply, transportation, storing, bank lending.

Информация об авторах

Богатырев Владимир Дмитриевич, доктор экономических наук, профессор, проректор по образовательной и международной деятельности, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: samelev@rambler.ru. Область научных интересов: промышленные комплексы, экономико-математические модели, согласование взаимодействия.

Юрченко Кристина Александровна, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: yr_kriss@mail.ru. Область научных интересов: транспортная и складская логистика.

Bogatyryov Vladimir Dmitrievitch, professor, vice-rector, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: samelev@rambler.ru. Area of research: industrial complexes, economic-mathematical models, coordinated interconnection.

Yurchenko Kristina Alexandrovna, post-graduate student, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: yr_kriss@mail.ru. Area of research: transport and warehouse logistics.

ББК 65.422

УДК 338

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕН МОНОПОЛИСТА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ЕДИНОЙ ЦЕНЫ К ЦЕНОВОЙ ДИСКРИМИНАЦИИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

© 2012 С. А. Болочев¹, А. Ю. Ситникова²¹Астраханский государственный университет²Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

В статье предложена экономико-математическая модель, позволяющая выявлять направления изменения цен при переходе фирмы-монополиста от ценообразования на основе единой цены к практике ценовой дискриминации третьей степени на двух независимых рынках конечной продукции. Практическая реализация модели предполагает применение авторского алгоритма выявления функциональной зависимости на основе спектрального анализа.

Ценообразование, ценовая дискриминация, монополия, спектральный анализ, функция, цифровая фильтрация, гармоника.

Введение. В настоящее время в практику ценообразования значительного числа отечественных и зарубежных фирм, осуществляющих свою деятельность на рынках как конечных, так и промежуточных товаров, прочно вошли механизмы, в основе которых в той или иной степени лежат принципы дискриминации.

В ряде стран, в том числе и в России, подобные механизмы ценообразования являются объектом антимонопольного регулирования. Интерес со стороны антимонопольных структур к подобной практике обусловлен изменениями положения участников рынка и эффективности распределения ресурсов на нём. При этом в большинстве стран данные механизмы расцениваются как оказывающие негативное влияние на благосостояние потребителей и поэтому относятся к злоупотреблению хозяйствующим субъектом доминирующим положением.

При этом не учитывается тот факт, что в ряде случаев ценообразование на основе дискриминации способствует повышению общего благосостояния участников рынка. В некоторых случаях будет иметь место Парето-улучшение, например, если в результате дискриминации начнут функционировать рынки, не об-

служивающиеся фирмой в условиях единого ценообразования. В этой ситуации запрет на осуществление ценовой дискриминации приведёт к тому, что часть потребителей (как правило, менее платежеспособных, а значит и менее социально защищённых) лишится возможности приобретения данного товара.

Важным этапом определения допустимости дискриминационной практики в сфере ценообразования является необходимость выявления направления изменения цен при переходе от единого ценообразования к дискриминации третьей степени. Данное обстоятельство обусловлено тем фактом, что переход к ценовой дискриминации, помимо наиболее вероятной ситуации разнонаправленного движения цен на разделённых рынках, может способствовать их изменению в одном направлении.

Однонаправленное движение цен (как правило, повышение) при переходе к дискриминационной практике может иметь место на рынке промежуточных товаров, что обусловлено наличием специфических характеристик данного типа рынков по сравнению с рынком конечных товаров. Подобный вывод можно встретить в работе М. Каца [1]. В то же время

возможность подобного результата на рынке конечных товаров в случае осуществления ценовой дискриминации третьей степени представляется весьма парадоксальной. Так, согласно Джерри Хосману и Джеффри Мэки-Мэйсону «если предельные издержки постоянны, то с больше чем одним рынком, обслуживаемым при едином ценообразовании, по крайней мере, одна дискриминационная цена должна быть выше единой цены» [2]. И всё же, такая возможность существует. Вывод о возможности однонаправленного движения цен при переходе к политике ценовой дискриминации можно найти в весьма плодотворной, но редко цитируемой в литературе по проблемам ценовой дискриминации работе Василия Леонтьева [3]. Он не только показал, что ценовая дискриминация может или повысить, или понизить цены на обоих рынках, если предельные издержки сокращаются (ситуацию с сокращающимися предельными издержками можно встретить ещё у Дж. Робинсон [4], Дж. Хосмана и Дж. Мэки-Мэйсона [2], а также в более поздней работе Стефана Лейсона [5]), но и то, что подобный результат может иметь место при постоянных предельных издержках, если одна из рыночных функций дохода имеет множество локальных максимумов.

Позднее данное положение получило развитие в работе Бабу Нахата, Крзыштофа Остачевски и Саху, где на примере фирмы с постоянными предельными издержками, действующей на двух независимых рынках, была показана возможность однонаправленного движения цен [6]. В своём анализе Б. Нахата и др. не ограничивали функции спроса строгой вогнутостью или строгой выпуклостью, предполагая лишь, что они являются непрерывными и дважды дифференцируемыми с отрицательным наклоном на всей области цен. Функция прибыли также не ограничивается строгой вогнутостью или выпуклостью, а кривая предельного дохо-

да не должна быть строго непрерывно сокращающейся.

Используемые ими полиномиальные функции спроса, являясь более общим классом функций, позволяют обеспечить аналитическую основу для анализа других типов функций спроса, где подобные выводы сохраняются [6].

На рис. 1 при p^0 функция прибыли фирмы-монополиста на первом рынке является убывающей ($p_1'(p^0) < 0$), а на втором рынке, независимо от первого, – возрастающей ($p_2'(p^0) > 0$). Если при этом функции прибыли на обоих рынках являются вогнутыми, то обычной будет ситуация, когда $p_1^* < p^0 < p_2^*$. Можно отметить, что Нахата и др. под вогнутой функцией подразумевают функцию, обращённую выпуклостью вверх. Если, однако, функция прибыли второго рынка имеет локальный максимум, тогда возможно, что $p_1^* < p^0$ и $p_2^* < p^0$ (как справа на рис. 1) или $p_1^* > p^0$ и $p_2^* > p^0$, что Б. Нахата и др. и продемонстрировали на конкретном примере.

Хотя Б. Нахата и др. показали, что ценовая дискриминация может как снизить цены на обоих рынках, так и повысить их, условий, способствующих движению цен в одном направлении, они не рассматривали. Данный момент получил отражение в работе Патрика Деграбы, показавшего, что источником снижения или повышения цен на обоих рынках может служить достаточное замещение или утечка между этими двумя рынками [7].

Таким образом, направление движения цен в условиях перехода от единого ценообразования к дискриминационной практике будет определяться формой кривых прибыли фирмы-монополиста на рассматриваемых рынках.

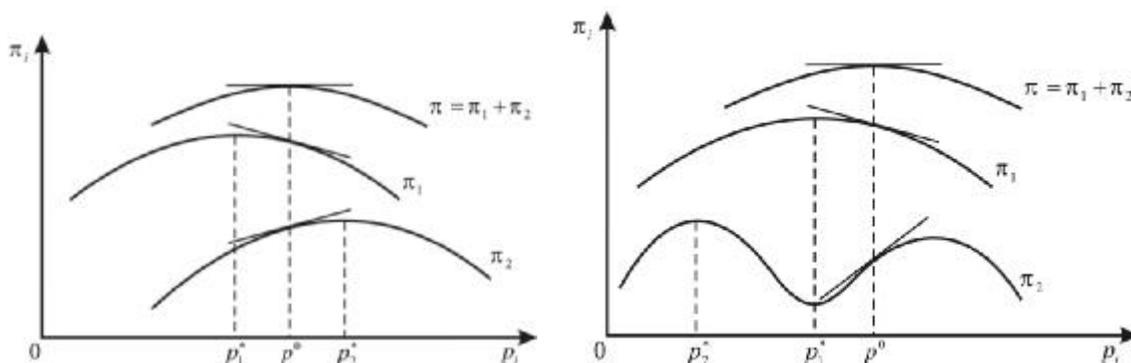


Рис. 1. Ситуация разнонаправленного движения цен при переходе к ценовой дискриминации третьей степени (слева); ситуация однонаправленного движения цен при переходе к ценовой дискриминации третьей степени (справа)

На данном этапе можно сформулировать определённый вывод относительно влияния дискриминационной практики на общественное благосостояние. Так, если в результате перехода к практике ценообразования на основе дискриминации третьей степени на независимых рынках цены на обоих рынках снизятся и при этом произойдет увеличение продаж на этих рынках, то будет наблюдаться увеличение излишков потребителей и излишка фирмы-монополиста (иначе не имел бы место переход к дискриминационной практике) и, как результат, переход к эффективному по Парето состоянию рынка. Другими словами, будет иметь место Парето-улучшение. В этой ситуации ценовая дискриминация третьей степени будет предпочтительнее по сравнению с единым ценообразованием и, соответственно, должна быть разрешена.

Моделирование изменения цены монополиста. Для выявления условий, определяющих однонаправленное движение цен при переходе от единого ценообразования к дискриминационной практике на двух независимых рынках, в статье предлагается модель, позволяющая не только определить ситуацию однонаправленного движения цен, но и выявить, будут ли они повышаться или снижаться.

Пусть фирма-монополист осуществляет свою деятельность на двух независимых рынках. При этом рынок 1 является сильным рынком, а рынок 2 – слабым. (Следуя терминологии Дж. Робинсон,

сильным считается рынок с более эластичным спросом по сравнению с рынком, где спрос является менее эластичным.)

Спрос на первом рынке можно представить следующей функцией:

$$q_1 = q_1(p_1). \quad (1)$$

Соответственно на втором рынке:

$$q_2 = q_2(p_2). \quad (2)$$

Выполнение закона спроса гарантирует, что с ростом цены на данном рынке объем спроса на нём будет сокращаться, и наоборот:

$$dq_1(p_1)/dp_1 < 0 \text{ и } dq_2(p_2)/dp_2 < 0.$$

Функцию прибыли монополиста можно представить следующим образом:

$$p(p_1, p_2) = p_1 q_1(p_1) + p_2 q_2(p_2) - TC(q_1(p_1) + q_2(p_2)). \quad (3)$$

Следуя рассуждениям В. Леонтьева и Р. Шмалензи, можно считать, что фирма-монополист, максимизирующая свою прибыль, в условиях ценовой дискриминации сталкивается с ограничением $p_1 - p_2 \leq t$, где $t \geq 0$. Под t можно понимать транспортные издержки, связанные с осуществлением арбитражных операций между рынками. Другими словами, разница в ценах, устанавливаемых на сильном и слабом рынках, должна быть, по крайней мере, не больше издержек, связанных с доставкой единицы товара с одного рынка на другой (с целью её последующей перепродажи). Выполнение данного неравенства гарантирует отсутствие арбитражных операций между рынками.

Итак, фирма-монополист, максимизирующая свою функцию прибыли посредством ценообразования на основе дискриминации третьей степени, сталкивается с ограничивающим условием, представляющим собой необходимость контроля разрыва между назначаемыми на двух рынках ценами с целью ограничения арбитражных операций.

Учитывая данное ограничение, построим функцию Лагранжа:

$$L = p_1 q_1(p_1) + p_2 q_2(p_2) - TC(q_1(p_1) + q_2(p_2)) \quad (4)$$

где $I > 0$ – число (множитель) Лагранжа.

При $t=0$ будет иметь место единое ценообразование, т.е. $p_1 = p_2 = p^0$. Пусть \bar{t} обозначает наибольшее значение параметра t , для которого ограничение всё

ещё сохраняется. При $t > \bar{t}$ $I = 0$ и для $t \leq \bar{t}$ $I > 0$. Для $t \leq \bar{t}$ условия максимизации прибыли первого порядка можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial p_1} &= \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} - I = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial p_2} &= \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2} + I = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial I} &= t - p_1 + p_2 = 0, \end{aligned} \quad (5)$$

где $\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1}$ и $\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2}$ – частные производные первого порядка от функции прибыли по p_1 и p_2 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} &= p_1 \frac{\partial q_1(p_1)}{\partial p_1} + q_1(p_1) \frac{\partial p_1}{\partial p_1} - TC'(q_1(p_1) + q_2(p_2)) \frac{\partial q_1(p_1)}{\partial p_1} = \\ &= q_1(p_1) + (p_1 - TC'(q_1(p_1) + q_2(p_2))) \frac{\partial q_1(p_1)}{\partial p_1} \end{aligned} \quad (6)$$

и

$$\begin{aligned} \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2} &= p_2 \frac{\partial q_2(p_2)}{\partial p_2} + q_2(p_2) \frac{\partial p_2}{\partial p_2} - TC'(q_1(p_1) + q_2(p_2)) \frac{\partial q_2(p_2)}{\partial p_2} = \\ &= q_2(p_2) + (p_2 - TC'(q_1(p_1) + q_2(p_2))) \frac{\partial q_2(p_2)}{\partial p_2}. \end{aligned} \quad (7)$$

На данной стадии построения модели можно сделать важный вывод. При едином ценообразовании (при $t=0$ и $I > 0$):

$$\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} = I,$$

следовательно

$$\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} > 0, \quad \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2} = -I$$

и

$$\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2} < 0.$$

Поскольку уровень монополистической прибыли растёт по мере сокращения

$$\frac{dp(p_1, p_2)}{dp_1} = \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} \frac{dp_1}{dp_1} + \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2} \frac{dp_2}{dp_1} = \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} + \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2} \frac{dp_2}{dp_1} = 0. \quad (8)$$

p_2 и увеличения p_1 , то, если существует способ наложить ограничение на возможность монополиста повышать p_1 (например, устанавливая верхний предел (потолок) цены по однородной монополюной цене, т.е. ограничивая максимальную цену на первом рынке ценой, которая установилась бы на нем при едином ценообразовании), ценовая дискриминация будет иметь своим результатом Парето-улучшение.

Ниже представлено условие максимизации прибыли фирмы-монополиста первого порядка с помощью полной производной функции прибыли:

С учетом того, что $\frac{dp_1}{dp_1} - \frac{dp_2}{dp_1} = 0$ и, следовательно, $\frac{dp_2}{dp_1} = 1$, получается:

$$\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} + \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2} = 0. \quad (9)$$

Полный дифференциал условия (9) можно записать следующим образом:

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} dp_1 + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} dp_2 + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} dp_1 + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} dp_2 \quad (10)$$

или, после преобразования:

$$\left(\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \right) dp_1 + \left(\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \right) dp_2, \quad (11)$$

где $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2}$ и $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}$ – частные производные второго порядка от функции

прибыли по p_1 и p_2 ; $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}$ и $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2 \partial p_1}$ – смешанные частные производные

второго порядка от функции прибыли (причём $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} = \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2 \partial p_1}$):

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} = 2 \frac{\partial q_1(p_1)}{\partial p_1} + (p_1 - TC'(q_1(p_1) + q_2(p_2))) \frac{\partial q_1^2(p_1)}{\partial p_1^2} - \\ - TC''(q_1(p_1) + q_2(p_2)) \left(\frac{\partial q_1(p_1)}{\partial p_1} \right)^2, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} = 2 \frac{\partial q_2(p_2)}{\partial p_2} + (p_2 - TC'(q_1(p_1) + q_2(p_2))) \frac{\partial q_2^2(p_2)}{\partial p_2^2} - \\ - TC''(q_1(p_1) + q_2(p_2)) \left(\frac{\partial q_2(p_2)}{\partial p_2} \right)^2, \end{aligned} \quad (13)$$

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} = -TC''(q_1(p_1) + q_2(p_2)) \frac{\partial q_1(p_1)}{\partial p_1} \frac{\partial q_2(p_2)}{\partial p_2}. \quad (14)$$

Ниже приведено условие максимизации прибыли фирмы-монополиста:

$$\frac{d^2 p(p_1, p_2)}{dp_1^2} = \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \frac{dp_2}{dp_1} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2 \partial p_1} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} \frac{dp_2}{dp_1} < 0 \quad (15)$$

или, учитывая, что $\frac{dp_2}{dp_1} = 1$ и $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} = \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2 \partial p_1}$:

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} + 2 \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} < 0. \quad (16)$$

Для анализа изменения цены фирмы-монополиста при изменении ограничивающего параметра t необходимо продифференцировать (10) по dt :

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} \frac{dp_1}{dt} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \frac{dp_2}{dt} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \frac{dp_1}{dt} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} \frac{dp_2}{dt} \quad (17)$$

или

$$\left(\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \right) dp_1 + \left(\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \right) dp_2. \quad (18)$$

Учитывая, что дифференцирование $p_1 - p_2 = t$ даёт $\frac{dp_1}{dt} - \frac{dp_2}{dt} = 1$, получаем:

$$\frac{dp_1}{dt} = \frac{\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}}{\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} + 2 \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}} \quad (19)$$

и

$$\frac{dp_2}{dt} = \frac{\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2}}{\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} + 2 \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}}. \quad (20)$$

Принимая во внимание, что $I = \frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1} = -\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_2}$ и, таким образом,

$$\begin{aligned} \frac{dI}{dt} &= \frac{d\left(\frac{\partial p(p_1, p_2)}{\partial p_1}\right)}{dt}, \text{ получаем:} \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} \frac{dp_1}{dt} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \frac{dp_2}{dt} = \\ &= \frac{\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} - \left(\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}\right)^2}{\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} + 2 \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}}. \end{aligned} \quad (21)$$

Полученное отношение позволяет оценивать норму изменения p_1 , p_2 и I в зависимости от изменения t . Выполнение условия максимизации прибыли второго порядка гарантирует, что выполняется (16) и поскольку:

$$\begin{aligned} &\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} - \\ &- \left(\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}\right)^2 < 0, \end{aligned}$$

то $\frac{dI}{dt} < 0$.

Далее необходимо определить знаки

$$\Delta p_1 = \int_0^{\bar{t}} \frac{dp_1}{dt} dt \text{ и } \Delta p_2 = \int_0^{\bar{t}} \frac{dp_2}{dt} dt, \text{ зависящие, в}$$

свою очередь, от отношений $\frac{dp_1}{dt}$ и $\frac{dp_2}{dt}$.

Последние при изменении t от 0 до \bar{t} могут принимать как положительные, так и отрицательные значения.

Если для любого значения $t \in (0, \bar{t}]$

отношение $\frac{dp_1}{dt}$ положительно, то в результате перехода к ценовой дискриминации цена на сильном рынке увеличится.

Если для любого значения $t \in (0, \bar{t}]$ отношение

$\frac{dp_2}{dt}$ отрицательно, то в результате

перехода к ценовой дискриминации цена на слабом рынке снизится. Другими словами, достаточным условием разнонаправленного движения цен на рассматриваемых рынках в результате перехода к ценовой дискриминации является выполнение неравенств $\frac{dp_1}{dt} > 0$ и $\frac{dp_2}{dt} < 0$ для всех $t \in (0, \bar{t}]$.

Так как выполняется (16), то цена должна вырасти на сильном рынке и снизиться на слабом рынке, если $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \leq 0$ на всём интервале $(0, \bar{t}]$.

Даже при условии, что $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} > 0$, цена будет увеличиваться на сильном рынке и сокращаться на слабом рынке до тех пор, пока $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}$ будет меньше $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2}$ и $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}$ по абсолютному значению.

Однако, если $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}$ больше по абсолютному значению $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}$, т.е.

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} > 0, \text{ то } \frac{dp_1}{dt} < 0.$$

Выполнение условия (16) подразумевает в этом случае, что

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} < 0 \text{ и, следовательно,}$$

$\frac{dp_2}{dt} < 0$. Таким образом, достаточное условие для сокращения цен на

обоих рынках при ценовой дискриминации состоит в том, чтобы неравенство

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} > -\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} \text{ выполнялось}$$

для любого $t \in (0, \bar{t}]$.

Если же $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}$ больше по абсолютному значению $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2}$, т.е.

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} > 0, \text{ то } \frac{dp_2}{dt} > 0.$$

В этом случае выполнение условия (16) подразумевает, что

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} + \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} < 0 \text{ и, следовательно,}$$

$\frac{dp_1}{dt} > 0$. Отсюда следует, что достаточное условие для повышения цен на

обоих рынках при переходе от единого ценообразования к ценовой дискриминации заключается в том, чтобы неравенство

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} > -\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} \text{ выполнялось}$$

для любого $t \in (0, \bar{t}]$.

Итак, ценовая дискриминация может способствовать как снижению цен, так и их повышению на обоих обслуживаемых фирмой-монополистом рынках. Следует отметить, что в экономической литературе чаще упоминается именно снижение цен на обоих рынках в результате перехода к дискриминационной практике, нежели их повышение. Однако предположение, что оба рынка обслуживаются при установлении единой цены, позволяет сделать вывод о том, что более вероятным результатом ценовой дискриминации станет увеличение цен, нежели их снижение на обоих рынках. Если спрос на сильном рынке менее чувствителен к его собственной цене по сравнению со спросом на слабом рынке, то абсолютное значение

$$\frac{dq_1(p_1)}{dp_1} \text{ будет меньше, чем } \frac{dq_2(p_2)}{dp_2}.$$

Тогда, вероятно, $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2}$ по абсолютному значению будет меньше, чем

$$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2} \text{ и, следовательно, более веро-}$$

ятым является выполнение достаточного условия повышения цен на обоих рынках при переходе к ценовой дискриминации, чем достаточного условия их снижения на обоих рынках. В этом случае, скорее всего, ценовая дискриминация приведёт к повышению цен на обоих рынках, чем к их снижению.

Итак, для того, чтобы цены двигались в одном направлении, недостаточно, чтобы $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}$ было положительно.

Необходимо, чтобы $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2}$ и

$\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}$ различались в достаточной

мере. Если же $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2} = \frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}$,

то можно получить, что $\frac{dp_1}{dt} = -\frac{dp_2}{dt}$, т.е.

темп увеличения в цене на сильном рынке равняется темпу уменьшения в цене на слабом рынке.

Значение $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}$ будет равно

нулю, если предельные издержки являются постоянными ($MC'(Q) = 0$), отрицательным, если предельные издержки являются возрастающими ($MC'(Q) > 0$) и положительным, если предельные издержки являются убывающими ($MC'(Q) < 0$).

При $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2} \leq 0$ полу-

чается, что $\frac{dp_1}{dt} > 0$ и $\frac{dp_2}{dt} < 0$.

Отсюда следует, что достаточными условиями для повышения цены на сильном рынке и снижения цены на слабом рынке являются независимость спроса и постоянные или возрастающие предельные издержки.

Если предельные издержки сокра-

щаются достаточно резко, то существует вероятность, что цены могут или вырасти, или снизиться на обоих рынках при переходе к политике ценовой дискриминации. Снижающиеся предельные издержки не

только увеличивают значение $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1 \partial p_2}$

, но также и уменьшают абсолютное значение $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_1^2}$ и $\frac{\partial^2 p(p_1, p_2)}{\partial p_2^2}$, делая

более вероятным изменение цен в одном направлении.

Однако при попытке практической реализации предложенной модели возникает проблема, которая заключается в том, что стороне, реализующей модель (например, антимонопольной службе), не известна в явном виде функция прибыли той или иной компании. Она может лишь иметь в своём распоряжении данные бухгалтерской отчётности компании за разные периоды времени, т.е. дискретные данные прибыли и соответствующих ей цен на продукцию. Таким образом, возникает проблема выявления функции прибыли фирмы от цены, с которой можно было бы проводить математические операции, в частности дифференцирование, что предполагается предложенной выше моделью.

Моделирование функциональной зависимости прибыли монополиста от цены на основе спектрального анализа.

В целом график, описывающий динамику изменения прибыли компании, может иметь произвольную форму: гладкую, негладкую, ломаную или даже разрывную. В математике такие функции называют неаналитическими. Но даже такая неаналитическая функция согласно теореме Фурье может быть разложена на ограниченном интервале на ряд простых гармонических колебаний (синусоид и/или косинусоид) и, в конечном счёте, представлена тригонометрическим рядом вида [8]:

$$y = f(t) = A_0 + A_1 \sin\left(\frac{2p}{T}t + f_1\right) + A_2 \sin\left(2\frac{2p}{T}t + f_2\right) + \dots \quad (22)$$

Данная теорема предполагает наличие временного ряда, который вследствие преобразований может быть однозначно представлен функцией частоты, называемой частотным спектром. Такая функция описывает временную функцию в частотной области. Так, синусоидальная последовательность в частотной области представляется единственной точкой, координаты которой характеризуют частоту и амплитуду колебания. Поскольку любая функция может быть представлена конечной суммой синусов, то и в частотной области эта функция будет описываться конечным числом точек, отражающих амплитуду и частоту колебания каждой гармонической составляющей.

Переход от временного описания сигнала к частотному описанию, т.е. вычисление частотного спектра, для детерминированных (неслучайных) сигналов осуществляется с помощью преобразова-

ния Фурье.

Поскольку ряд дискретный, то можно использовать соответствующее преобразование Фурье (ДПФ):

$$Y(m) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{-j2pkm/N}, \quad (23)$$

где $X(k)$ – k -й элемент центрированного динамического ряда; k – индекс динамического ряда во временной области $k \in [0; N - 1]$; N – длина динамического ряда значений исследуемого экономического показателя; $Y(m)$ – m -й компонент ДПФ; m – индекс ДПФ в частотной области $m \in [0; N - 1]$; j – мнимая единица [9].

Используя формулу Эйлера

$$e^{-ij} = \cos(j) - j \sin(j), \quad (24)$$

можно записать эквивалентное уравнение для ДПФ в тригонометрическом виде, разделив комплексную экспоненту на действительную и мнимую части:

$$Y(m) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{-j2pkm/N} = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) [\cos(2pkm/N) + j \sin(2pkm/N)]. \quad (25)$$

Хотя дискретный ряд данных зависимости прибыли монополиста от цены его продукции и не является динамическим, но при проведении определённого ряда преобразований он может быть адаптирован для возможности применения спектрального анализа и, как следствие, может быть однозначно описан в виде функции зависимости прибыли от цены, над которой можно проводить различные математические операции – в частности дифференцирование, требуемое предло-

женной ранее экономико-математической моделью для определения направления изменения цен при переходе от единого ценообразования к ценовой дискриминации третьей степени.

Предлагается использовать алгоритм выявления функциональной зависимости на основе спектрального анализа, первым этапом которого является выбор исходного ряда данных из представленной бухгалтерской отчётности компании (рис. 2).

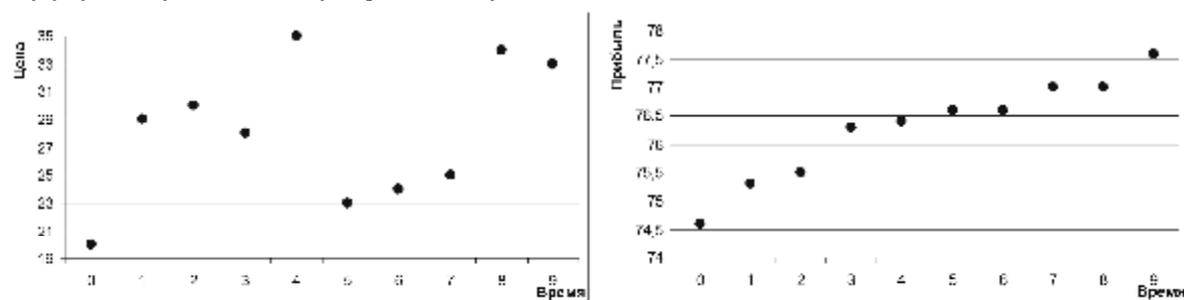


Рис. 2. Временные ряды статистических данных цены продукции компании (слева) и её прибыли (справа)

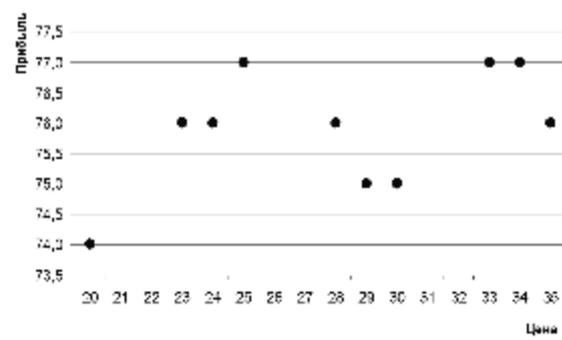


Рис. 3. Статистический ряд зависимости прибыли от цены продукции компании

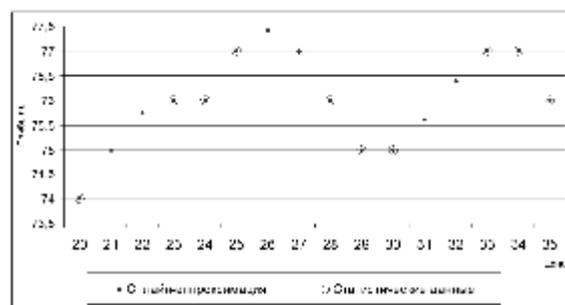


Рис. 4. Сплайн-аппроксимация статистического ряда зависимости прибыли от цены продукции компании

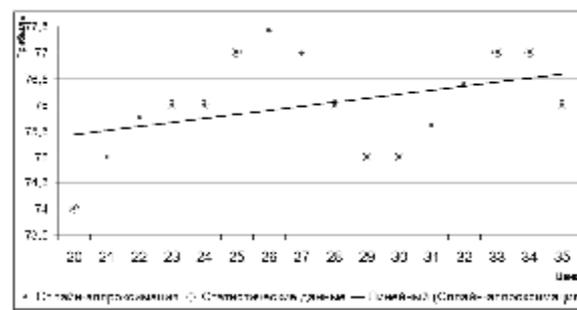


Рис. 5. Подбор линии тренда для «очищения» ряда данных от направленности

На втором этапе значения прибыли упорядочиваются по росту значения цены с постоянным шагом, чтобы ряд принял вид, аналогичный временному (рис. 3).

По причине того, что цены продукции взяты на основе реальной статистики, точки полученного на втором этапе ряда располагаются, скорее всего, на разном расстоянии друг от друга, т.е. изменение цены приводится с непостоянным шагом.

Для получения приемлемой представительности функции в промежутках между узловыми точками на третьем этапе алгоритма необходимо провести сплайн-аппроксимацию проранжированного ряда (рис. 4).

На четвёртом этапе проводится

«очищение» полученного ряда данных прибыли от направленности. Наиболее распространённым способом выявления тренда в статистическом ряде является метод наименьших квадратов (рис. 5).

На пятом этапе над «очищенными» данными осуществляется ДПФ.

На шестом этапе оценивается спектральный состав колебаний. Обычно случайные процессы представляются спектральной плотностью мощности (СПМ). В литературе оценку СПМ авторегрессионного процесса часто называют спектральным анализом [10]. Современные методы спектрального анализа включают в себя два основных класса: параметрические и непараметрические методы. К категориям

параметрических методов спектрального анализа относятся те, в которых задаётся некоторая модель спектральной плотности и ставится задача оценки параметров оценки на основании результатов наблюдения соответствующего процесса на ограниченном промежутке. Непараметрические методы спектрального оценивания отличаются отсутствием каких-либо заранее заданных моделей в постановке задачи спектрального оценивания.

В связи с тем, что в данном исследовании анализируются ограниченные ряды зависимости прибыли от цены, а не непрерывная бесконечная функция, как предполагается в теории цифровой обработки сигналов, то ряд методов даёт несостоятельные оценки спектра. Невозможно получить качественную оценку СПМ, используя классические непараметрические методы спектрального оценивания, базирующиеся на вычислении ДПФ. Для поставленной задачи лучшим образом подходит использование параметрических методов спектрального анализа, которые способны получить состоятельную оценку СПМ по относительно короткой дискрет-

ной выборке.

В рамках данного исследования применялся метод максимальной энтропии (ММЭ), впервые предложенный Дж. Бергом [8]. Под энтропией понимается некоторая мера «неопределённости», связанная с появлением некоторого события. Чем выше энтропия, тем выше неопределённость появления данного события. Основная идея ММЭ состоит в выборе такого спектра, который соответствует наиболее случайному (наименее предсказуемому) временному ряду, чья корреляционная функция совпадает с заданной последовательностью оценённых величин. Это условие эквивалентно предсказанию вида корреляционной функции наблюдаемого временного ряда путём максимизации энтропии процесса. Именно поэтому анализ по ММЭ обеспечивает значительное повышение разрешающей способности спектральной оценки. Оценка СПМ по ММЭ имеет такую же аналитическую форму, как и оценка СПМ, получаемая с помощью авторегрессионной (АР) модели порядка r вида:

$$S(e^{j2p/n}) = \left| \frac{b_0}{1 + a_1 e^{-j2p/n} + a_2 e^{-j4p/n} + \dots + a_r e^{-j2rp/n}} \right|^2. \tag{26}$$

Идентификация параметров $a_1, a_2, \dots, a_p, b_0$ АР-модели выполняется путём решения $r + 1$ уравнений Юла-Уокера, которые в матричном виде записывают как:

$$\begin{bmatrix} r_x(0) & r_x(-1) & \dots & r_x(-r) \\ r_x(1) & r_x(0) & \dots & r_x(-r+1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_x(r) & r_x(r-1) & \dots & r_x(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ a_1 \\ \dots \\ a_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |b_0|^2 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}, \tag{27}$$

где $r_x(i - j)$ ($1 \leq i \leq r + 1, 1 \leq j \leq r + 1$) – автокорреляционные коэффициенты, рассчитываемые по формуле:

$$r_x(i - j) = \frac{1}{T - |i - j|} \sum_{k=0}^{N-1-|i-j|} x(k) x(k + |i - j|). \tag{28}$$

Система Юла-Уокера решается при помощи метода Левинсона-Дарбина.

Для выявления функциональной зависимости прибыли от цены продукции

на основе спектрального анализа предлагается алгоритм (см. рис. 6), включающий в себя адаптацию данного метода.

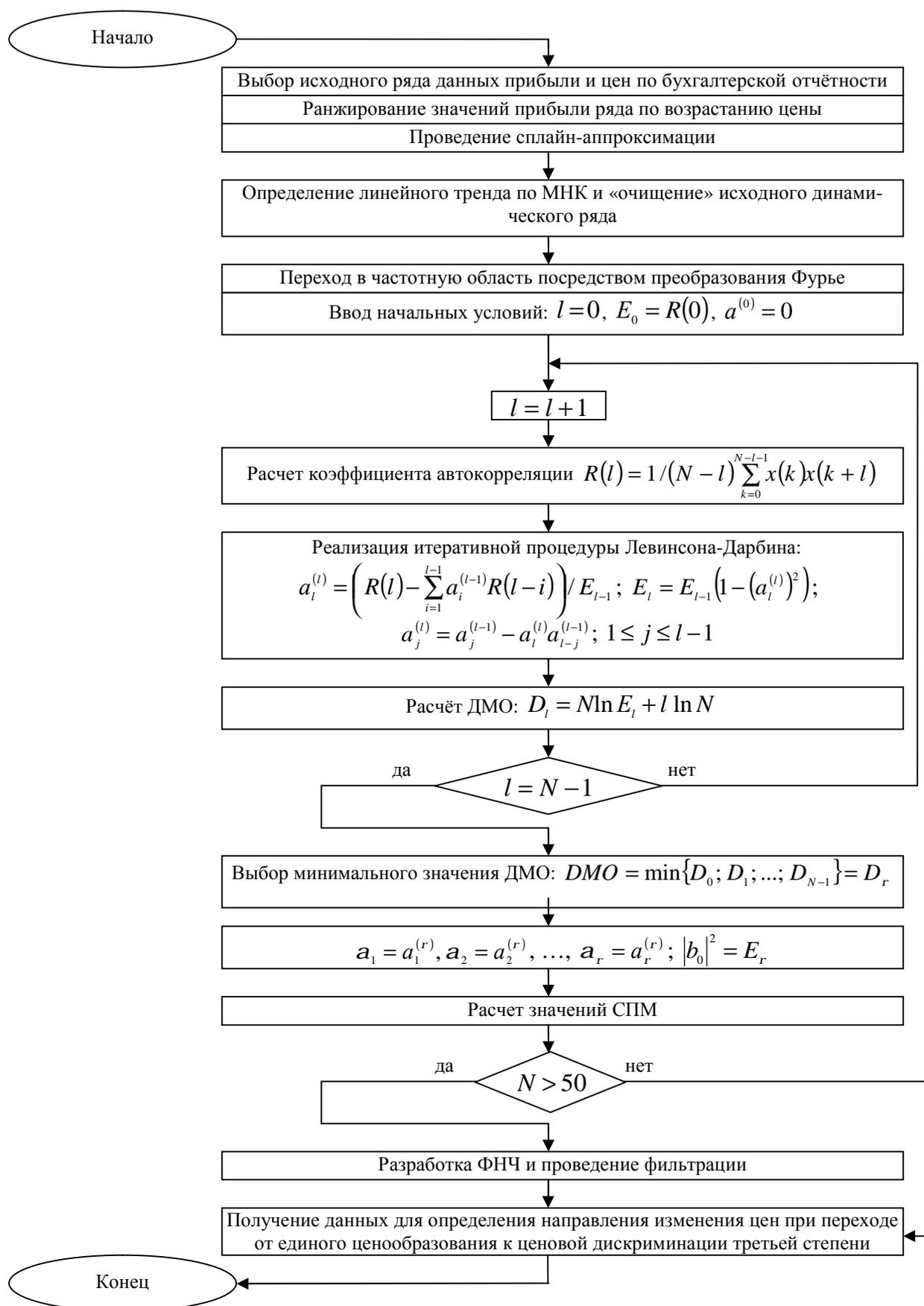


Рис. 6. Алгоритм выявления функциональной зависимости прибыли компании от цены ее продукции на основе спектрального анализа

Если выбранный порядок r модели слишком мал, то спектральные оценки получаются сильно сглаженными, если слишком большой – увеличивается разрешение, но в оценке появляются ложные спектральные пики. Таким образом, применительно к авторегрессионному спектральному оцениванию выбор порядка модели эквивалентен компромиссу между разрешением и величиной дисперсии для классических методов спектрального оценивания.

Следует увеличивать порядок АР-модели до тех пор, пока вычисляемая ошибка предсказания не достигнет максимума. Но, как правило, дисперсия ошибки монотонно убывает с увеличением порядка r модели. Поэтому для определения порядка АР-модели используется статистически значимый критерий, своего рода целевая функция, – критерий длины минимального описания [9]:

$$ДМО[r] = N \ln |b_0|^2 + r \ln N \quad (29)$$

где r – порядок АР-модели; $|b_0|^2$ – оценочное значение дисперсии белого шума, которая используется в качестве ошибки линейного предсказания и находится в процессе реализации итеративной процедуры Левинсона-Дарбина.

После анализа полученных оценок

СПМ на седьмом этапе необходимо провести цифровую фильтрацию, которая представляет собой процесс изменения частотного спектра сигнала в некотором желаемом направлении. Этот процесс может привести к усилению или ослаблению частотных составляющих в некотором диапазоне частот, к подавлению или выделению какой-либо конкретной частотной составляющей. Проектируемый фильтр должен представлять собой фильтр нижних частот (ФНЧ), т.е. хорошо подавлять мелкие и случайные колебания.

Цифровую фильтрацию следует проводить только в случае наличия большого количества исходных статистических данных. Таким образом, исходный ряд статистических данных зависимости прибыли компании от цены её продукции описан в виде суммы конечного числа синусоид и косинусоид (рис. 7).

Указанные гармоники, накладываясь друг на друга, образуют искомую функцию зависимости прибыли компании от цены её продукции (рис. 8), для которой в любой точке может быть найдено значение производной прибыли по цене для определения направления изменения цен при переходе от единого ценообразования к ценовой дискриминации третьей степени [11].

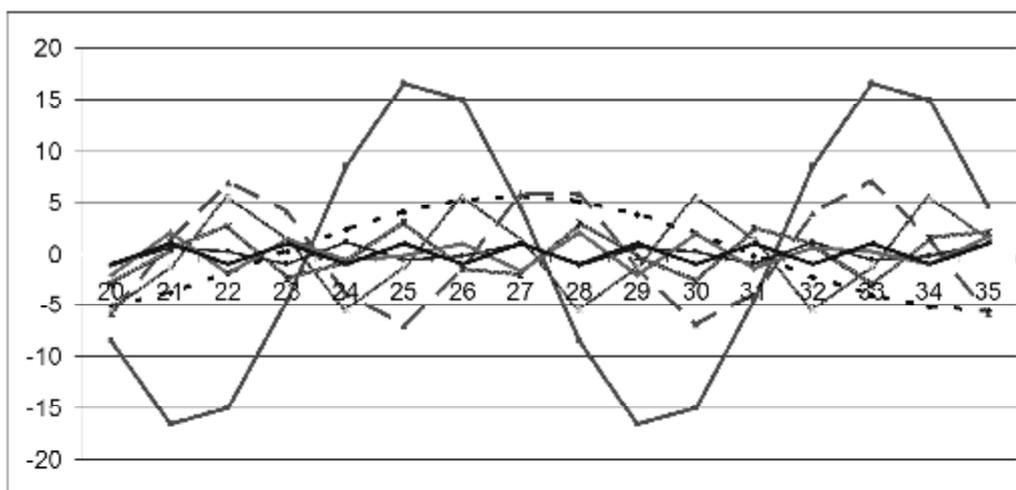


Рис. 7. Гармонические составляющие функции прибыли от цены



Рис. 8. Функция зависимости прибыли компании от цены

Выводы. Предложенная экономико-математическая модель позволяет осуществить оценку направления изменения цен при переходе от единого ценообразования к дискриминационной практике на двух независимых рынках. Благодаря применению спектрального анализа, позволяющего выявить однозначную функциональную зависимость прибыли компании-монополиста от цены его продукции, предлагаемая модель может найти своё применение в практике разработки и реализации государственной конкурентной политики, направленной на повышение эффективности и благосостояния экономических агентов.

Библиографический список

1. Katz, M. The Welfare Effects of Third Degree Price Discrimination in Intermediate Goods Markets [Text] M. Katz // American Economic Review, 1987, vol. 77, pp. 154-167.
2. Hausman, J.A. Price Discrimination and Patent Policy [Text] J.A. Hausman, J.K. Mackie-Mason // Rand Journal of Economics, 1988, vol. 19, pp. 253-265.
3. Leontief, W. The Theory of Limited and Unlimited Discrimination [Text] W. Leontief // Quarterly Journal of Economics, 1940, vol. 54, pp. 490-501.
4. Робинсон, Дж. Экономическая теория несовершенной конкуренции [Текст] / Дж. Робинсон; пер. с англ. И.М. Осадчей. – М.: Прогресс, 1986.
5. Layson, S.K. Third-Degree Price Discrimination with Independent Demands [Text] S.K. Layson // Journal of Industrial Economics, 1998, vol. 46, pp. 511-524.
6. Nahata B. Direction of Price Changes in Third-Degree Price Discrimination [Text] B. Nataha, K. Ostaszewski, P.K. Sahoo // American Economic Review, 1990, vol. 80, pp. 1254-1258.
7. DeGraba P. The Relationship between Optimal Third-Degree Discriminatory

Prices and the Optimal Uniform Price [Text] P. DeGraba// Working Paper, Cornell University, 1991.

8. Кравчук, В.К. Спектральный анализ колебаний валютного курса EUR/USD по методу максимальной энтропии [Текст] / В.К. Кравчук // Валютный спекулянт. - 2001. - № 1. - С. 14-17.

9. Лэй, Э. Цифровая обработка сигналов для инженеров и технических специалистов [Текст] / Э. Лэй. – М.: Группа ИДТ, 2007.

10. Кравчук, В.К. Новый адаптивный метод следования за тенденцией и рыночными циклами [Текст] / В.К. Кравчук // Валютный спекулянт. - 2000. - № 12. - С. 48-53.

11. Ситникова, А.Ю. Метод спектрального анализа для выявления циклов экономической конъюнктуры [Текст] / А.Ю. Ситникова // Вестн. Самар. гос. эконом. ун-та. - 2009. - № 9 (59). - С. 107-112.

MODELING CHANGES IN A MONOPOLIST'S PRICES IN THE TRANSITION FROM A SINGLE PRICE TO DISCRIMINATORY PRACTICES ON THE BASIS OF SPECTRAL ANALYSIS

© 2012 S. A. Bolochev¹, A. Yu. Sitnikova²

¹Astrakhan State University

²Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The article presents an economic-mathematical model that makes it possible to detect the direction of changes in prices as the monopolist company moves from pricing based on a single price to the practice of third-degree price discrimination on two independent markets of the final product. The practical implementation of the model implies the application of the authors' algorithms for the detection of functional dependence on the basis of spectral analysis.

Pricing, price discrimination, monopoly, function, spectral analysis, digital filtering, harmonic.

Информация об авторах

Болочев Сергей Александрович, доцент кафедры экономической теории, Астраханский государственный университет. E-mail: bolochev@list.ru. Область научных интересов: микроэкономика, макроэкономика, экономика отраслевых рынков, ценообразование.

Ситникова Анастасия Юрьевна, доцент кафедры экономики, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: sitnikova_au@mail.ru. Область научных интересов: инвестиционный рынок, технический анализ, спектральный анализ, экономические циклы.

Bolochev Sergey Aleksandrovich, associate professor of the department of economics, Astrakhan State University. E-mail: bolochev@list.ru. Area of research: microeconomics, macroeconomics, economics of branch markets, pricing.

Sitnikova Anastasiya Yurievna, associate professor of the department of economics, Samara State Aerospace University. E-mail: sitnikova_au@mail.ru. Area of research: investment market, technical analysis, spectral analysis, economic cycles.

ББК 65.050
УДК 330(075.8)

МЕХАНИЗМ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОРГАНИЗАЦИИ

© 2012 К. Б. Герасимов

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Разработан механизм построения системы управления процессом организации на базе реинжиниринга, учитывающий формулирование методологии развития системы управления организации, определение состояния системы управления процессом и построение универсальной системы управления процессом. Описаны процедуры реинжиниринга системы управления процессом и ее корректировки.

Процесс, система управления, организация, реинжиниринг, механизм, инновационный потенциал.

Введение. Для повышения качества и эффективности управленческой деятельности необходимо проектировать различные системные совокупности (элементы) в организации. Если эти элементы в организации отсутствовали до сих пор и вводятся впервые, то выполняется полный процесс проектирования (инжиниринга) и внедрения этих элементов. Если эти элементы в том или ином виде присутствовали в системе управления организацией, то происходит перепроектирование (реинжиниринг) их в соответствии с новой концепцией и на новой модельной основе.

С учётом сложности задач управления современными организациями возникает необходимость использования научно-обоснованных методов при структурировании организаций, перестроении функций организации и её менеджмента в соответствии с требованиями рыночной среды, а также при подготовке и принятии управленческих решений, в том числе на стратегическом уровне.

Декомпозиция организации заключается в представлении её в качестве системы, т.е. в виде совокупности объектов предметной области. При этом иерархический характер сложной системы отражается в виде уровней управления, а её функционирование рассматривается как взаимодействие объектов.

Организация разработки систем управления представляет собой комплекс

научно-исследовательских, проектных, инженерно-технических и организационных работ, направленных на совершенствование существующей или вновь создаваемой системы управления [1].

При самых различных взглядах на систему управления следует понимать её не как отдельные разрозненные мероприятия, а как совокупность всех взаимосвязанных элементов организации управления. Речь идёт не об абсолютно безупречной системе управления, а о непрерывном процессе её совершенствования во всех направлениях деятельности промышленной организации на базе научных методов управления [2]. На рис. 1 представлен авторский механизм построения системы управления процессом организации, который представляет научно-обоснованную траекторию развития организации.

Система управления процессом (СУП) – это комплекс управленческих, технических и других средств, предназначенный для упорядочения, координации функционирования, развития функциональных подсистем организации и достижения стоящих перед ними целей. При этом объектом управления является функциональная подсистема управления (финансовая подсистема, система управления качеством и т.д.), а субъектом управления – органы управления организацией (собрание учредителей, генеральный директор и т.д.).

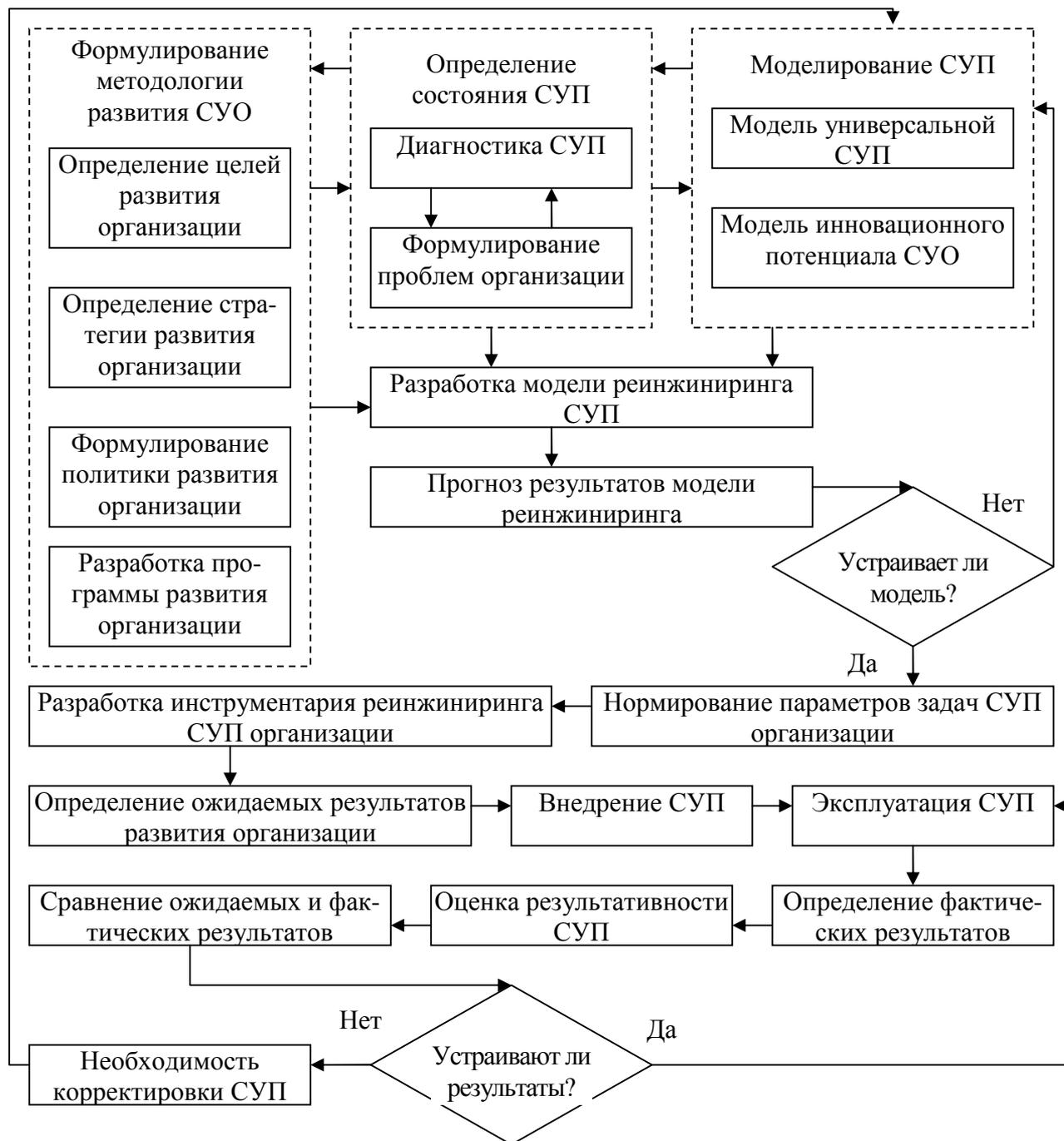


Рис. 1. Механизм построения СУП организации

Далее рассматриваются основные структурные компоненты данного механизма. Ядром механизма построения СУП организации является разработка модели реинжиниринга СУП, которая должна структурировать процессы, протекающие в организации. Процессы, протекающие в организации, будут подвергнуты деком-

позиции до подпроцессов и, в конечном счёте, до функциональных задач управления (ФЗУ). На базе выявленных ФЗУ будет строиться взаимодействие всех структур системы управления организации (СУО).

Модель реинжиниринга СУП рассматривается как соподчинённость трёх

составляющих, подлежащих изучению в организации:

1. Формулирование методологии развития СУО.

2. Определение состояния СУП организации.

3. Моделирование СУП, протекающих в организации.

Рассмотрим каждую из трёх составляющих.

Формулирование методологии развития СУО представляет собой определение основных параметров деятельности организации. Данные параметры могут быть определены до, во время и после создания организации, но их формулирование представляет важную роль в дальнейшем развитии организации.

Определение целей развития организации. Для успешного формулирования целей необходимо: определить действия, которые следует предпринять; указать один или несколько возможных результатов; указать сроки предполагаемого осуществления цели (год, месяц, число); определить затраты на достижение целей; установить контрольные критерии, которые могут свидетельствовать о том, что цель достигнута; обеспечить уверенность в том, что деятельность, направленная на достижение цели, контролируется тем, кто эту цель установил.

На рис. 2 представлен типовой процесс определения целей организации.

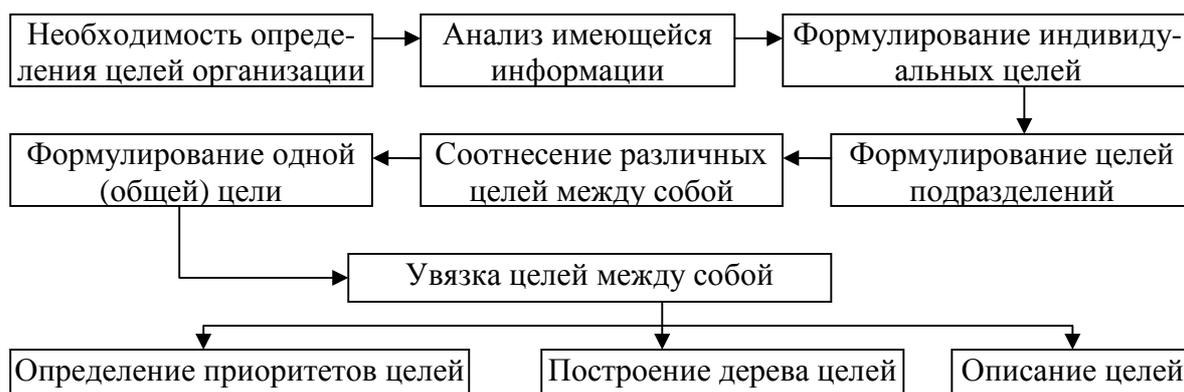


Рис. 2. Процесс определения целей организации

При определении целей, особенно стратегических, необходимо определить так называемые реперные точки, т.е. промежуточные задачи, которые необходимо достигать в определённые моменты времени. Эти реперные точки важны для контроля над верным направлением развития организации. Именно достижение промежуточных результатов придает уверенность руководителям и дополнительную мотивацию работникам организации. Важно отметить, что краткосрочные цели определяются как этапы по пути к достижению стратегических целей, и никогда наоборот. Приоритетом всегда являются долгосрочные цели, а краткосрочные цели

в процессе развития могут корректироваться, переноситься, отменяться и к ним могут добавляться новые [3].

Определение стратегии развития организации. Данный этап предполагает определение основных направлений развития, установление критериев и разработку правил организационного поведения, определяющих отношения внутри организации в период построения СУП организации, изменение внутрифирменного потенциала под воздействием изменений внешней среды в соответствии с требованиями рынка

Стратегию развития используют для разработки стратегических инновацион-

ных проектов методом поиска инноваций. Роль стратегии развития в поиске заключается в том, чтобы, во-первых, помочь сосредоточить внимание и ресурсы на определённых участках и возможностях, во-вторых, отбросить все остальные возможности как несовместимые со стратегией [4].

На рис. 3 показан процесс определения стратегии развития организации.

Таким образом, стратегия развития призвана указать, какие основные направления следует выбрать организации для развития. Она строится на основе большого объёма фактического материала о внутренних и внешних параметрах, о существующих в организации проблемах.



Рис. 3. Процесс определения стратегии развития организации

Формулирование политики развития организации. Под политикой развития организации обычно понимают выбор средств для реализации стратегии.

Обеспечение поддержки стратегии соответствующей политикой может означать проведение более или менее подробно разработанных процедур. Это может означать политику, которая требует выполнения работ строго определённым об-

разом, или политику, которая позволяет сотрудникам действовать так, как они считают нужным [5].

Разработка программы развития организации. Варианты программы развития проверяются в разнообразных условиях, в том числе экстремальных (падение спроса, повышенная конкурентоспособность и т.д.), не предусмотренных известными рыночными условиями. Итогом лю-

бого выбора или проектирования является программа деятельности, которая представляет собой перечень мероприятий, увязанных по срокам и исполнителям. В программе присутствуют, как правило,

три раздела: подготовительный, основной и заключительный. На рис. 4 приведена технология разработки программы развития организации [6].



Рис. 4. Технология разработки программы развития организации

Программа развития организации содержит перечень мероприятий (задач), которые необходимо решить для успешной реализации выбранного варианта. Примером мероприятий могут быть повышение профессиональной компетенции специалистов и управленцев, определение потребности в персонале, изменение финансовой политики.

Определение состояния СУП организации. На данном этапе необходимо установить конфигурацию значимых элементов организации в конкретный момент её функционирования или развития. Данный этап состоит из двух шагов:

Диагностика СУП. Сущность диагностики деятельности организации состоит в установлении и изучении признаков, измерении основных характеристик, отражающих состояние технических систем, экономики и финансов хозяйствующего субъекта для предсказания возможных отклонений от устойчивых, средних, стандартных значений и предотвращения

нарушений нормального режима работы. Диагностика деятельности организации включает определение оценочных признаков, выбор методов их измерения и характеристику этих признаков по определённым принципам, оценку выявленных отклонений от стандартных, общепринятых значений.

Формулирование проблем организации. Как правило, перечень проблем состоит из нерешаемых задач и из некачественно решаемых задач в организации.

Моделирование СУП, протекающих в организации. Несмотря на наличие методов реформирования организаций и их структур, существуют проблемы создания таких структур, которые не только должны соответствовать целям и задачам организации, но и способны гибко перестраиваться под влиянием рыночных факторов, а иногда и успешно противостоять им. Существующие модели реинжиниринга ориентируются в основном на биз-

нес-процессы и не касаются основных элементов организации.

Поэтому актуальным становится развитие структуры организации на основе применения концепции реинжиниринга [7].

Модель универсальной СУП. Для определения комплекса взаимосвязанных задач, относящихся к СУП организации, необходимо разработать модель универсальной СУП организации, т.е. функционально-полную совокупность ФЗУ, которая охватывает все стороны деятельности организации.

Модель инновационного потенциала СУО. В развитии экономической системы существенную роль играет развитие инновационного потенциала. Понятие «инновационный потенциал» стало «концептуальным отражением феномена инновационной деятельности». Ключевым моментом является модель развития инновационного потенциала СУО. Она состоит из технологии процесса управления инновационным потенциалом организации и технологии определения инновационного потенциала организации. Представленные материалы могут использоваться для перестроения функциональной структуры для повышения инновационного потенциала организации любой формы собственности в любой сфере деятельности [8].

Далее можно приступить к разработке модели реинжиниринга СУП.

Реинжиниринг СУП. Реинжиниринг представляет собой фундаментальное переосмысление и радикальную перестройку бизнес-процессов в целях улучшения таких важных показателей как стоимость, качество, уровень сервиса, скорость функционирования, финансы, маркетинг, построение информационных систем для достижения радикального, скачкообразного улучшения деятельности организации [9]. «Реинжиниринг процессов исследует первопричину явлений, выявляя причинно-следственные связи, воздействует на них и, как следствие, создает системно позитивные условия для успешного функционирования бизнеса в целом»

[10]. Процесс реинжиниринга можно подразделить на основные этапы:

- формирование желаемого (необходимый с точки зрения будущего выживания и развития) образа организации. Формирование будущего образа происходит в рамках разработки стратегии организации, её основных ориентиров и способов их достижения. Особое значение в ряду стратегических целей приобретает ориентация на потребителя;

- создание модели реального или существующего бизнеса организации. Этот этап называют ретроспективным, или обратным, реинжинирингом. Здесь воссоздаётся система действий, работ, при помощи которых организация реализует существующие цели. Определяются процессы, нуждающиеся в коренной перестройке;

- разработка модели нового бизнеса, обеспечивающая перепроектирование текущего бизнеса – прямой реинжиниринг [11-13].

Реинжиниринг СУП представляет собой процесс выявления управленческих задач, которые совсем не решаются в организации или решаются некачественно. Модель СУП организации на основе реинжиниринга состоит из нескольких блоков. На вход поступает информация о концептуальных (методологических) параметрах организации, т.е. цели, миссии, стратегии и политики развития организации, а также перспективной программе развития организации.

Данные параметры представляют собой видение руководством организации текущей ситуации на рынке, спроса на продукцию и других важных индикаторов. Программа развития организации может содержать как общие, так и конкретные направления деятельности.

Одним из ключевых этапов данного механизма является прогноз результатов модели реинжиниринга. Он может быть получен группой привлечённых сотрудников организации или сотрудниками консалтинговой организации.

Компетентные сотрудники шаг за шагом рассматривают все предыдущие этапы механизма для определения его адекватности и применимости при разработке СУП организации. Если есть необходимость в корректировке, то целесообразно вернуться к этапу «Моделирование СУП» и смоделировать универсальную СУП в соответствии с предложениями и рекомендациями экспертов.

Так как реинжиниринг СУП организации будет осуществляться на уровне ФЗУ, необходимо произвести нормирование параметров ФЗУ СУП организации. Это необходимо для определения численности и квалификации специалистов при выполнении различных работ, в частности, норм времени решения ФЗУ.

Процесс разработки и введения норм времени решения ФЗУ включает расчёт, обсуждение, доработку и утверждение. Это длительный процесс, но он может быть сокращён при необходимости благодаря открытой публикации всех материалов – как исходных для расчёта, так и самой разработки норм времени. Важную роль при этом могут сыграть прототипы норм, аналогичных ФЗУ в существующих ведущих организациях страны.

Выполнение работ в СУП организации ведётся на уровне ФЗУ, которые должны быть представлены в виде технологического процесса преобразования информации. Форма и содержание большинства ФЗУ, решаемых в организации, может существенно отличаться. Однако понять эти отличия и знать несколько технологий решения одной и той же ФЗУ возможно благодаря типизации формы их представления.

Разработка инструментария реинжиниринга СУП организации достигается привлечением средств реализации, благодаря которым получается заданный результат. К таким средствам относятся методы решения, элементы менеджмента и методы принятия управленческих решений ФЗУ и все виды обеспечения (информационное, правовое, техническое, кадровое).

Для того, чтобы получить результаты реинжиниринга СУП организации, необходимо внедрить предложенные ранее задачи, которые, по мнению автора, радикально повлияют на СУП организации.

Для начала необходимо определить ожидаемые результаты развития организации. Основные результаты развития организации, процессов внутри неё или отдельных частей – это изменение количественных и качественных показателей деятельности организации и её подразделений. Эти результаты могут быть нескольких видов: экономические, материальные, информационные, трудовые, социальные, психологические и др. Каждый вид может быть охарактеризован с помощью некоторой группы показателей, которые могут иметь и положительные, и отрицательные значения.

Также должны быть представлены и несколько видов ожидаемых результатов, так как любая новая совокупность средств реализации может вывести на другие показатели или на их новый количественный или качественный уровень.

Ожидаемые результаты выражаются в виде показателей или признаков, на которые эти мероприятия непосредственно могут повлиять. Далее следует определить количественные величины важнейших экономических показателей подразделений. И, наконец, определяется влияние на экономические показатели организации в целом.

Внедрение СУП в организации должно сопровождаться глубоким анализом работающего персонала с позиций реализации выявленных задач, которые выполняются не качественно или не выполнялись совсем. В связи с этим возможен вариант, что вновь принятые сотрудники будут решать круг задач, выполняемых некачественно, а работающим сотрудникам будут поручены задачи, не решаемые до сих пор в организации.

Такое развитие событий позволит получить больший эффект для развития СУП в организации, так как вновь приня-

тые сотрудники обладают новым взглядом на решаемые задачи, а опыт и квалификацию работающих сотрудников имеет смысл направить на решение новых задач.

Эксплуатация СУП – это длительный и трудоёмкий процесс, связанный с приобретением и вводом в эксплуатацию технических средств, технологий, обучением персонала, введением новых прав и обязанностей, делегированием полномочий и т.д. При этом каждое мероприятие должно быть подробно расписано по операциям, исполнителям и средствам. Необходимо отметить и возможную корректировку разработанных планов и программ.

Далее рассматривается определение фактических результатов внедрения ФЗУ в СУП. Некоторые результаты проявляются достаточно быстро, другие – через месяц или два, третьи – через год и более. При этом необходимо фиксировать изменения всех выбранных показателей на предыдущих этапах. Важен и выбор временного интервала, способа регистрации или оценки показателей. Если с фиксацией и интерпретацией количественных показателей практически не бывает проблем, то с качественными показателями могут возникнуть некоторые сложности.

Для регистрации качественных показателей следует провести экспертизу (сбор мнений). Экспертиза должна быть корректно организована. Для этого необходимо разработать анкеты, опросники, а возможно и тесты, которые должны зафиксировать произошедшие в сознании работников организации новые значения социальных и психологических показателей, связанных с изменением процессов и менеджмента организации. Собранные показатели должны быть обработаны и представлены в обозримом виде для анализа.

Результативность мероприятий необходимо оценить дважды с учетом их внедрения, а также без внедрения с учетом существующей конъюнктуры рынка. Для получения прогноза нужно выбрать компетентных экспертов, показатели, по которым будет оцениваться деятельность

организации, период времени оценки показателей.

Далее выбираются основные показатели деятельности организации. Среди них могут быть доход (выручка), себестоимость, прибыль (валовая или чистая), возврат продукции, текучесть кадров и т.д.

Один прогноз деятельности организации выполняется несколькими экспертами на период, который следует за внедрением мероприятий.

Второй прогноз деятельности организации делается при расчёте средних ожидаемых результатов от внедрения мероприятий на аналогичный период времени.

Также необходимо провести своеобразное исследование динамики выбранных показателей и их изменения в ту или другую сторону. При этом важно учитывать различные факторы внешней среды организации (инфляцию, изменение курса валюты, изменения параметров налогообложения и др.). Существенно могут измениться и факторы внутренней среды организации: реформирование структуры, сокращение или увеличение персонала, изменение ресурсов и др.

Материалы, собранные на предыдущих этапах, группируются по определённой схеме и сопоставляются друг с другом. Информация может быть представлена в виде таблиц, графиков, диаграмм так, чтобы наглядно была видна динамика изменения различных показателей в установленном временном диапазоне. При этом, если таблицы могут быть достаточно подробными и близкими к зафиксированной информации, то графики и диаграммы целесообразно представить в свёрнутом виде, где должны быть приведены важнейшие тенденции. Выявление основных тенденций осуществляется на основе собранной информации, в т.ч. при выполнении интерпретации динамики всех зафиксированных показателей.

Толкование динамики показателей выполняется с учетом других изменений, произошедших в организации: введение

новой продукции, выход на новый рынок, изменение цен и ценовой политики. Важную роль играет наличие конкурентов и другие внешние факторы. На данном этапе предполагается участие квалифицированных специалистов как со стороны организации, так и курирующей процесс внедрения консалтинговой организации.

В заключение необходимо определить, устраивают ли полученные результаты и выявить целесообразность внедрения проекта в полном виде или в какой-то его части.

После внедрения СУП организации в СУО будут получены результаты деятельности, которые могут не устраивать

руководство организации. В этом случае механизм построения СУП организации может быть подвергнут модернизации, корректировке. Не все этапы механизма могут быть использованы на постоянной основе. Некоторые этапы можно пропустить, так как информация от них не меняется со временем.

Заключение. Данный механизм построения системы управления процессом дополняет работу [7] и может быть применён менеджерами-практиками, консультантами, руководителями организации для наилучшего понимания процесса управления, протекающего в организации.

Библиографический список

1. Мыльник, В.В. Исследование систем управления [Текст]/ В.В. Мыльник, Б.П. Титаренко, В.А. Волочиенко. – М.: Академический Проект, 2003.

2. Федотов, В.Н. Организация управления машиностроительным предприятием [Текст]/ В.Н. Федотов. – М.: Наука, 1979.

3. Управление современной компанией: учебник [Текст]/ под ред. Б.З. Мильнера, Ф. Линка. – М.: ИНФРА – М, 2001.

4. Макаренко, О.Г. Стратегический менеджмент: Организация стратегического управления [Текст]/ О.Г. Макаренко. – Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2008.

5. Томпсон, А.А. Стратегический менеджмент: концепция и ситуации [Текст]/ А.А. Томпсон, А.Дж. Стрикленд. – М.: ИНФРА-М, 2000.

6. Герасимов, Б.Н. Развитие функциональной структуры организации [Текст]/ Б.Н. Герасимов. – Самара: Изд-во Самар. гос. экон. акад., 2003.

7. Герасимов, К.Б. Проектирование

систем управления процессами организации [Текст]/ К.Б. Герасимов // Вестн. Ленингр. гос. ун-та им. А.С. Пушкина. - 2012. - №1(6). - С. 46-55.

8. Герасимов, К.Б. Развитие процесса управления инновационным потенциалом организации [Текст]/ К.Б. Герасимов // Вестн. Волжск. ун-та им. В.Н. Татищева. - 2012. - №1(25). - С. 12-19.

9. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе [Текст]/ М. Хаммер, Д. Чампи. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011.

10. Кутелев, П.В. Технология реинжиниринга бизнеса [Текст]/ П.В. Кутелев, И.В. Мишурова. – М.: МарТ, 2003.

11. Медынский, В.Г. Реинжиниринг инновационного предпринимательства [Текст]/ В.Г. Медынский, С.В. Ильдеменов. – М.: Юнити, 1999.

12. Ойхман, Е.Г. Реинжиниринг бизнеса [Текст]/ Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов. – М.: Финансы и статистика, 1997.

13. Оголева, Л.Н. Реинжиниринг производства [Текст]/ Л.Н. Оголева, Е.В. Чернецова, В.М. Радиковский. – М.: КноРус, 2005.

MECHANISM FOR THE DEVELOPMENT OF AN ORGANIZATION PROCESS CONTROL SYSTEM

© 2012 K. B. Gerasimov

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

A mechanism of constructing a system of organization process management based on reengineering is developed. It takes into account the formulation of a methodology of organization management system development, determination of the state of the process control system and the construction of a universal system of process control. The procedures of reengineering and correction of the process control system are described.

Process control system, organization, reengineering, mechanism, innovation potential

Информация об авторе

Герасимов Кирилл Борисович, доцент кафедры социальных систем и права, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: 270580@bk.ru. Область научных интересов: теория управления экономическими системами, организационный реинжиниринг.

Gerasimov Kiril Borisovich, associate professor of the department of social systems and law, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: 270580@bk.ru. Area of research: theory of economic systems, organizational reengineering.

ББК 65.6
УДК 330.44

МОДЕЛИ ДИСКРЕТНОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ КОРПОРАЦИЙ

© 2012 М. И. Гераськин

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Разработан подход к моделированию дискретного выбора вектора управления на основе агрегированного критерия (метакритерия), выражающего минимум суммарных относительных потерь агентов иерархических организационно-экономических систем вертикально-интегрированного типа. Разработаны модели учета приоритетов критериев на основе сравнительного анализа рентабельностей агентов системы.

Иерархическая вертикально-интегрированная система, многокритериальная оптимизация, множество Парето, метакритерий, принцип максимина, рентабельность.

Введение

Современный корпоративный сектор экономики России в значительной мере состоит из интегрированных структур. Имеют место такие формы интеграции предприятий [11, 12], как:

- имущественная (жесткая) интеграция, основанная на участии в капитале, приводящая к созданию таких форм, как холдинги с дочерними и зависимыми обществами, распределённые холдинги, имеющие в виде центра корпорацию, и структуры взаимного участия в капитале;

- неимущественная (мягкая) интеграция в виде контроля над ресурсами или продуктами либо в виде добровольной централизации участниками некоторых функций управления через некоторый метацентр.

В случае имущественной интеграции, как правило, формируется иерархическая система корпораций, например, при вертикальной интеграции в системе «производственный сектор – сектор оптовых продаж – сектор розничных продаж». Модель равновесия в системе такого рода является, по существу, многокритериальной, поскольку равновесие устанавливается на основе максимизации эффектов агентов, интегрированных в систему. При этом на практике широко распространены

такие системы, в которых некоторые агенты получают отрицательные эффекты: зачастую в корпоративных структурах прибыль аккумулируется одним агентом (как правило, центром), а затраты несут другие агенты, финансово-хозяйственная деятельность которых убыточна. Такое структурирование организационных систем приводит к возникновению затратных механизмов трансфертного (внутрикорпоративного) ценообразования [2, 4, 5, 6, 14, 15, 42], реализация которых снижает прибыль системы в целом.

В результате возникают фактически неработоспособные корпоративные системы, поскольку выполнение условия неотрицательности прибыли для каждого агента системы (условия невытеснения с рынка) является стимулом, обеспечивающим интеграцию агента в систему. Причина этого явления является институциональной и состоит в том, что контракты между экономическими агентами заключаются на условиях максимальной прибыли каждого агента и ограниченности суммарной прибыли системы в предположении автоматического выполнения условия невытеснения. Однако последнее соблюдается не только не всегда, но, как правило, не выполняется – это основа равновесия на конкурентном рынке. В то

же время в контексте не рынка в целом, а конкретной организационной системы, например вертикально-интегрированной корпорации, в которой не только отсутствует конкуренция между вовлечёнными в неё фирмами, а, наоборот, имеет место зависимость достижения общей цели (удовлетворение конечного спроса и получение максимальной совокупной прибыли) от эффективной работы всех агентов, условие невытеснения приобретает решающее значение.

Поэтому многокритериальная модель равновесия, сформированная на основе принятых в экономике принципов заключения контрактов, фактически является недоопределённой: не учтено, во-первых, неравноправие агентов, обуславливающее введение некоторых дополнительных критериев, и, во-вторых, вытекающая из этого необходимость учета условия невытеснения. Следовательно, для решения практических многокритериальных задач управления иерархическими системами необходимо совершенствование базовых подходов многокритериальной оптимизации с учетом специфических свойств иерархических организационных систем.

Анализ современного состояния многокритериальной оптимизации

Модели многокритериальной оптимизации [18] формально не имеют единственного решения, если базироваться только на заключенной в модели информации. Более того, такие модели не имеют даже однозначно определённого множества решений. Такого рода неоднозначность обусловила наличие двух подходов многокритериальной оптимизации: первый состоит в формировании определенного тем или иным образом (эффективность по Парето, эффективность по Слейтеру) множества решений; второй заключается в нахождении единственного решения (как правило, из указанного выше множества) из условия оптимальности некоторого введённого в процессе решения лицом, принимающим решения (ЛПР), критерия (метакритерия). Второй подход,

как правило, выражается в агрегировании исходных критериев модели, поскольку метакритерий образуется путём каких-либо преобразований этих критериев.

Далее рассматриваются принципы формирования множеств Парето и Слейтера. К множеству Парето (Π) относятся [31, 32] такие варианты (не улучшаемые по Парето) решений многокритериальной задачи u^* , которые не доминируются другими вариантами с точки зрения всей совокупности критериев, то есть

$$\Pi = \left\{ u^* \in U \mid \nexists u \in U : \begin{matrix} R_k[u] \geq R_k[u^*], k \in K, u \neq u^* \end{matrix} \right\}, \quad (1)$$

где u – вектор управления организационно-экономической системой; U – допустимая область управлений; $R_k[u]$, $k = 1, \dots, K$ – вектор критериев оптимальности. Множество Слейтера (C) включает в себя значения вектора управлений, которые не доминируются другими вариантами решения задачи, а также равноценные по совокупности критериев векторы:

$$C = \left\{ u^* \in U \mid \nexists u \in U : \begin{matrix} R_k[u] > R_k[u^*], k \in K, u \neq u^* \end{matrix} \right\}. \quad (2)$$

Множество Парето есть сужение множества Слейтера и, кроме того, более строго выражает принцип предпочтительности входящего в него вектора управления по сравнению с другими. Поэтому, как правило, (1) является при данном подходе основным принципом решения многокритериальной задачи.

Формирование множества Парето осуществлялось приближёнными методами, исторически первым из которых был предложен анализ “стоимость - эффективность” [45]. На основе объективных моделей стоимости и эффективности рассматриваемой организационно-экономической системы определяют вектор управления, либо минимизирующий стоимость при фиксированной эффективности, либо максимизирующий эффективность при фиксированной стоимости. Современные варианты этого подхода вы-

ступают в форме методов [25, 34, 40, 41] последовательных уступок, последовательного игнорирования, ведущего критерия. Общий принцип заключается в том, что один из частных критериев фигурирует в виде ограничения, то есть, как таковой многокритериальный выбор не производится. Численная реализация этого подхода приводит к итерационной процедуре [43, 49], дискретизирующей даже модели с непрерывными критериальными функциями.

Однако анализ множества Парето есть лишь первый этап на пути поиска решения [1, 32], поскольку практически проблема управления организационно-экономическими системами заключается в выборе единственного варианта функционирования, причём на основе объективной информации.

Далее анализируются принципы агрегирования исходных критериев модели в виде метакритерия, приводящего к выбору единственного решения. Теоретическое обоснование агрегирования критериев сформировалось в многокритериальной теории полезности [17, 26, 35, 36, 38, 44, 48], в рамках которой совокупная полезность определяется как взвешенная сумма (агрегированный критерий) полезностей отдельных агентов (частных полезностей):

$$R = \sum_{k=1}^K u_k R_k(u) \text{ при } \sum_{k=1}^K u_k = 1,$$

где u_k – весовые коэффициенты критериев ($0 < u_k < 1$). Обосновано существование функции полезности при условии соответствия системы приоритетов экономических субъектов аксиомам рефлексивности, связности, транзитивности и некоторым другим.

Разработаны также другие, преимущественно эмпирические, варианты формирования агрегированных критериев [3, 13, 16, 23, 33]: метод главного критерия, в котором в качестве метакритерия фигурирует критерий одного агента; стимулирующие комплексные критерии, в которых более значимый частный критерий оказывает большее влияние на комплексный

критерий; штрафующие комплексные критерии, в которых более значимый частный критерий более существенно лимитирует комплексный критерий; степенные (мультипликативные) комплексные критерии, в которых предполагается зависимость результатов выбора по одному частному критерию от результатов выбора по другому критерию и др. Сравнительный анализ взвешенных аддитивных и мультипликативных агрегированных критериев проведён в [47, 50]. Существуют человеко-машинные варианты этого подхода в виде процедуры Дайера-Джиофириона [10], при которой ЛПР определяет градиент метакритерия, и метода Зайонца-Валлениуса [41], основанного на сужении множества значений вектора весовых коэффициентов также с учетом предпочтений ЛПР. Обзор современного состояния человеко-машинных процедур представлен в [19].

Особый класс методов агрегирования, развивающих штрафующие-стимулирующие подходы, основан на применении метакритерия в виде расстояния (в некоторой метрике) между Парето-оптимальными значениями критериев и предопределённым ЛПР значением вектора критериев: метод «идеальной точки» [37, 46], предполагающий минимизацию суммы квадратов отклонений компонентов вектора критериев от заданного ЛПР «идеального» значения вектора; выбор «по образцу» [24], при котором минимизируются нормированные отклонения от заданных значений критериев.

Также развитием штрафующие-стимулирующих подходов является метакритерий в виде максимина (минимакса), на основе которого выбирается управление [21, 22]

$$u = \arg \max_{u \in \bar{U}} \min_{k \in K} R_k[u]. \quad (3)$$

Критерий (3) предложен в [8] и наиболее глубоко исследован: для управлений, сформированных на основе (3) обоснована [32] оптимальность по Слейтеру в случае положительных и непрерывных критериальных функций, а если получаемое решение единственно – Парето-

то-оптимальность. Также доказано [39], что если частные критерии нормализованы

$$\bar{R}_k[u] = \frac{R_k[u]}{R_k^*}, k \in K,$$

$$R_k^* = \max_{u \in U} R_k[u], \quad (4)$$

то выбранное по условию (3) управление для положительных и непрерывных критериальных функций обеспечивает:

$$\bar{R}_i[u] = \bar{R}_j[u], i, j \in K, \quad (5)$$

что позволило определить условие (3) как принцип равной эффективности.

Таким образом, принципы агрегирования сводят многокритериальный выбор к оценке результатов функционирования организационно-экономических систем по некоторому комплексному критерию (метакритерию). Однако лишь в исключительных случаях для реально существующих мультиагентных систем возможно существование такого критерия. Вторым недостатком такого подхода является, как правило, отсутствие объективной информации о значимости частных критериев в организационно-экономических системах [51].

Поэтому актуальным является анализ конкретных типов систем и синтез метакритерия, адекватно учитывающего их особенности.

Дискретная модель оптимизации управления иерархическими системами

Непосредственное применение метакритерия (3) сопряжено с рядом вычислительных трудностей [7]. В случае непрерывных функций $R_k[u]$ функционал (3) не является непрерывно-дифференцируемым; в дискретном случае управление, удовлетворяющее (3), может быть найдено только численно, причём с увеличением количества критериев K и количества элементов множества U сложность решения [9], пропорциональная $U^3 + U \cdot K$, резко возрастает.

Далее формируется дискретная модель метакритерия (3), для чего на первом этапе определяется опорное множество управлений в соответствии с условиями

(4), (5):

$$U^* = \bar{U}^* \cup \overline{\bar{U}}^*,$$

$$\bar{U}^* = \left\{ u^* \in U \left| \begin{array}{l} u_k^* = \arg \max_{u \in U} R_k[u], \\ k \in K \end{array} \right. \right\},$$

$$\overline{\bar{U}}^* = \left\{ u^* \in U \left| \begin{array}{l} \bar{R}_i[u_k^*] = \bar{R}_j[u_k^*], \\ i \neq j, i, j, k \in K \end{array} \right. \right\}.$$

Подмножество \bar{U}^* включает в себя крайние точки выпуклого множества Парето в случае $\Pi \neq \emptyset$ согласно (4), в противном случае $\bar{U}^* = \emptyset$. Подмножество $\overline{\bar{U}}^*$ включает в себя согласованные управления (5), поэтому $\overline{\bar{U}}^* \neq \emptyset$ даже в случае $\Pi \neq \emptyset$.

На втором этапе проводится сравнительный анализ управлений $u_k^* \in U^*, k \in K$. Векторную характеристику перехода от управления u_n^* к управлению u_m^* можно обозначить как S^{nm} и выразить через нормализованные значения критериев:

$$S^{nm} = \sum_{k=1}^K \frac{R_k[u_m^*] - R_k[u_n^*]}{R_k^*} = \sum_{k=1}^K (\bar{R}_k[u_m^*] - \bar{R}_k[u_n^*]), n, m \in K. \quad (6)$$

При $S^{nm} > 0$ управление u_m^* является более предпочтительным по векторному критерию, чем управление u_n^* , так как суммарный прирост эффективности превышает суммарные потери эффективности без учета относительной значимости критериев.

В случае неравнозначности критериев, определяемой вектором коэффициентов значимости $u_k, k = 1, \dots, K$, соответствующее выражение примет вид:

$$S^{nm} = \sum_{k=1}^K u_k (\bar{R}_k[u_m^*] - \bar{R}_k[u_n^*]), n, m \in K. \quad (7)$$

Некоторый вектор управления u_m^* комплексно оценивается суммой относительных изменений критериев системы при переходе к управлению u_m^* от других

$$\begin{aligned}
 & u_k^* \in U^*, k \in K : \\
 T^m &= \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m}}^K S^{jm} = \\
 &= \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m}}^K \sum_{k=1}^K (\bar{R}_k [u_m^*] - \bar{R}_k [u_j^*]) = \\
 &= \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m}}^K \sum_{k=1}^K \bar{R}_k [u_m^*] - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m}}^K \sum_{k=1}^K \bar{R}_k [u_j^*] = \\
 &= (K-1) \sum_{k=1}^K \bar{R}_k [u_m^*] - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m}}^K \sum_{k=1}^K \bar{R}_k [u_j^*],
 \end{aligned} \tag{8}$$

$m \in K$.

При неравнозначности критериев выражение примет вид:

$$T^m = (K-1) \sum_{k=1}^K u_k \bar{R}_k [u_m^*] - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m}}^K \sum_{k=1}^K u_k \bar{R}_k [u_j^*]. \tag{9}$$

Параметр T^m является количественной характеристикой относительной предпочтительности управления u_m^* по сравнению с другими управлениями u_k^* , $k \neq m, k \in K$. Поэтому параметр T^m может использоваться в качестве метакритерия выбора согласованного управления.

На третьем этапе выбирается управление, минимизирующее максимальные потери агентов системы:

$$u = \arg \max_{m \in K} T^m [u]. \tag{10}$$

Предлагаемая многокритериальная модель выбора управления сводит непрерывную задачу (1), (6) к дискретной задаче размерности $2K-1$. Причём, если среди опорных управлений U^* существует управление, удовлетворяющее принципу максимина, то метакритерий T достигает максимума при этом управлении; если ни одно из опорных управлений не соответствует принципу максимина, в том числе при $\Pi \neq \emptyset$, то критерий T минимизирует отклонение:

$$u = \arg \min_{u \in U} \left(\max_{m \in K} T^m - \max_{u \in U} \min_{k \in K} \bar{R}_k [u] \right).$$

Модели выбора коэффициентов значимости

Выбор коэффициентов значимости оказывает существенное влияние на результат решения задачи (10). Информация о значимости критериев формируется либо путём ретроспективного анализа функционирования организационно-экономической системы, либо на основе выбора новых целей системы с позиций сбалансированного изменения критериев [31]. Если в качестве критериев системы фигурируют прибыли агентов, то формализовать первый и второй подходы можно на основе баланса рентабельностей подразделений системы. Определим рентабельность в виде:

$$r_i (u^j) = \frac{R_i (u^j)}{C_i}, \quad i = 1, \dots, K, \quad j = 1, \dots, K,$$

где C_i – издержки i -го агента.

Ранее широко использовался принцип равных рентабельностей агентов [27-30, 42]. Было доказано [20], что такой подход обеспечивает согласованное распределение дохода между агентами организационно-экономической системы. Формально принцип равных рентабельностей для определения коэффициентов значимости выражается следующим соотношением:

$$\frac{r_i}{r_j} = \frac{u_i}{u_j} = 1, \quad i = 1, \dots, K, \quad j = 1, \dots, K,$$

откуда следует

$$r_i u_j = r_j u_i, \quad i = 1, \dots, K, \quad j = 1, \dots, K. \tag{11}$$

Обеспечивая целенаправленное воздействие вектора коэффициентов значимости на развитие организационно-экономической системы, можно усовершенствовать модель (11). Подход адаптирующих рентабельностей

$$r_i u_j = a_{ij} r_j u_i, \quad i = 1, \dots, K, \quad j = 1, \dots, K \tag{12}$$

позволяет обеспечить возрастание показателей рентабельности последующего подразделения в цепи вертикально-интегрированной системы при

$$a_{ij} > 1, \quad i = 1, \dots, K, \quad j = 1, \dots, K \tag{13}$$

или убывание этих показателей при $a_{ij} < 1, i = 1, \dots, K, j = 1, \dots, K.$ (14)

Параметр α предлагается называть коэффициентом стимулирования, так как в соответствии с условием (12) этот показатель характеризует отклонение формируемого решения многокритериальной задачи от принципа равных рентабельностей. Например, при вертикальной интеграции в системе «производственный сектор – сектор оптовых продаж – сектор розничных продаж» при условии (13) коэффициенты значимости из системы (12) будут назначаться таким способом, что рентабельность производственного сектора будет ниже рентабельности сектора оптовых продаж, а рентабельность оптовых продаж – ниже, чем розничных. Этот механизм позволит повысить рентабельность и соответственно прибыль розничной сети холдинга, поскольку будет стимулировать такие процессы, как снижение издержек на реализацию, повышение продаж. При условии (14) объектом стимулирования является производственное предприятие, повышение рентабельности которого обеспечивается снижением издержек, внедрением новых ресурсосберегающих технологий, оптимизацией планов производства, оптимизацией организационной структуры производственного предприятия.

Моделирование многокритериального управления в вертикально-интегрированной корпоративной системе

Далее рассматривается вертикально-интегрированная система предприятий по производству и реализации оконного профиля ОАО «Группа компаний «СОК», г. Самара, структурированная по принципу: «производственный сектор – сектор оптовых продаж – сектор розничных продаж». Критерии оптимальности секторов выражают их прибыль и имеют вид:

$$\begin{aligned} \max R_1 &= Q_1(Q_2)p_1 - (x_1(Q_1)p_{11} + \\ &+ x_2(Q_1)p_{12} + CF_1), \\ \max R_2 &= Q_2(Q_3)p_2 - Q_2(Q_3)p_1 - CF_2, \\ \max R_3 &= Q_3(p_3)p_3 - Q_3(p_3)p_2 - CF_3, \end{aligned}$$

где $p_k, k = 1, 2$ – вектор внутрикорпоративных цен, являющийся параметром управления; p_3 – цена спроса на конечную продукцию; $Q_3(p_3)$ – функция конечного спроса; $Q_2(Q_3)$ – функция заказа или производного спроса, совпадающая для оптового и производственного сектора $Q_2(Q_3) \equiv Q_1$ при условии отсутствия складских остатков; $x_1(Q_1), x_2(Q_1)$ – функции спроса на производственные ресурсы: пластиковое сырьё и электроэнергию; p_{11}, p_{12} – закупочные цены сырья и электроэнергии; $CF_k, k = 1, 2, 3$ – вектор фиксированных издержек агентов.

Ограничения на вектор управления имеют вид:

$$\left\{ \begin{aligned} p_1 &\geq (r_1 + 1) \frac{(p_{11}x_1(Q_1) + p_{12}x_2(Q_1) + CF_1)}{Q_1(Q_2)}, \\ p_1 &\leq \frac{p_2}{r_2 + 1} - \frac{CF_2}{Q_2(Q_3)}, \\ p_2 &\geq (r_2 + 1) \left(p_1 + \frac{CF_2}{Q_2(Q_3)} \right) \\ p_2 &\leq \frac{p_3}{r_3 + 1} - \frac{CF_3}{Q_3(p_3)}, \end{aligned} \right. \quad (15)$$

$$\left\{ \begin{aligned} x_1(Q_1) &= Q_1, \\ x_2(Q_1) &= \sqrt{\frac{Q_1 - 0,999999996 - 4,94 \times 10^{-8}}{10,34 \times 10^{-11}}} \end{aligned} \right. \quad (16)$$

$$\left\{ \begin{aligned} Q_1(Q_2) &= 55,36 \times 10^9 Q_2^2 + 30,85 \times 10^{15} Q_2, \\ Q_2(Q_3) &= Q_3, \end{aligned} \right. \quad (17)$$

$$Q_3(p_3) = -221501,5 p_3 + 37167953 \quad (18)$$

где $r_k, k = 1, 2, 3$ – коэффициенты рентабельности секторов в предшествующем периоде. Ограничения (15) выражают требование рентабельного функционирования всех секторов; функции спроса на ресурсы (16), функции заказа (17) и функция конечного спроса (18) определены стати-

стически по данным предшествующих периодов.

На первом этапе определяются для нескольких вариантов цены спроса ($p_3 = 85$ руб./м – цена, сложившаяся в 2011 г., $p'_3 = 83,9$ руб./м, $p''_3 = 87$ руб./м – возможные изменения цены в соответствии с колебаниями спроса, имевшими место в 2008-2010 гг.); векторы управления $u_k^*, k = 1, 2, 3$, оптимальные по каждому из критериев в отдельности; рассчитываются значения прибыли секторов $R_k(u_k^*), k = 1, 2, 3$ и холдинга в целом $R_\Sigma(u_k^*), k = 1, 2, 3$ при таких векторах управления; определяются нормированные значения прибыли секторов $\bar{R}_k(u_k^*), k = 1, 2, 3$ и коэффициенты рентабельности (табл. 1).

Анализ табл. 1 показывает, что оптимальные решения принимают граничные значения в соответствии с линейным характером изменения целевых функций агентов системы; общая прибыль холдинга не зависит от изменения выбранного управления; каждый сектор вертикально-интегрированной системы достигает максимума прибыли при управлении, полученном при максимизации соответствующего критерия; рентабельность секторов снижается при переходе от управления, оптимального для данного сектора, к другим управлениям и возрастает с увеличением рыночной стоимости продукции.

Второй этап заключается в выборе коэффициентов значимости путём варьирования коэффициента стимулирования α , а на третьем этапе формируются оптимальные решения для различных значений этого коэффициента.

Таблица 1. Результаты первого этапа решения многокритериальной задачи

Параметр	Рыночная цена продукции, руб./м								
	83,90			85,00			87,00		
	u_1^*	u_2^*	u_3^*	u_1^*	u_2^*	u_3^*	u_1^*	u_2^*	u_3^*
Вектор параметров управления – внутрикорпоративных цен, руб.									
$p_1(u_k^*)$	73,28	69,92	69,92	74,24	69,26	69,26	75,97	68,06	68,06
$p_2(u_k^*)$	79,12	79,12	75,76	80,16	80,16	75,17	82,04	82,04	74,12
Прибыль секторов и холдинга, млн. руб.									
$R_1(u_k^*)$	113,35	50,80	50,80	141,09	49,66	49,66	189,27	47,62	47,62
$R_2(u_k^*)$	19,76	82,32	19,76	19,76	111,20	19,76	19,76	161,41	19,76
$R_3(u_k^*)$	10,70	10,70	73,25	10,70	10,70	102,13	10,70	10,70	152,34
$R_\Sigma(u_k^*)$	143,81	143,81	143,81	171,55	171,55	171,55	219,73	219,73	219,73
Нормированная прибыль секторов									
$\bar{R}_1(u_k^*)$	1,00	0,62	0,69	1,00	0,45	0,49	1,00	0,30	0,31
$\bar{R}_2(u_k^*)$	0,17	1,00	0,27	0,14	1,00	0,19	0,10	1,00	0,13
$\bar{R}_3(u_k^*)$	0,09	0,13	1,00	0,08	0,10	1,00	0,06	0,07	1,00
Коэффициент рентабельности секторов									
$r_1(u_k^*)$	0,0908	0,0407	0,0407	0,1156	0,0407	0,0407	0,1617	0,0407	0,0407
$r_2(u_k^*)$	0,0136	0,0593	0,0142	0,0136	0,0818	0,0145	0,0136	0,1235	0,0151
$r_3(u_k^*)$	0,0069	0,0069	0,0493	0,0069	0,0069	0,0701	0,0069	0,0069	0,1084

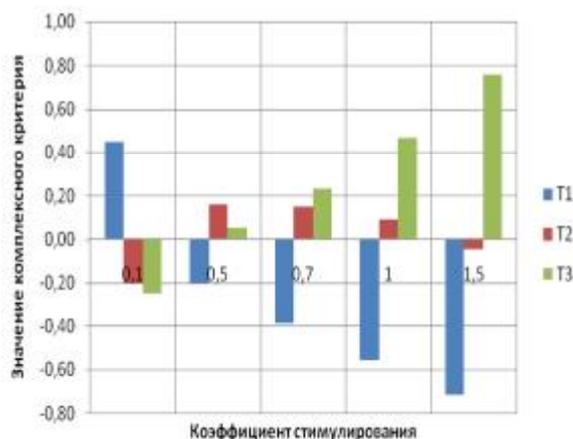


Рис. 1. Значения комплексных критериев

На рис. 1 показаны значения комплексных критериев при различных коэффициентах стимулирования. Как видно, при $0 \leq a < 0,5$ цели вертикально-интегрированной системы наилучшим образом отражает управление (вектор цен), оптимальное по критерию производственного сектора; при $a = 0,5$ будет сформировано управление, оптимальное по критерию сектора оптовых продаж; при $a > 0,5$ – по критерию розничных продаж.

Заключение

Таким образом, предложен приближённый метод решения многокритериальных задач формирования управления в иерархических системах, имеющий следующие преимущества.

Принцип максимина, на котором основан метод, при непосредственном при-

менении приводит к итерационной процедуре, которая в случае большого количества критериев усложняет алгоритмизацию решения задачи; указанная процедура сводится к алгебраическому сравнению скалярных метакритериев T , вычисленных для Парето-оптимальных управлений.

Предложенный метакритерий имеет определенную экономическую интерпретацию и является экономически обоснованным для иерархических организационно-экономических систем; этот критерий является комплексной количественной характеристикой относительной предпочтительности компромиссно-оптимального управления по сравнению с другими Парето-оптимальными управлениями. Следовательно, метакритерий выражает цели иерархической системы более объективно, чем принятые для подобных задач аддитивные критерии.

Кроме того, в реальных задачах оптимизации управления в организационно-экономических системах могут возникать случаи, когда ни одно из найденных Парето-оптимальных управлений не является компромиссно-оптимальным с точки зрения принципа максимина. При этом практически значимым будет управление, наиболее близкое к компромиссно-оптимальному по принципу максимина, и метакритерий является действенным инструментом выбора такого управления.

Библиографический список

1. Айзерман, М.А. Выбор вариантов (основы теории) [Текст]/ М.А. Айзерман, Ф.Т. Алескеров. – М.: Наука, 1990.
2. Баркалов, П.С. Задачи распределения ресурсов в управлении проектами [Текст]/ П.С. Баркалов, И.В. Буркова, А.В. Глаголев/ [и др.]. – М.: ИПУ РАН, 2002.
3. Брахман, Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернатив [Текст]/ Т.Р. Брахман. – М.: Радио и связь, 1984.
4. Бурков, В.Н. Модели и механизмы распределения затрат и доходов в рыночной экономике [Текст]/ В.Н.Бурков, И.А. Горгидзе, Д.А.Новиков, Б.С. Юсупов. – М.: ИПУ РАН, 1997.
5. Бурков, В.Н. О противозатратных критериях функционирования систем [Текст]/ В.Н. Бурков, С.М. Кулаков, А.Г. Дьячко // Изв. вузов. Черная металлургия. - 1989. - № 8. - С. 4-11.
6. Вилкова, Н.Н. Противозатратный механизм внутрифирменного ценообразования [Текст]/ Н.Н. Вилкова, А.Р. Кашенков, М.Н. Трапезова // Управление

большими системами. - 2000. - №2. - С. 16-18.

7. Гераськин, М.И. Модели оптимизации управления неиерархическими системами корпораций при межкорпоративных взаимодействиях [Текст]/ М.И. Гераськин // Проблемы управления. - 2010. - №5. - С. 28-38.

8. Гермейер, Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами [Текст]/ Ю.Б. Гермейер. - М.: Наука, 1976.

9. Гилл, Ф. Численные методы условной оптимизации [Текст]/ Ф. Гилл, У. Мюррей. - М.: Мир, 1977.

10. Дайер, Дж. Многоцелевое программирование с использованием человеко-машинных процедур [Текст]/ Дж. Дайер // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. - М.: Мир, 1976. - С. 28-44.

11. Дементьев, В.Е. Интеграция предприятий и экономическое развитие [Текст]/ В.Е. Дементьев. - М.: ЦЭМИ РАН, 1998.

12. Дементьев, В.Е. Становление ФПГ и ТФПГ в российской экономике [Текст]/ В.Е. Дементьев. - М.: ЦЭМИ РАН, 1998.

13. Дубов, В.А. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем [Текст]/ В.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. - М.: Наука, 1986.

14. Заложнев, А.Ю. Внутрифирменное управление. Оптимизация процедур функционирования / А.Ю. Заложнев. - М.: ПМСОФТ, 2005.

15. Заложнев, А.Ю. О распределении финансового результата между центром затрат и центрами прибыли [Текст]/ А.Ю. Заложнев, А.Ю. Клыков // Управление большими системами. - 2005. - №11. - С.51-52.

16. Карлин, С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике [Текст]/ С. Карлин. - М.: Мир, 1964.

17. Кини, Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения [Текст]/ Р.Л. Кини, Х. Райфа. - М.: Радио и связь, 1981.

18. Ларичев, О.И. Объективные модели и субъективные решения [Текст]/ О.И. Ларичев. - М.: Наука, 1987.

19. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений [Текст]/ О.И. Ларичев. - М.: Университетская книга, Логос, 2006.

20. Лысаков, А.В. Договорные отношения в управлении проектами [Текст]/ А.В. Лысаков, Д.А. Новиков. - М.: ИПУ РАН, 2004.

21. Машунин, Ю. К. Моделирование производственных и региональных систем на основе векторной оптимизации [Текст]/ Ю. К. Машунин. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2010.

22. Машунин, Ю.К. Методы и модели векторной оптимизации [Текст]/ Ю.К. Машунин - М.: Наука, 1986.

23. Меркурьев, В.В. Семейство сверток векторного критерия для нахождения точек множества Парето [Текст]/ В.В. Меркурьев, В.А. Молдавский // Автоматика и телемеханика. - 1979. - №1. - С.110-122.

24. Микони, С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив. [Текст]/ С.В. Микони. - СПб.: Издательство Лань, 2009.

25. Михалевич, В.С. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем [Текст]/ В.С. Михалевич, В.Л. Волкович. - М.: Наука, 1982.

26. Нейман, Дж. Теория игр и экономическое поведение [Текст]/ Дж. Нейман, О. Моргенштерн. - М.: Наука, 1970.

27. Новиков, Д.А. Институциональное управление организационными системами [Текст]/ Д.А. Новиков. - М.: ИПУ РАН, 2004.

28. Новиков, Д.А. Курс теории активных систем. Сер. Информатизация России на пороге XXI века [Текст]/ Д.А. Новиков, С.Н. Петраков. - М.: СИНТЕГ, 1999.

29. Новиков, Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд [Текст]/ Д.А. Новиков. - М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2008.

30. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами [Текст]

/ Д.А. Новиков. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2005.

31. Ногин, В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход [Текст]/ В. Д. Ногин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.

32. Подиновский, В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач [Текст]/ В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982.

33. Полищук, Л.И. Об обобщенных критериях с коэффициентами важности в задачах векторной оптимизации [Текст]/ Л.И. Полищук // Автоматика и телемеханика. - 1982. - №2. - С.55-60.

34. Руа, Б. Проблемы и методы принятия решений в задачах с многими целевыми функциями [Текст]/ Б.Руа // Вопросы анализа принятия решения. – М.: Мир. 1976. - С. 21-58.

35. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст]/ Т. Саати, К. Керне. – М.: Радио и связь, 1991.

36. Саати, Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети [Текст]/ Т. Саати. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.

37. Салуквадзе, М.Е. О задаче линейного программирования с векторным критерием качества / М.Е. Салуквадзе // Автоматика и телемеханика. - 1972. - №5. - С. 99-105.

38. Фишхоф, В.Г. Субъективная ожидаемая полезность: модель принятия решений [Текст]/ В.Г. Фишхоф, Б.Г. Гольтейн, З.Р. Шапиро // Процедуры оценивания многокритериальных объектов. – М.: ВПИИСИ, 1984. С. 24-46.

39. Хоменюк, В.В. Элементы теории многоцелевой оптимизации [Текст]/ В.В. Хоменюк. – М.: Наука, 1983.

40. Черноруцкий, И.Г. Методы принятия решений [Текст]/ И.Г. Черноруцкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

41. Штойер, Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения [Текст]/ Р.Штойер. – М.: Радио и связь, 1992.

42. Щепкин, А.В. Внутрифирменное управление (модели и методы) [Текст]/ А.В. Щепкин. – М.: ИПУ РАН, 2001.

43. Arman, R. Solving multi-objective programming problems by discrete representation [Text]/ R.Arman // Optimization. - 1989. - №4. - P. 483-492.

44. Day, R.H. Rational choice of economic behavior [Text]/ R.H. Day // Theory of decision. - 1997. - №1. - P. 47-58.

45. Houston, M.C. Observations on the theoretic bases of costeffectiveness [Text]/ M.C. Houston, G. Ogawa // Operations Research. - 1966. - V. 14. - № 2. - P. 20-32.

46. Khanh, P.Q. Optimality conditions via norm scalarization in vector optimization [Text]/ P.Q. Khanh // SIAM Journal Control and optimization. 1993. №3. P. 646-658.

47. Köksalan, M. Multiple Criteria Decision Making: From Early History to the 21st Century [Text]/ M. Köksalan, J. Wallenius, S. Zionts. – Singapore: World Scientific, 2011.

48. Smith, G.R. Logical decision: multi-measure decision analysis software [Text]/ G.R. Smith, F. Speiser. – CO: PDQ Printing, 1991.

49. Tarvainen, K. Generating Pareto-optimal alternatives by a nonfeasible hierarchical method [Text]/ K. Tarvainen // Journal Optimization: theory and applications. - 1994. - №1. - P. 181-185.

50. Triantaphyllou, E. Multi-criteria Decision-Making Methods: A Comparative Study [Text]/ E. Triantaphyllou // Applied Optimization series. - 2000. - №44. - P. 289.

51. Vari, A. Selecting Decision Support Methods in Organizations [Text]/ A. Vari // Journal of Applied Systems Analysis. - 1994. - V. II. - P. 23-36.

MODELS OF DISCRETE MULTYCRITERION OPTIMIZATION FOR HIERARCHICAL SYSTEMS OF CORPORATIONS

© 2012 M. I. Geraskin

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents a method of modeling discrete choice of the control vector on the basis of an aggregate criterion (metacriterion), which is the minimum of aggregate relative losses of the agents of hierarchical organizational-economic systems of the vertical-integrated type. Models of criteria priority account based on comparative analysis of the system agents' profitability are developed.

Hierarchical vertical-integrated system, multicriterion optimization, Pareto set, metacriterion, max-min principle, profitability.

Сведения об авторе

Гераськин Михаил Иванович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой математических методов в экономике, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: innovation@ssau.ru. Область научных интересов: анализ экономико-математических моделей и методов корпоративного управления.

Geraskin Mikhail Ivanovich, doctor of economics (PhD), professor, head of the department of mathematical methods in economics (Samara State Aerospace University). E-mail: innovation@ssau.ru. Area of research: analysis of economic-mathematical models and methods of corporate management.

ББК65.23

УДК 338.45, 330.42

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ЦИКЛОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОДШИПНИКОВОЙ ОТРАСЛИ

© 2012 М. И. Гераськин, В. В. Егорова

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Разработана экономико-математическая модель задачи формирования производственной программы предприятия с учётом оптимизации производственно-финансовых циклов, обоснован состав критериев оптимальности, определены управляющие воздействия в виде остатков имущества и обязательств, сформирован комплекс практически важных ограничений.

Организация производства, цикл, период оборота дебиторской и кредиторской задолженности, оптимизация, производственная программа, производственные запасы.

Введение

Проблема оптимизации производственной программы промышленного предприятия актуальна в условиях циклической динамики конъюнктуры спроса на рынках товаров и факторов. Особое значение эта проблема приобретает для промышленных предприятий, продукция которых выступает в качестве ресурсов производства товаров конечного потребления, то есть спрос на продукцию которых является производным, что характерно для заводов подшипниковой отрасли. Производственные программы таких хозяйствующих субъектов существенно зависят от колебаний спроса на продукцию конечного потребления. Причём именно для подобных предприятий в силу естественной инерционности серийных производств такие негативные процессы, как снижение оборачиваемости товарно-материальных запасов и рентабельности активов, имеют проградцентную тенденцию. В условиях позаказного планирования производства оптимальное распределение ресурсов позволяет снизить запасы невостребованной продукции и достичь равномерной загрузки оборудования [1, 4, 17].

В связи с многономенклатурным характером производства в подшипниковой отрасли актуально применение оптимиза-

ционных экономико-математических моделей, учитывающих комплекс критериев эффективности, многомерный вектор производственной программы в качестве параметров управления, а также систему практически значимых ограничений на состояние предприятия с последующим численным моделированием.

Основными количественными показателями циклической динамики производства являются продолжительности операционного, финансового и производственного циклов, которые показывают степень эффективности использования оборотных средств предприятия [2,9].

Методология анализа производственно-финансовых циклов

В зависимости от типа активов или капитала, оборачиваемость которых влияет на результирующий показатель, различают:

- финансовый цикл;
- производственный цикл;
- операционный цикл.

Производственный цикл предприятия характеризует период полного оборота материальных элементов оборотных активов, необходимых для обслуживания производственного процесса, начиная с момента поступления сырья, материалов и полуфабрикатов на предприятие и заканчивая моментом отгрузки изготовленной

из них готовой продукции покупателям [6,10,11].

Продолжительность производственного цикла предприятия $T_{\text{пц}}$ определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{пц}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{нзп}} + T_{\text{гп}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{пз}}$ – средняя продолжительность оборота производственных запасов; $T_{\text{нзп}}$ – средняя продолжительность оборота незавершённого производства; $T_{\text{гп}}$ – средняя продолжительность оборота готовой продукции.

Время от момента приобретения сырья и материалов (комплектующих) до момента поступления денег на счёт предприятия от продажи продукции называют операционным или производственно-коммерческим циклом:

$$T_{\text{опц}} = T_{\text{пц}} + T_{\text{дбз}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{дбз}}$ – средняя продолжительность оборота дебиторской задолженности.

Финансовый цикл представляет собой период оборота денежных средств, начиная с момента погашения кредиторской задолженности за приобретённые товарно-материальные ценности (ТМЦ) и заканчивая инкассацией дебиторской задолженности за реализованную продукцию, изготовленную из соответствующих ТМЦ. Расчётная формула для финансового цикла имеет вид:

$$T_{\text{фц}} = T_{\text{пц}} + T_{\text{дбз}} - T_{\text{кдз}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{кдз}}$ – средняя продолжительность оборота кредиторской задолженности.

Продолжительность оборота производственных запасов является функцией оборачиваемости производственных запасов:

$$K_{\text{пз}} = \frac{C}{Z_{\text{пз}}}, \quad (4)$$

$$T_{\text{пз}} = \frac{T}{K_{\text{пз}}}, \quad (5)$$

где $K_{\text{пз}}$ – коэффициент оборачиваемости производственных запасов; C – себестоимость продукции за период; $Z_{\text{пз}}$ – сред-

няя за период стоимость производственных запасов; T – продолжительность периода.

Коэффициент оборачиваемости и продолжительность оборота запасов готовой продукции рассчитываются по формулам [18]:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C}{Z_{\text{гп}}}, \quad (6)$$

$$T_{\text{гп}} = \frac{T}{K_{\text{гп}}}, \quad (7)$$

где $K_{\text{гп}}$ – коэффициент оборачиваемости готовой продукции; $Z_{\text{гп}}$ – средняя за период стоимость готовой продукции.

Коэффициент оборачиваемости незавершённого производства (НЗП) и продолжительность одного оборота рассчитываются по формулам:

$$K_{\text{нзп}} = \frac{C}{Z_{\text{нзп}}}, \quad (8)$$

$$T_{\text{нзп}} = \frac{T}{K_{\text{нзп}}}, \quad (9)$$

где $K_{\text{нзп}}$ – коэффициент оборачиваемости незавершённого производства; $Z_{\text{нзп}}$ – средняя за период стоимость остатков незавершённого производства [22].

Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности и продолжительности одного оборота рассчитываются по формулам:

$$K_{\text{дбз}} = \frac{R}{Z_{\text{дбз}}}, \quad (10)$$

$$T_{\text{дбз}} = \frac{T}{K_{\text{дбз}}}, \quad (11)$$

где $K_{\text{дбз}}$ – коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности; R – выручка от продажи продукции за период; $Z_{\text{дбз}}$ – средняя за период стоимость дебиторской задолженности.

Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности и продолжительности одного оборота рассчитываются по формулам:

$$K_{\text{кдз}} = \frac{R}{Z_{\text{кдз}}}, \quad (12)$$

$$T_{\text{кдз}} = \frac{T}{K_{\text{кдз}}}, \quad (13)$$

где $K_{\text{кдз}}$ – коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности; $Z_{\text{кдз}}$ – средняя за период стоимость кредиторской задолженности.

Положительной тенденцией развития организации считается [14, 15] уменьшение продолжительности финансового цикла, которое можно достичь путём:

- сокращения производственного цикла, включающего сокращение периода оборота запасов, незавершённого производства и готовой продукции;

- уменьшения периода оборота дебиторской задолженности;

- увеличения периода кредиторской задолженности (при этом необходимо контролировать выполнение сроков расчётов, не допуская существенных штрафных санкций).

Анализ производственно-финансовых циклов

Далее рассматривается система планирования производственной программы на предприятии подшипниковой промышленности на примере ООО «Завод приборных подшипников (ЗПП)», г. Самара и рассчитываются соответствующие производственно-финансовые циклы.

Основой процесса планирования является формирование плана продаж, который включает в себя:

- комплекс заказов потребителей, систематизированных по периодам выполнения;

- план-прогноз реализации продукции, основанный на статистических показателях сбыта;

- расчёты остатков и показателей движения готовой продукции.

В силу значительной продолжительности технологического цикла подшипникового производства (в среднем три месяца) портфель заказов на плановый период (год) формируется в начале последнего квартала предыдущего периода. Однако вследствие непрерывного потока заказов

и их корректировки разработка плана производства основана на прогнозах, базирующихся на статистическом анализе динамики выпуска прошлых лет и ретроспективном анализе остатков и движения готовой продукции.

Формирование плана производства на основе плана продаж осуществляется следующим образом. На первом этапе оценивается потребность в материальных ресурсах. В случае недостаточности запасов сырья и материалов выполнение заказов откладывается на конец планового периода, что отрицательно сказывается на равномерности производства. На втором этапе укрупнённо оцениваются производственные мощности. На третьем этапе в процессе осуществления плана производства производственные мощности корректируются в целях соблюдения сроков выполнения и обеспечения ритмичности выпуска.

Процесс разработки производственной программы на предприятии представлен на рис. 1. Динамика продолжительности производственного, финансового и операционного циклов за период 2007-2010 гг. представлена на рис. 2.

Анализ ритмичности и цикличности производственного процесса на предприятии позволил сделать следующие выводы. Во-первых, имеют место значительные колебания остатков НЗП и готовой продукции, что обуславливает существенные колебания производственного цикла (табл. 1). Во-вторых, аналогичная колебательная динамика имеет место для показателей сроков оборота дебиторской и кредиторской задолженности, что обуславливает нестабильность финансового и операционного циклов (табл. 2). В-третьих, для подшипникового производства характерны высокие значения продолжительности производственного, финансового и операционного циклов, которая существенно превышает 3-месячный технологический цикл (табл. 2, рис. 2). В-четвёртых, продолжительность финансового цикла систематически ниже продолжительности производственного и опера-

ционного циклов, что свидетельствует о решающей роли темпов оборота кредиторской задолженности в циклической динамике подшипникового производства. Подшипниковая отрасль относится к типу олигопсонии на рынке факторов производства, а для таких рыночных состояний характерно влияние покупателя на дина-

мику расчетно-платежных операций [3, 5, 13, 16].

Наконец, анализ операционного цикла (табл. 3) показывает, что наибольшее влияние на его продолжительность оказывают периоды оборота производственных запасов и готовой продукции.



Рис. 1. Процесс разработки производственной программы

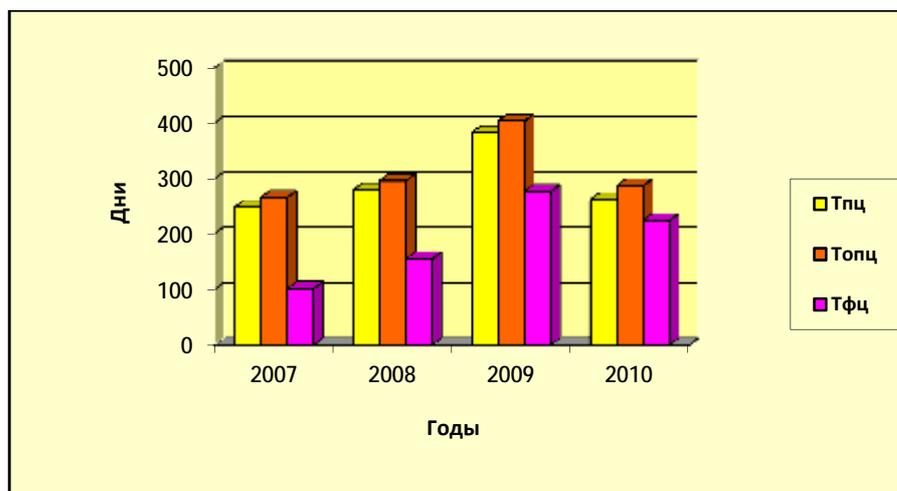


Рис. 2. Динамика продолжительности циклов (дней)

Таблица 1. Показатели оборачиваемости производственного цикла в 2007-2010 гг.

Показатель	2007	2008	2009	2010
$K_{ПЗ}$	3,47	3,09	2,33	3,39
$T_{ПЗ}$, дни	104	117	155	106
$K_{ГП}$	3,78	3,21	2,22	3,42
$T_{ГП}$, дни	95	112	162	105
$K_{НЗП}$	7,51	7,2	5,57	7,03
$T_{НЗП}$, дни	48	50	65	51
$T_{ПЦ}$	247	279	382	262

Таблица 2. Показатели оборачиваемости операционного и финансового циклов в 2007-2010 гг.

Показатель, дни	2007	2008	2009	2010
$T_{ПЗ}$	104	117	155	106
$T_{ГП}$	95	112	162	105
$T_{НЗП}$	48	50	65	51
$T_{ДБЗ}$	19	17	21	25
$T_{КДЗ}$	165	142	126	64
$T_{ОПЦ}$	266	296	403	287
$T_{ФЦ}$	101	154	277	223

Таблица 3. Структура операционного цикла

Показатель, дни	2007	2008	2009	2010
$T_{ПЗ}$	0,39	0,40	0,38	0,37
$T_{НЗП}$	0,18	0,17	0,16	0,18
$T_{ГП}$	0,36	0,38	0,40	0,37
$T_{ДБЗ}$	0,07	0,06	0,05	0,09
$T_{ОПЦ}$	1,00	1,00	1,00	1,00

Таким образом, выявлены основные критерии оптимизации производственной программы предприятия подшипниковой отрасли – продолжительности производственного, финансового и операционного циклов, роль которых в экономико-математической модели оптимизации рассматривается ниже.

Модель оптимизации производственно-финансовых циклов

Экономико-математическое моделирование и оптимизация производственной программы предприятия нацелены на формирование оптимальной номенклатуры выпуска и обеспечение одной или нескольких наиболее важных с экономической точки зрения целей (максимизации валовой прибыли, максимизации объема реализованной продукции, минимизации совокупной себестоимости, максимизации использования мощностей предприятия) [20, 23, 24, 25]. Необходимым условием

использования оптимизационного подхода к планированию и управлению является гибкость, альтернативность производственно-хозяйственных ситуаций, в условиях которых принимаются планово-управленческие решения [19, 21].

Ряд моделей оптимизации основаны на критериях минимизации производственных запасов, запасов готовой продукции и товаров, составляющих значительную часть материальных оборотных средств [7, 8, 12].

На основе проведенного выше анализа динамики подшипникового производства из общего критерия

$$\min T_{ФЦ} = \min(T_{ПЦ} + T_{ДБЗ} - T_{КДЗ}) \quad (14)$$

можно сформировать следующий комплекс критериев эффективности:

$$\begin{cases} \min T_{\text{ПЦ}} = \min(T_{\text{ПЗ}} + T_{\text{НЗП}} + T_{\text{ГП}}), \\ \min T_{\text{ДБЗ}} = \min \frac{T}{R} Z_{\text{ДБЗ}}, \\ \max T_{\text{КДЗ}} = \max \frac{T}{R} Z_{\text{КДЗ}}. \end{cases} \quad (15)$$

Поскольку компоненты $T_{\text{ПЗ}}$ могут быть взаимно противоречивы, то комплекс критериев эффективности приобретает вид:

$$\begin{cases} \min T_{\text{ПЗ}} = \min \frac{T}{C} Z_{\text{ПЗ}}, \\ \min T_{\text{НЗП}} = \min \frac{T}{C} Z_{\text{НЗП}}, \\ \min T_{\text{ГП}} = \min \frac{T}{C} Z_{\text{ГП}}, \\ \min T_{\text{ДБЗ}} = \min \frac{T}{R} Z_{\text{ДБЗ}}, \\ \max T_{\text{КДЗ}} = \max \frac{T}{R} Z_{\text{КДЗ}}. \end{cases} \quad (16)$$

В этих выражениях функции критериев от параметров управления определены с учетом формул (4)-(13). Вектор параметров управления включает в себя средние за период значения соответствующих остатков имущества и обязательств: $Z = \{Z_{\text{ПЗ}}, Z_{\text{НЗП}}, Z_{\text{ГП}}, Z_{\text{ДБЗ}}, Z_{\text{КДЗ}}\}$. (17)

Далее формируются основные ограничения на оптимизируемые параметры. Основываясь на нормативном способе планирования, формализуются нормативы, исходя из условий постоянства остатков ТМЦ и равенства их нормативным значениям:

$$\left\{ \bar{K}, \bar{M}, \bar{P} \right\} = \begin{cases} \Delta Z(\bar{K}, \bar{M}, \bar{P}) = 0, \\ Z(\bar{K}, \bar{M}, \bar{P}) = \bar{Z}, \end{cases} \quad (18)$$

где вектор средних значений остатков $Z = \{Z_{\text{ПЗ}}, Z_{\text{НЗП}}, Z_{\text{ГП}}\}$, (19)

вектор приращений остатков $\Delta Z = Z^K - Z^O = 2 \cdot (Z - Z_o)$, (20)

Z^K, Z^O – конечные и начальные значения остатков ТМЦ; K – объем закупок ТМЦ в стоимостном выражении; M – объем отпусков ТМЦ на производство в стоимостном выражении; P – объем выпуска про-

дукции по себестоимости; символы с верхней чертой выражают нормативные значения.

Относительные отклонения от норм можно определить следующим образом:

$$d_K = \frac{K}{\bar{K}}, d_M = \frac{M}{\bar{M}}, d_P = \frac{P}{\bar{P}}. \quad (21)$$

Фактические значения динамики производственных показателей:

$$K = d_K \bar{K}, M = d_M \bar{M}, P = d_P \bar{P}. \quad (22)$$

Ограничения при наличии отклонений моделируются следующим образом. Во-первых, ограничение материального баланса:

$$\begin{aligned} M &= Z_{\text{ПЗ}}^H + K - Z_{\text{ПЗ}}^K = K - \Delta Z_{\text{ПЗ}} = \\ &= K - 2(Z_{\text{ПЗ}} - Z_{\text{ПЗ}}^O). \end{aligned} \quad (23)$$

Во-вторых, ограничение производственного баланса:

$$\begin{aligned} P &= M - \Delta Z_{\text{НЗП}} = K - \Delta Z_{\text{ПЗ}} - \\ &- \Delta Z_{\text{НЗП}} = K - 2(Z_{\text{ПЗ}} + Z_{\text{НЗП}}) - \\ &- 2(Z_{\text{ПЗ}}^O + Z_{\text{НЗП}}^O). \end{aligned} \quad (24)$$

В-третьих, ограничение товарного баланса:

$$\begin{aligned} C &= P - \Delta Z_{\text{ГП}} = K - \Delta Z_{\text{ПЗ}} - \\ &- \Delta Z_{\text{НЗП}} - \Delta Z_{\text{ГП}} = \\ &= K - 2(Z_{\text{ПЗ}} + Z_{\text{НЗП}} + \\ &+ Z_{\text{ГП}}) - 2(Z_{\text{ПЗ}}^O + Z_{\text{НЗП}}^O + Z_{\text{ГП}}^O). \end{aligned} \quad (25)$$

В-четвертых, ограничение торгового баланса (бюджета продаж) при учёте выручки по кассовому способу:

$$R = r \cdot C + Z_{\text{ДЗ}}, \quad (26)$$

где r – рентабельность затрат.

В-пятых, ограничение бюджета закупок

$$Z_{\text{КДЗ}} = f(Z_{\text{ПЗ}}), \quad (27)$$

которое, учитывая очевидное соотношение, следующее из (4), (5), (12), (13):

$$T = \frac{R \cdot T_{\text{КДЗ}}}{Z_{\text{КДЗ}}} = \frac{C \cdot T_{\text{ПЗ}}}{Z_{\text{ПЗ}}}, \quad (28)$$

имеет вид

$$Z_{\text{КДЗ}} = \frac{R}{C} \cdot \frac{T_{\text{КДЗ}}}{T_{\text{ПЗ}}} Z_{\text{ПЗ}} = r \cdot \frac{T_{\text{КДЗ}}}{T_{\text{ПЗ}}} \cdot Z_{\text{ПЗ}}. \quad (29)$$

С учетом вышесказанного можно определить ограничения, возникающие

при максимальных значениях показателей динамики производства, т.е. в условиях полной загрузки производственных мощностей:

$$\begin{aligned} M &\leq M_{\max}, \\ K &\leq K_{\max}, \\ P &\leq P_{\max}. \end{aligned} \quad (30)$$

Из (24) следует, что при полной загрузке:

$$P_{\max} = K_{\max} - 2Z_{ПЗ} - 2Z_{НЗП} - 2Z_{ПЗ}^0 - 2Z_{НЗП}^0,$$

поэтому

$$Z_{НЗП} = \frac{K_{\max} - P_{\max}}{2} - Z_{ПЗ} - Z_{ПЗ}^0 - Z_{НЗП}^0. \quad (31)$$

Аналогично из (25) при полной загрузке вытекает:

$$Z_{ГП} = \frac{K_{\max} - C_{\max}}{2} - Z_{ПЗ} - Z_{НЗП} - Z_{ПЗ}^0 - Z_{НЗП}^0 - Z_{ГП}^0. \quad (32)$$

Линейный характер зависимости остатков имеют только при полной загрузке. В условиях неполной загрузки указанные функции нелинейны:

$$\begin{aligned} Z_{НЗП} &= j_1(Z_{ПЗ}) \cdot j_1' < 0, \\ Z_{ГП} &= j_2(Z_{НЗП}, Z_{ПЗ}) \cdot j_2' < 0 \end{aligned} \quad (33)$$

где φ_1, φ_2 – аппроксимирующие зависимости.

Наложены также ограничения на параметры состояния производственной системы в связи с нормативами затрат ресурсов, которые с учетом ограничений на производственные мощности имеют вид:

$$\begin{aligned} K &\leq K \leq K_{\max}, \\ M &\leq M \leq M_{\max}, \\ P &\leq P \leq P_{\max}. \end{aligned} \quad (34)$$

Наконец, необходимо учитывать структуру технологических производственных функций:

$$\bar{P} = F_1(\bar{M}), \quad (35)$$

$$\bar{M} = F_2(\bar{K}). \quad (36)$$

Ограничения (35), (36) обеспечивают выбор нетривиального решения задачи минимизации (16). Таким образом, разработанная модель является нелинейной оптимизационной экономико-математической моделью, позволяющей определить уровни остатков ТМЦ, кредиторской и дебиторской задолженностей, минимизирующих продолжительности производственно-финансовых циклов предприятия подшипниковой промышленности.

Заключение

Анализ существующей системы планирования предприятия подшипниковой отрасли промышленности выявил актуальность проблем, связанных с оптимизацией производственно-финансовых циклов, определяющих систему критериев эффективности сектора закупок ТМЦ, сектора основного производства и сектора реализации продукции. Выявлены системные зависимости между динамикой критериев эффективности и уровнями остатков ТМЦ, кредиторской и дебиторской задолженностями, которые являются управляющими параметрами системы производственного планирования предприятия. В результате сформирована нелинейная экономико-математическая модель оптимизации, позволяющая решать задачи оперативного планирования в условиях существенной вариативности потока заказов с учетом практически важных ограничений бюджетов различных уровней, а также технологических ограничений. Модель рассмотрена в статической постановке, но так как параметры модели соотнесены с плановыми и отчетными периодами, возможно её распространение и на динамические задачи планирования.

Библиографический список

1. Бочаров, В.В. Комплексный финансовый анализ [Текст] / В.В. Бочаров. – СПб.: Питер, 2005.
2. Бухалков, М.И. Планирование на предприятии [Текст] / М.И. Бухалков. – М.: Инфра-М, 2008.
3. Бухалков, М.И. Программа комплексной производственной практики бакалавров и экономистов-менеджеров [Текст] / М.И. Бухалков. – Самара: СамГТУ, 2008.
4. Васильева, Л.С. Финансовый анализ [Текст] / Л.С. Васильева, М.В. Петровская. – М.: КНОРУС, 2007.
5. Ведущий портал о кадровом менеджменте HRM [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hrm.ru>.
6. Герчигова, И.Н. Менеджмент [Текст] / И.Н. Герчигова. – М.: Юнити-Дана, 2008.
7. Дыбаль, С.В. Финансовый анализ в концепции контроллинга [Текст] / С.В. Дыбаль. – СПб.: Бизнес-пресса, 2009.
8. Егорова, Е.В. Особенности системы календарного планирования как элемента управленческой деятельности [Текст] / Е.В. Егорова // Материалы конф. «Актуальные проблемы социально-экономического развития: территориальные и отраслевые аспекты». Ч. I. – Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, 2011. - С. 194-201.
9. Ермолаева, Л.В. Формирование производственной программы при мелкосерийном производстве [Текст] / Л.В. Ермолаева // Современные наукоемкие технологии. - 2007. - №11. - С. 122-123.
10. Зайцев, М.Г. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы [Текст] / М.Г. Зайцев, С.Е. Варюхин. – М.: Дело, 2007.
11. Ильин, А.И. Планирование на предприятии [Текст] / А.И. Ильин. – М.: Новое знание, 2001.
12. Ионова, А.Ф. Финансовый анализ [Текст] / А.Ф. Ионова, Н.Н. Селезнева. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008.
13. Казанцев, А.К. Основы производственного менеджмента [Текст] / А.К. Казанцев, Л.С. Серова. – М.: Инфра-М, 2002.
14. Максюттов, А.А. Бизнес-планирование развития предприятия [Текст] / А.А. Максюттов. – М.: Альфа-Пресс, 2006.
15. Мухин, В.И. Исследование систем управления [Текст] / В.И. Мухин. – М.: Экзамен, 2006.
16. Незамайкин, В.Н. Финансы организаций: менеджмент и анализ [Текст] / В.Н. Незамайкин, И.Л. Юрзинова. – М.: Эксмо, 2005.
17. Организация производства и управление предприятием [Текст] / О.Г. Туровец [и др.]; под ред. О.Г. Туровца. – М.: Инфра-М, 2008.
18. Портал дистанционного консультирования предпринимательства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dist-cons.ru/modules/managed-product/index.htm>.
19. Применение методов многокритериальной оптимизации в инвестировании [Текст] / [В.И. Бережной и др.] // Сборник науч. тр. СевКавГТУ. Сер. Экономика. 2007. №5. С.33-35.
20. Производственный менеджмент [Текст] / [С.Д. Ильенкова и др.]; под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: Юнити-Дана, 2001.
21. Производственный менеджмент [Текст] / под ред. В.А. Козловского. – М.: Инфра-М, 2006.
22. Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь [Текст] / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. — М.: ИНФРА-М, 2007.
23. Шеремет, А.Д. Финансы предприятий: менеджмент и анализ [Текст] / А.Д. Шеремет, А.Ф. Ионова. – М.: ИНФРА-М, 2006.
24. Экономико-математические методы и прикладные модели [Текст] / В.В. Федосеева, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов [и др.]; под ред. В.В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 1999.
25. Vari, A. Selecting Decision Support Methods in Organizations [Text] / A. Vari // Journal of Applied Systems Analysis. - 1994. - V. II. - P. 23-36.

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZING FINANCIAL CYCLES OF BEARING INDUSTRY ENTERPRISES

© 2012 M. I. Geraskin, V. V. Yegorova

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents an economic-mathematical model of the problem of forming the production program of an enterprise taking into account the optimization of industrial-financial cycles. The composition of optimality criteria is justified, control actions in the form of balance of assets and liabilities are specified, a complex of practically important restrictions is formed.

Industrial engineering, period of turnover of accounts receivable and accounts payable, optimization, production program, inventories.

Информация об авторах

Гераськин Михаил Иванович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой математических методов в экономике, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: innovation@ssau.ru. Область научных интересов – анализ экономико-математических моделей и методов корпоративного управления.

Егорова Виктория Викторовна, ассистент кафедры математических методов в экономике, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: v_v_egorova@mail.ru. Область научных интересов: прикладные проблемы применения экономико-математических методов в организации производства.

Geraskin Mikhail Ivanovich, doctor of economics (PhD), professor, head of the department of mathematical methods in economics (Samara State Aerospace University). E-mail: innovation@ssau.ru. Area of research: analysis of economic-mathematic models and methods of corporate management.

Yegorova Victoria Victorovna, assistant of the department of mathematical methods in economics (Samara State Aerospace University). E-mail: v_v_egorova@mail.ru. Area of research: practical application of economic-mathematical methods in industrial engineering.

ББК 65.422

УДК 519.872.8, 339.1, 658

ВЫБОР ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВХОДНОГО ПОТОКА ЗАЯВОК ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2012 В. М. Дуплякин, Ю. В. Княжева

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Исследуются системы массового обслуживания (СМО) торгового предприятия в условиях нестационарности. Изложены результаты анализа влияния закона распределения входного потока заявок на статистические характеристики выходных параметров системы, а именно на прибыль и на очередь СМО.

Система массового обслуживания, нестационарность, закон распределения, очередь, прибыль, торговое предприятие.

Эффективным методом решения задач теории массового обслуживания, как и многих других, не имеющих аналитического решения, является метод статистического моделирования, предусматривающий имитацию на ЭВМ процессов, протекающих в исследуемой системе. Математическое описание процесса в этом случае, как правило, задается описанием алгоритма процедуры расчёта. Моделирующий алгоритм многократно воспроизводит изучаемый случайный процесс, накапливает сведения о его динамике и после обработки обеспечивает оценку показателей работы системы [1].

Известные аналитические решения задач массового обслуживания, широко используемые на практике, описывают стационарный период работы системы и построены исключительно с использованием пуассоновского потока событий. Необходимость анализа вида закона распределения входного потока заявок и продолжительности переходных периодов во многих случаях определяется тем, что последние могут составлять существенную часть рабочего периода системы, а закон распределения входного потока заявок может оказывать существенное влияние на статистические характеристики выходных параметров системы массового обслуживания. Поэтому, не учитывая период нестационарности и влияние вида

закона распределения входного потока заявок, невозможно оптимизировать рабочие характеристики системы в целом.

Как следствие, актуальность данной темы исследования обусловлена необходимостью разработки инструментальных средств моделирования, анализа и оптимизации нестационарных систем массового обслуживания, обеспечивающих повышение их эффективности с учётом реальных условий функционирования.

В качестве объекта исследования далее рассматривается торговое предприятие – магазин самообслуживания. Изучение системы массового обслуживания начинается с анализа входящего потока требований. Входящий поток требований представляет собой совокупность заявок, которые поступают в систему и нуждаются в обслуживании. Входящий поток требований изучается с целью выявления его закономерностей и дальнейшего улучшения качества обслуживания [2].

В теории массового обслуживания, как правило, определяется, что заявки поступают в систему согласно экспоненциальному закону с интенсивностью входного потока заявок λ , не зависящей от времени t . Промежуток времени между поступлениями заявок x есть непрерывная случайная величина, имеющая показательное распределение с параметром

$I > 0$. x принимает только неотрицательные значения, а её плотность $f_x(x)$ и функция распределения $F_x(x)$ имеют вид:

$$f_x(x) = \begin{cases} Ie^{-Ix}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0; \end{cases} \quad (1)$$

$$F_x(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ 1 - e^{-Ix}, & x > 0, \end{cases} \quad (2)$$

где I – интенсивность входного потока, чел/ч.

$$M_x = \frac{1}{I}, \quad (3)$$

где M_x – математическое ожидание случайной величины x .

$$D_x = \frac{1}{I^2}, \quad (4)$$

где D_x – дисперсия случайной величины x .

$$I = \frac{1}{M_x}. \quad (5)$$

На практике интенсивность входного потока торгового предприятия не является постоянной величиной, а меняется в течение дня, недели, месяца. Эти изменения связаны с периодом поступления денежных средств, например получение заработной платы, а в течение года – с сезонными колебаниями [3]. В данной работе рассмотрены изменения интенсивности в течение дня и её зависимость от дня недели.

Для исследования интенсивности входного потока собрана статистическая информация, отражающая изменение интенсивности потока покупателей в течение дня $y_1, y_2, \mathbf{K}, y_N$ и по дням недели для конкретного торгового предприятия. Время изменяется от 0 до 24 часов: $x_1, x_2, \mathbf{K}, x_N$, $N = 25$.

Аппроксимация полученных статистических данных осуществляется при помощи интерполяционного кубического сплайна $S(x)$ кусочно-полиномиальной формы с заданием краевых условий, т.е. на каждом участке $[x_j, x_{j+1}]$ с номером j

приближающая функция $S(x)$ представляется в виде полинома:

$$P_j(x) = \sum_{i=0}^{k-1} a_i^{(j)} (x - x_j)^i, (k-1=3). \quad (6)$$

Краевые условия заключаются в условии периодичности, т.е. в совпадении значений первой и второй производных на границах промежутка $[x_1, x_N]$.

Построение сплайна сводится к определению множества коэффициентов a_i^j посредством решения систем линейных уравнений. Интерполяционный сплайн $S(x)$ строится таким образом, чтобы для таблично заданной функции y выполнялось условие интерполяции [4]:

$$S(x_i) = y(x_i), \quad i = 1, \mathbf{K}, N.$$

Для получения зависимости интенсивности входного потока от времени при определённой средней интенсивности \bar{I} необходимо полученный сплайн $S(x)$ умножить на требуемую среднюю интенсивность и поделить его на среднее значение самого сплайна $\bar{S}(x)$. Вся процедура аппроксимации реализуется с помощью программы «Оптимизация деятельности торгового предприятия» [5] в среде Matlab 7.12.

При моделировании СМО торгового предприятия также следует учитывать влияние вида закона распределения входного потока заявок на статистические характеристики выходных параметров системы. Так как главным критерием рентабельности СМО торгового предприятия является прибыль [6], то, в первую очередь, необходимо рассматривать влияние вида закона распределения входного потока заявок именно на прибыль. Для анализа данного влияния исследуются статистические функции распределения прибыли для различных законов и при различных интенсивностях входного потока покупателей.

В дополнение к экспоненциальному закону, описанному выше (1 - 4), далее рассматриваются характеристики закона Пуассона, нормального и равномерного законов. Если законом распределения

входного потока является закон Пуассона, то промежуток времени между поступлениями заявок x – непрерывная случайная величина и имеет распределение Пуассона с параметром $I > 0$. x принимает только неотрицательные значения, а её плотность $f_x(x)$ и функция распределения $F_x(x)$ имеют вид:

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{I^k e^{-I}}{k!}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0; \end{cases} \quad k \in \{0, 1, 2, \mathbf{K}\}. \quad (7)$$

$$F_x(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ \frac{\Gamma(k+1, I)}{k!}, & x > 0; \end{cases} \quad (8)$$

где I – интенсивность входного потока, чел/час.

$$M_x = I, \quad (9)$$

где M_x – математическое ожидание случайной величины x .

$$D_x = I, \quad (10)$$

где D_x – дисперсия случайной величины x .

Если входной поток имеет нормальное распределение, то промежуток времени между поступлениями заявок x – непрерывная случайная величина, распределённая согласно нормальному закону с параметрами M_x и s_x . Плотность $f_x(x)$ и функция распределения $F_x(x)$ случайной величины x имеют вид:

$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2ps_x^2}} e^{-\frac{(x-M_x)^2}{2s_x^2}}, \quad (11)$$

$$F_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2ps_x^2}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-M_x)^2}{2s_x^2}} dt, \quad (12)$$

где M_x – математическое ожидание случайной величины x , s_x – среднеквадратическое отклонение случайной величины x .

$$D_x = s_x^2, \quad (13)$$

где D_x – дисперсия случайной величины x .

Если закон распределения входного потока равномерный, то промежуток времени между поступлениями заявок x – непрерывная случайная величина, которая имеет равномерное распределение на отрезке $[a_x, b_x]$. a_x и b_x для торгового предприятия – это соответственно время открытия и время закрытия магазина в течение дня. Плотность $f_x(x)$ и функция распределения $F_x(x)$ случайной величины x имеют вид:

$$f_x(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < a_x, \\ \frac{1}{b_x - a_x} & \text{при } a_x \leq x \leq b_x, \\ 0 & \text{при } x > b_x; \end{cases} \quad (14)$$

$$F_x(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < a_x, \\ \frac{x - a_x}{b_x - a_x} & \text{при } a_x \leq x \leq b_x, \\ 1 & \text{при } x > b_x. \end{cases} \quad (15)$$

$$M_x = \frac{b_x + a_x}{2}, \quad (16)$$

где M_x – математическое ожидание случайной величины x .

$$D_x = \frac{(b_x - a_x)^2}{12}, \quad (17)$$

где D_x – дисперсия случайной величины x .

Следует отметить, что для любого вида закона распределения входного потока и время обслуживания заявки y , и максимальное время ожидания заявки в очереди q – непрерывные случайные величины с параметром $m > 0$ и $n > 0$ соответственно, которые имеют распределение, аналогичное распределению времени поступления заявок x . Для получения функции распределения прибыли торгового предприятия необходимо провести

определённое количество численных экспериментов, чтобы обеспечить нужную точность результатов. Предполагая, что закон распределения прибыли торгового предприятия близок к нормальному, воспользуемся методикой определения объёма выборки n , описанной в [7].

$$n = (1 - \varepsilon) c^2 + 1, \quad (18)$$

где n – объём выборки; ε – относительная погрешность; χ^2 – критерий Пирсона.

Значения c^2 берутся по таблицам Пирсона в зависимости от $r = (n - 1)$ и $p_1 = \frac{1 - b}{2}$, где β – доверительная вероятность. Предлагается принять $\beta = 0,95$, $\varepsilon = 0,05$.

Функция распределения прибыли торгового предприятия имеет вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2ps^2}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}}, \quad (19)$$

где μ – математическое ожидание прибыли; σ – среднее квадратическое отклонение прибыли. Математическое ожидание сходится быстрее, чем дисперсия, следовательно, определять требуемый объём выборки предлагается по дисперсии. Поскольку методика определения необходимого объёма выборки n по дисперсии [7] не зависит от закона распределения входных параметров, то рассчитанное число экспериментов также не будет зависеть от изменения законов распределения входных параметров СМО торгового предприятия. Чтобы получить требуемую точность, объём выборки n должен быть не меньше 3000. Для построения статистических функций распределения прибыли используется три уровня средней интенсивности входного потока \bar{I} : низкий, средний и высокий. Низкий уровень \bar{I} соответствует 10%-му значению коэффициента загрузки одной кассы, средний уровень \bar{I} – 50%-му, высокий уровень \bar{I} – 120%-му. Коэффициент загрузки K_3 вычисляется по формуле [8]:

$$K_3 = \frac{\bar{I}}{n \cdot \bar{m}} \cdot 100\%, \quad (20)$$

где \bar{I} – средняя интенсивность входного потока заявок, \bar{m} – средняя интенсивность потока обслуживания заявок, n – количество обслуживающих элементов (касс).

Проведя численные эксперименты n раз, получаем следующие статистические функции распределения прибыли торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при различных \bar{I} (рис. 1 - 3). Как только СМО начинает «забываться» заявками влияние закона распределения входного потока на выходные характеристики системы становится максимальным. С ростом значения коэффициента загрузки (20) математические ожидания прибыли, полученные при разных законах и одинаковых интенсивностях входного потока, существенно отличаются. Кривые функций распределения прибыли не пересекаются в одной точке при вероятности, равной 0,5 (рис. 2, 3). К такому же результату приводит изменение (увеличение) дисперсии в параметрах законов распределения входного потока заявок.

В законе Пуассона (7 - 10) и в экспоненциальном законе (1 - 4) задаётся только математическое ожидание, т.к. они являются однопараметрическими и поэтому для них невозможно задать дисперсию. Равномерный (14 - 17) и нормальный (11 - 13) законы являются двухпараметрическими, в них задаётся математическое ожидание и дисперсия и поэтому встаёт вопрос о величине дисперсии. Оценивать влияние дисперсии входных параметров закона распределения входного потока заявок будем по коэффициенту вариации этих параметров при условии, что изменение значения коэффициента вариации осуществляется только за счёт изменения значения дисперсии. Коэффициент вариации V представляет собой относительную меру рассеивания, выраженную в процентах [9]:

$$V = \frac{\sigma}{m} \cdot 100\%, \quad (21)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение; μ – математическое ожидание.

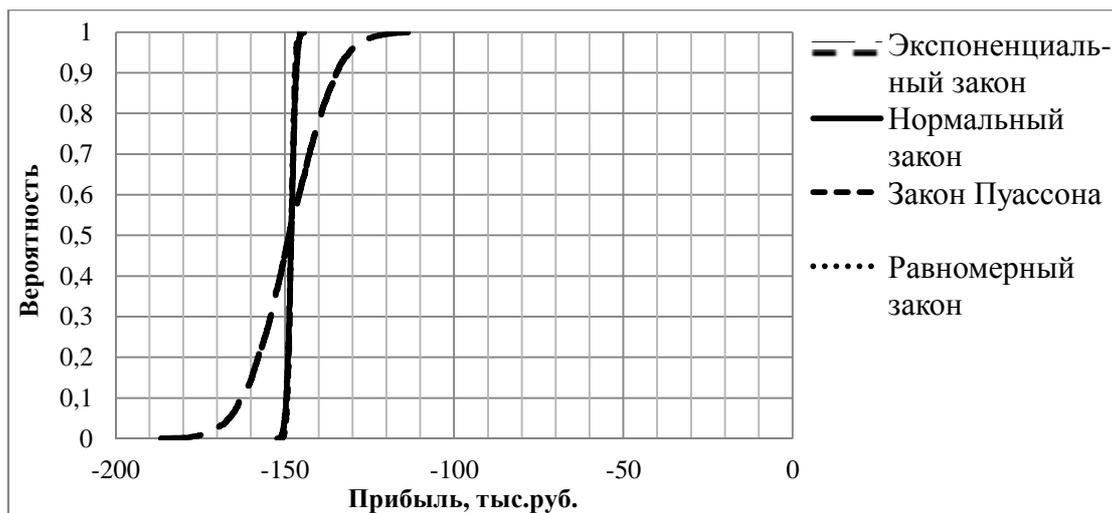


Рис. 1. График статистических функций распределения прибыли торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при низкой \bar{I} (все законы кроме экспоненциального дают одинаковые результаты)

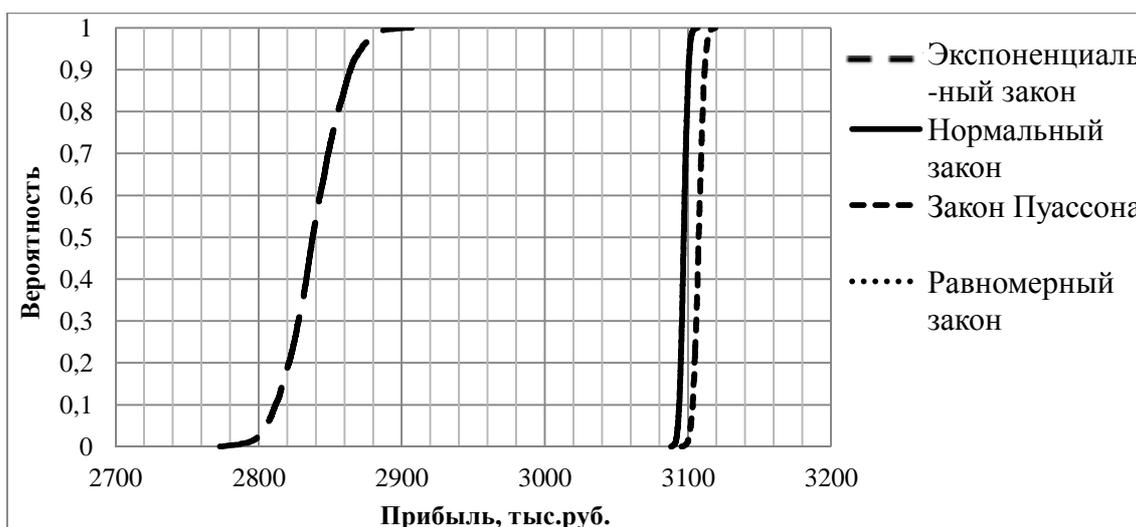


Рис. 2. График статистических функций распределения прибыли торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при средней \bar{I} (нормальный и равномерный законы дают одинаковые результаты)

На рис. 4 представлен график статистических функций распределения прибыли торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при низкой \bar{I} и при коэффициенте вариации входных параметров нормального и равномерного законов, равном 1. На рис. 1 представлен аналогичный график, но коэффициент вариации входных

параметров нормального и равномерного законов равен 0,1. Сравнение рис. 4 и 1 позволяет сделать вывод: чем больше коэффициент вариации для входных параметров закона распределения входного потока, тем сильнее отличаются математические ожидания прибыли, полученные для разных законов входного потока при одинаковых \bar{I} .

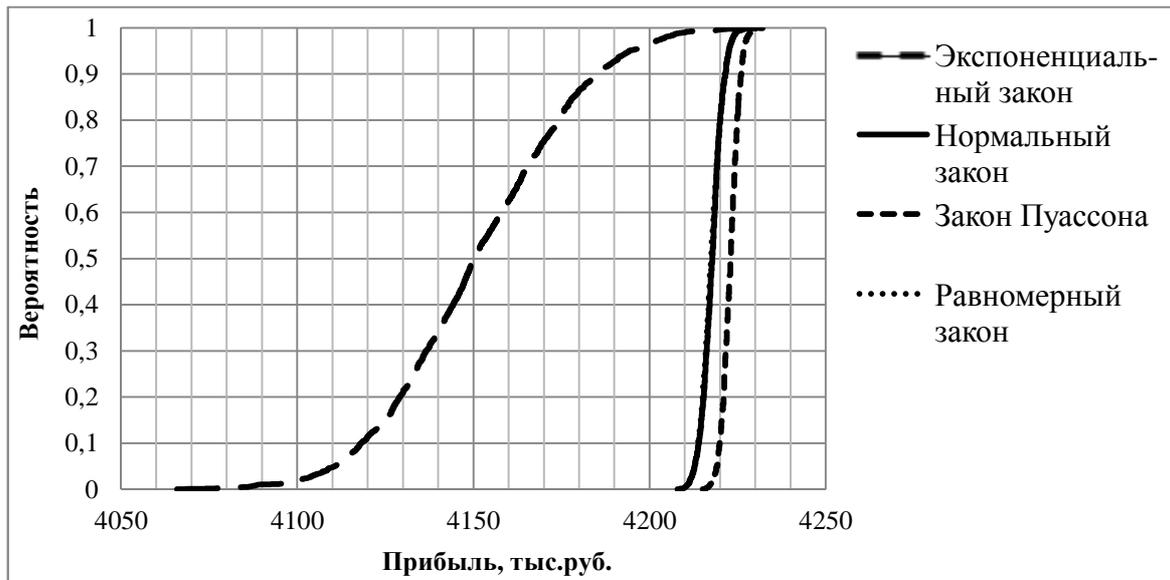


Рис. 3. График статистических функций распределения прибыли торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при высокой \bar{I} (нормальный и равномерный законы дают одинаковые результаты)

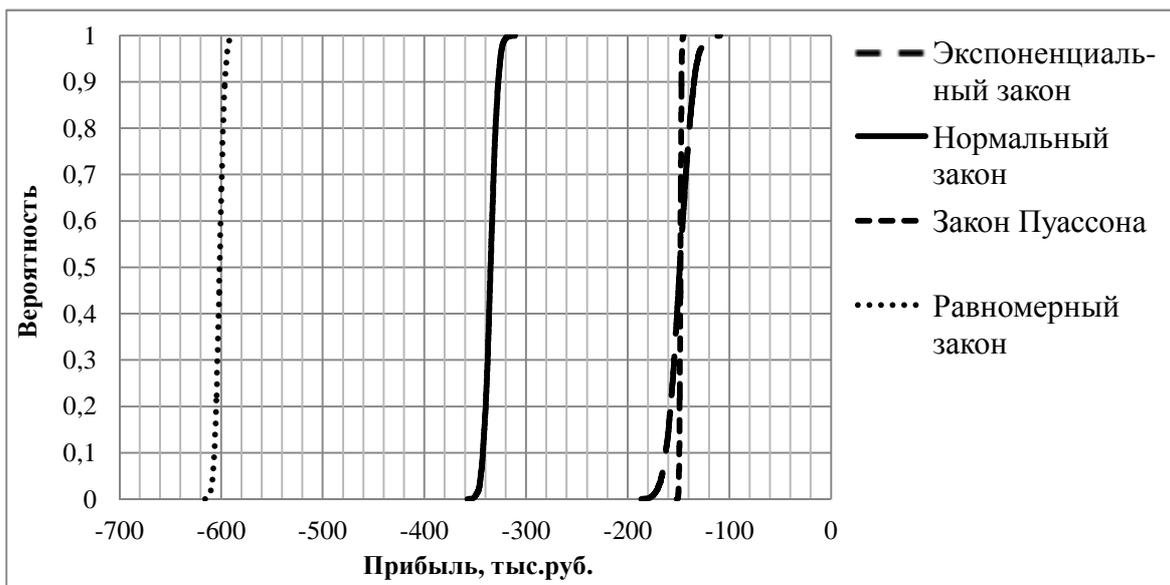


Рис. 4. График статистических функций распределения прибыли торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при низкой \bar{I} , $V = 1$

Экспоненциальный закон даёт наибольшее рассеивание выходных данных (прибыли) при любых значениях интенсивности входного потока, т.к. кривые статистических функций распределения прибыли, полученные при экспоненциальном законе входного потока заявок, имеют наибольший наклон (рис. 1 - 3).

Дисперсия функции распределения прибыли - это мера рассеивания, показы-

вающая степень неопределённости СМО (скачки прибыли). Согласно полученным данным (рис. 1 - 3), нормальный и равномерный законы входного потока заявок обеспечивают наиболее стабильный результат получения прибыли. Немаловажное влияние на динамику очереди СМО торгового предприятия оказывает вид закона входного потока заявок. Как только система начинает «забиваться» заявками,

т.е. растёт значение коэффициента загрузки (20), то темп роста очереди резко увеличивается (угол наклона графика очереди к оси абсцисс резко увеличивается) для всех видов закона распределения входного потока (рис. 5). Однако при экспоненциальном законе распределения входного потока темп роста очереди увеличивается медленнее, чем при остальных законах.

Только при одном значении коэффициента загрузки $K_3 = 40\%$ кривые функций распределения очереди для всех

законов входного потока пересекаются в одной точке с вероятностью 0,5 (рис. 6).

При значениях $K_3 < 40\%$ экспоненциальный закон входного потока выдаёт значения длины очереди большие, чем остальные законы (рис. 7), а при $K_3 > 40\%$ – существенно меньшие, чем остальные (рис. 8).

Начиная со значения $K_3 = 40\%$ значение темпа роста очереди резко увеличивается (рис. 5).

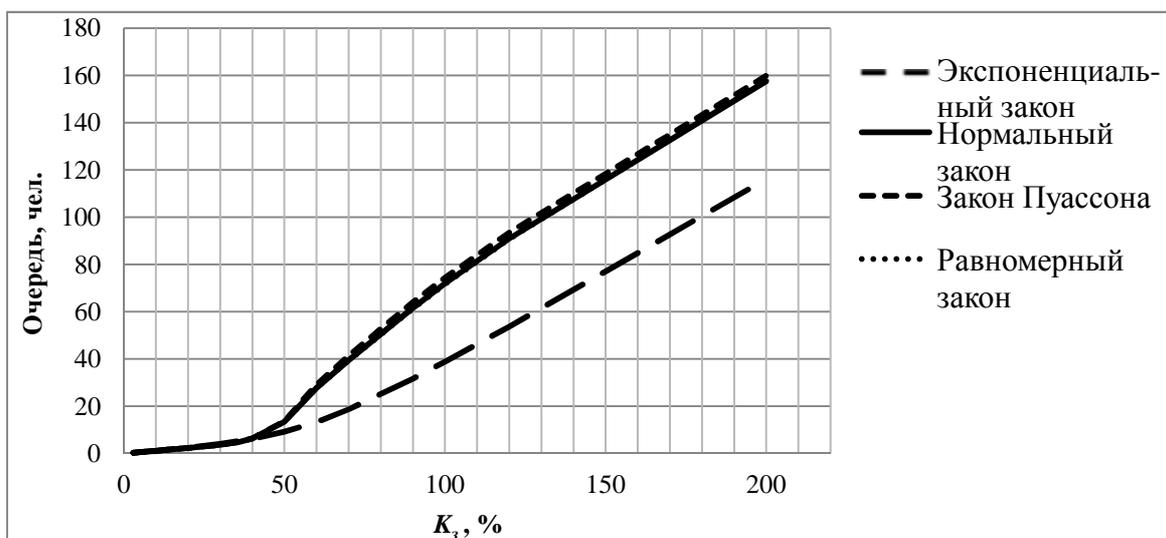


Рис. 5. Динамика очереди для различных законов распределения входного потока (нормальный и равномерный законы дают одинаковые результаты)

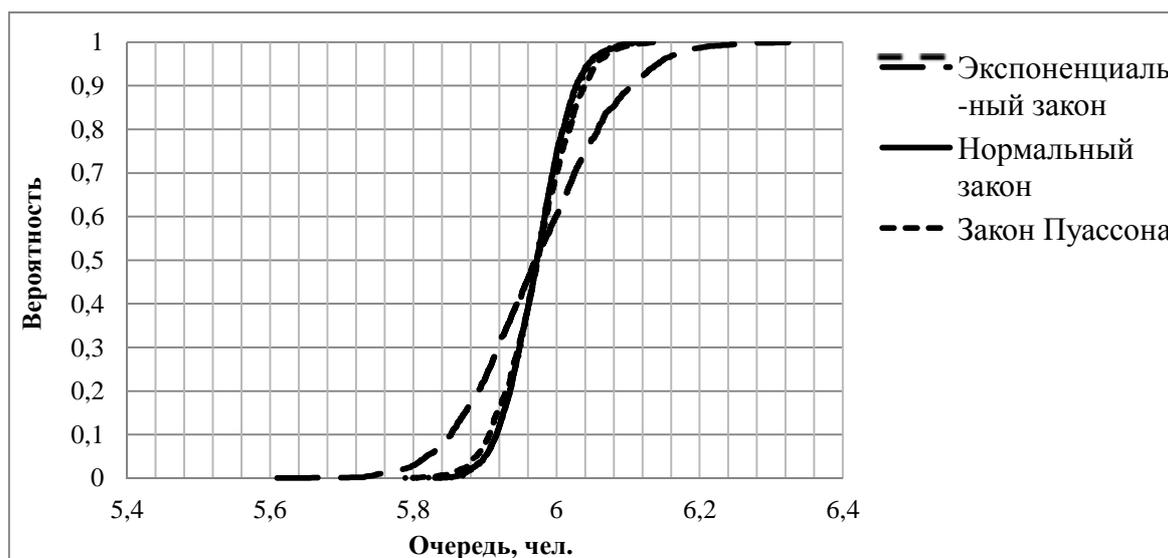


Рис. 6. График статистических функций распределения очереди торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при $K_3 = 40\%$ (нормальный и равномерный законы дают одинаковые результаты)

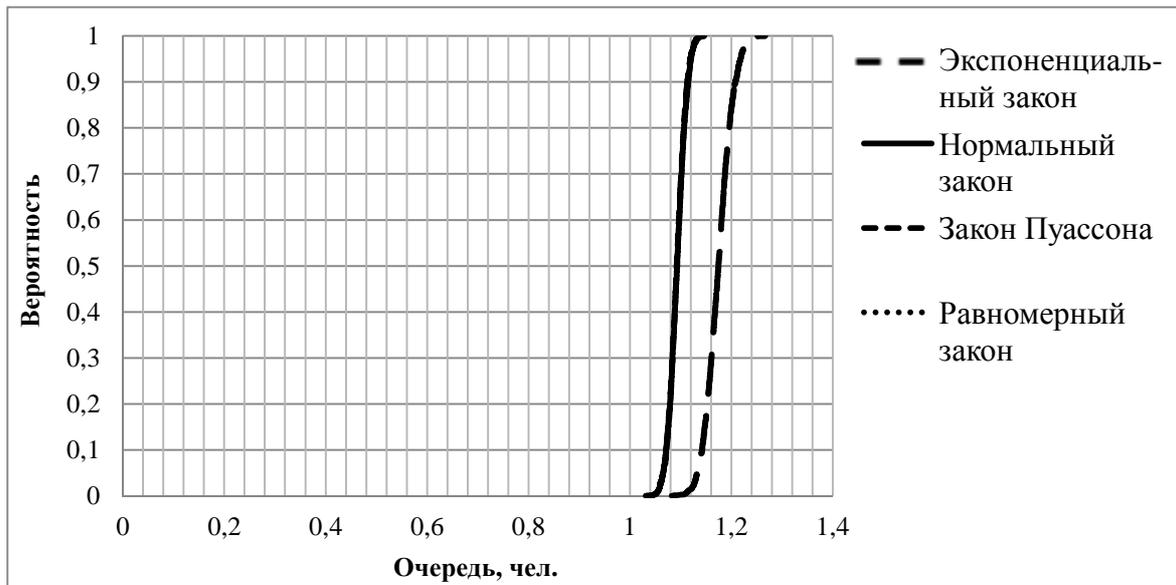


Рис. 7. График статистических функций распределения очереди торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при $K_z = 10\%$ (все законы кроме экспоненциального дают одинаковые результаты)

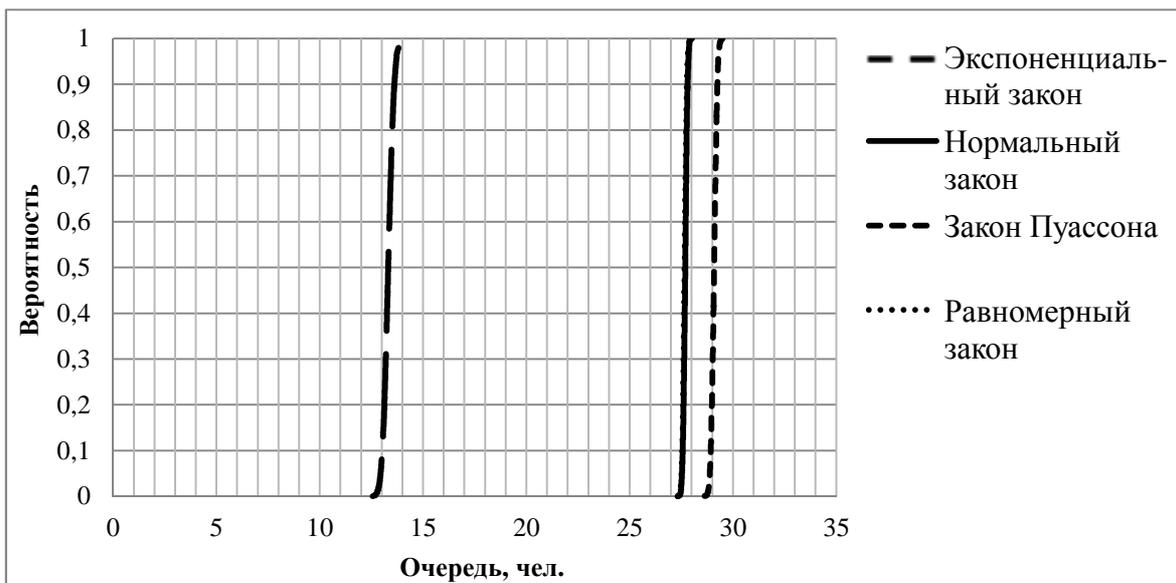


Рис. 8. График статистических функций распределения очереди торгового предприятия для различных законов распределения входного потока при $K_z = 60\%$ (нормальный и равномерный законы дают одинаковые результаты)

Заключение

Выявлены особенности использования различных законов распределения входного потока заявок системы массового обслуживания в плане влияния на статистические характеристики распределения длины очередей и прибыли торгового предприятия.

Библиографический список

1. Шимко, П.Д. Оптимальное управление экономическими системами [Текст]/ П.Д. Шимко. – М.: Дело, 2004.
2. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания [Текст]/Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. – М.: КомКнига, 2005.

3. Снегирева В. Розничный магазин. Управление ассортиментом по товарным категориям [Текст]/ В. Снегирева – СПб.: Питер, 2007.
4. Ануфриев, И.Е. MATLAB 7 [Текст]/ И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
5. Оптимизация деятельности торгового предприятия, Национальный информационный фонд неопубликованных документов, Отраслевой Фонд Алгоритмов и Программ, № гос. регистрации: 50200801789.
6. Федосеев, В.В. Экономико - математические методы и прикладные модели [Текст]/ В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов. – М.: ЮНИТИ, 1999.
7. Дуплякин, В.М. Статистический анализ выборочных данных [Текст]/ В.М. Дуплякин. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010.
8. Лабскер, Л.Г. Теория массового обслуживания в экономической сфере [Текст]/ Л.Г. Лабскер, Л.О. Бабешко. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998.
9. Венцель, Е.С. Теория случайных процессов и её инженерные приложения [Текст]/ Е.С. Венцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высш. шк., 2000.

CHOOSING THE LAW OF DISTRIBUTING REQUEST INPUT FLOW IN THE MODELING OF A TRADE ENTERPRISE QUEUING SYSTEM

© 2012 V. M. Duplyakin, Yu. V. Knyazheva

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper is devoted to the research of queuing systems (QS) of a trade enterprise in nonstationary conditions. The results of analyzing the influence of the request input flow distribution on the statistical characteristics of the system's output parameters, namely, on the profit and the queue of the QS are outlined.

Queuing system, nonstationarity, distribution law, queue, profit, trade enterprise.

Информация об авторах

Дуплякин Вячеслав Митрофанович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры экономики, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: v.duplyakin@gmail.com. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики, статистическое имитационное моделирование.

Княжева Юлия Владимировна, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: julia_skr_2008@mail.ru. Область научных интересов: математические и инструментальные методы экономики, статистическое имитационное моделирование.

Duplyakin Vyacheslav Mitrofanovich, Dr. Sc. (Tech), professor of the department of economics, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: v.duplyakin@gmail.com. Area of research: mathematical and instrumental methods in economics, statistical simulation.

Knyazheva Yulia Vladimirovna, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: julia_skr_2008@mail.ru. Area of research: mathematical and instrumental methods in economics, statistical simulation.

ББК 65.262.2
УДК 336.77.067.22

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ НА ДЕПОЗИТНО-КРЕДИТНОМ РЫНКЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИПОТЕЧНОЙ СДЕЛКИ В СЛУЧАЕ СОГЛАСОВАННЫХ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ

©2012 Т. С. Коростелёва

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

В статье предложены модели принятия решений на депозитно-кредитном рынке при реализации ипотечной сделки в случае согласованных денежных потоков. Сформулирована целевая функция, характеризующая конечный результат реализации операции по купле-продаже депозитов и ипотечных кредитов. Сформированы ограничения с учетом действующей в РФ двухуровневой модели ипотечного кредитования. Рассмотрены ситуации вовлечения депозита в ипотечный кредит в полном объеме или частично с учетом формирования резервного фонда в ЦБ РФ.

Ипотечное кредитование, ипотечная сделка, модель, задача принятия решений, согласованные денежные потоки, депозитно-кредитный рынок.

Жилищная проблема является одной из самых острых социальных проблем в России начала XXI столетия. Раньше решение жилищной проблемы населения брало на себя государство, централизованно направляя бюджетные ресурсы на финансирование строительства государственного жилья с целью последующего бесплатного распределения среди нуждающихся. Так, доля государства составляла к началу 90-х годов более 80% всех капиталовложений в жилищное строительство. С начала 90-х годов доля участия государства в процессе финансирования жилищного строительства стала стремительно сокращаться и составляет на сегодня не более 20% [1]. Резкое сокращение бюджетных ассигнований на жилищное строительство привело к развитию соответствующих кредитных механизмов, которые призваны заместить государственные инвестиции. Основным способом решения жилищной проблемы граждан в современных условиях становится долгосрочное ипотечное жилищное кредитование.

Однако в России количество ипотечных сделок в общем объеме продаваемых квартир по-прежнему остается низким, а доля ипотечного кредитования в ВВП пока не превышает 2,6% (для срав-

нения, по итогам 2011 года в США она составила 76,1%, в целом по Евросоюзу (27 стран) – 51,7% [2]).

Всемирным банком для стран среднего уровня развития этот показатель установлен на уровне 25% ВВП [3].

Развитие ипотеки в России сдерживается рядом факторов, в числе которых проблема формирования долгосрочных относительно дешёвых кредитных ресурсов, высокие цены на жильё, низкий платёжеспособный спрос населения [4]. Немаловажным сдерживающим фактором является и отсутствие у ипотечных менеджеров коммерческих банков проработанных моделей принятия решений в зависимости от различных ситуаций, складывающихся на ипотечном рынке.

При формировании экономико-математических моделей ипотечных сделок для депозитно-кредитного рынка в качестве целевой функции предлагается выбрать конечный результат реализации операции по купле-продаже депозитов и ипотечных кредитов. Количественный эффект от реализации банком депозитно-кредитной операции с позиции получаемого им дохода характеризует процентная маржа. Её величина зависит от уровней процентных ставок депозитов, кредитов,

объема вовлечённых ресурсов в кредиты, сроков хранения депозитов и погашения кредитов [5; 6]. Если обозначить через $A^п$ сумму ипотечного кредита, предлагаемую банком на кредитном рынке, а через $P^с$ – объем денежных ресурсов, покупаемых им на депозитном рынке, то тогда целевая функция, представляющая собой процентную маржу, имеет следующий вид [7]:

$$ПМ(\tau) = \tau(\alpha \cdot A^п - \beta \cdot P^с). \quad (1)$$

Распространённая в настоящее время в РФ двухуровневая модель ипотечного кредитования предполагает рефинансирование выданных банками кредитов специализированным ипотечным фондам и агентствам, крупнейшим из которых является ОАО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию» (АИЖК), через механизм контрактирования сделок поставки закладных, оформленных под данные кредитные обязательства. Подобные сделки носят краткосрочный характер и по стандартным ипотечным программам составляют, как правило, не более 6-12 месяцев [8]. Для банка такая операция является важнейшим источником финансовых ресурсов в сфере ипотечного кредитования.

Целевая функция (1) получена в предположении, что срок привлечения депозита и срок удержания закладной на балансе банка до её продажи совпадают по времени и равны τ . Из этого предположения следует, что платёжные потоки между банком и его контрагентами согласованы во времени.

Если для этого обозначить величину предлагаемых со стороны вкладчиков денежных ресурсов на депозитном рынке через $P^п$, а величину спроса на ипотечные кредиты со стороны заёмщиков на кредитном рынке через $A^с$, то тогда ограничения на покупаемые банком ресурсы в виде депозитов и продажу их в виде ипотечных кредитов должны удовлетворять, с учетом введенных обозначений, следующей системе неравенств [9]:

$$P^с \leq P^п, A^п \leq A^с. \quad (2)$$

Здесь верхний индекс «с» указывает на спрос ресурсов или кредитов, а индекс «п» – на предложение ресурсов или кредитов.

Неравенства (2) указывают на то, что спрос со стороны банка на депозиты $P^с$ не может быть больше предложения их со стороны вкладчиков $P^п$, а предложение ипотечных кредитов со стороны банка $A^п$ не может быть больше спроса на кредиты со стороны заёмщиков $A^с$.

Кроме того, из-за ограниченности финансирования со стороны АИЖК предложение ипотечных кредитов банком не может превышать установленный АИЖК лимит объема поставок закладных для данного контрагента. Соответственно должно выполняться неравенство:

$$A^п \leq A_{АИЖК}^к. \quad (3)$$

Далее устанавливается связь между величинами объемов депозитов $P^с$, покупаемых банком на депозитном рынке, и ипотечных кредитов $A^п$, предлагаемых им на кредитном рынке. В зависимости от вида покупаемого депозита он может быть вовлечён в ипотечный кредит или в полном объеме, или частично. Во втором случае другая его часть отвлекается на формирование резервного фонда в ЦБ. К обязательствам кредитной организации, подлежащим включению в состав резервируемых, относят обязательства кредитной организации перед физическими лицами (резидентами и нерезидентами) в валюте Российской Федерации и (или) в иностранной валюте, возникающие в соответствии с договорами банковского вклада [10]. В состав резервируемых обязательств кредитной организации не включаются, в частности, обязательства перед другой кредитной организацией [10]. Тогда в случае нерезервируемых обязательств (например, межбанковских депозитов) уравнение связи имеет вид:

$$A^п = P^с. \quad (4)$$

Выражения (2), (3), (4) описывают ограничения в задаче принятия решений по купле-продаже депозитов и ипотечных кредитов на денежном рынке:

$$A^п = П^с, A^п \leq A^с, П^с \leq П^п, A^п \leq A_{АИЖК}^к. \quad (5)$$

Соотношения, входящие в (5), определяют допустимое множество принимаемых менеджером банка решений по выбору объемов депозитов и ипотечных кредитов на денежном рынке.

В соответствии с целевой функцией (1) задача принятия решений менеджером банка состоит в стремлении максимизировать величину процентной маржи путем выбора объемов депозитов и ипотечных кредитов при условии выполнения (5). С учетом (1) и (5) математическую модель задачи принятия решений предлагается представить в следующем виде:

$$ПМ(A^п, П^с) = \tau \cdot (\alpha \cdot A^п - \beta \cdot П^с) \rightarrow \max, \\ A^п = П^с, A^п \leq A^с, П^с \leq П^п, A^п \leq A_{АИЖК}^к. \quad (6)$$

Модель (6) характеризует поведение менеджера банка в его стремлении получить максимальную величину процентной маржи и позволяет обосновать принятое им решение относительно выбранных значений объемов привлечения депозитов и их использования в ипотечные кредиты.

Как следует из (6), менеджер банка выбирает такие величины объемов ресурса $П^с$ и ипотечного кредита $A^п$ при заданном сроке хранения депозита и сроке удержания закладной на балансе банка до её продажи АИЖК τ , заданных уровнях процентных ставок α и β , заданных ограничениях на величину предложения ипотечных ресурсов $A^п$ и спроса на депозиты $П^с$, которые обеспечивают максимальное значение процентной маржи $ПМ(A^п, П^с)$. Найденное решение позволяет определить оптимальную стратегию в формировании совместной депозитной и кредитной политики на денежном рынке в рассматриваемой ситуации.

Задачу принятия решений, описываемую моделью (6), в которой участвуют две переменные $A^п$ и $П^с$, можно свести к модели с одной переменной, например $A^п$, если подставить (4) в выражение процентной маржи (1), а систему из ограни-

чений (2) и (3) свести к одному ограничению. В результате таких преобразований получится следующая модель принятия решения:

$$ПМ(A^п) = \tau(\alpha - \beta)A^п \rightarrow \max, \\ A^п \leq \min(A^с, П^п, A_{АИЖК}^к). \quad (7)$$

Полученная модель зависит от одной переменной предложения ресурсов $A^п$, которая не должна превышать минимальную из трёх величин: спроса на ипотечные кредиты со стороны заёмщиков $A^с$, предложения ресурсов со стороны вкладчиков $П^п$ и лимита объема поставок закладных $A_{АИЖК}^к$, установленных для данного контрагента АИЖК.

Решение задачи менеджера банка (7) сводится к следующему простому уравнению:

$$A^{оп} = \min(A^с, П^п, A_{АИЖК}^к), \quad (8)$$

где $A^{оп}$ – оптимальный объем предложения ипотечных кредитов коммерческим банком.

Из полученного решения следует, что менеджер банка, обеспечивая максимальное значение процентной маржи в условиях сбалансированности депозитного и кредитного рынков, руководствуется следующей стратегией в процессе купли-продажи депозитов и кредитов: купить депозиты и вовлечь их в кредиты в объемах, предлагаемых вкладчиками или заёмщиками. Однако можно отметить, что такая стратегия получена в условиях сбалансированности денежного рынка, т.е. если объемы предлагаемых ресурсов равны спросу на кредиты: $П^п = A^с$, причём спрос на кредиты не превышает лимита выкупа закладных со стороны АИЖК: $A^с \leq A_{АИЖК}^к$. Таким образом, сбалансированность между спросом на кредиты и предложением ресурсов порождает ситуацию, в которой имеет место баланс как между спросом и предложением депозитов, так и между спросом и предложением кредитов.

Рассмотрим ситуацию, когда при вовлечении депозита в ипотечный кредит (например, в случае депозитов физических лиц) часть его в соответствии с нормативом, равным γ , используется для

формирования резервного фонда ЦБ, т.е. выполняется условие:

$$A^p = (1 - \gamma)P^c, \quad (9)$$

где γ – норматив формирования резервного фонда ЦБ.

Тогда ограничения будут иметь вид:

$$A^p = (1 - \gamma)P^c, A^p \leq A^c, \\ P^c \leq P^p, A^p \leq A_{\text{АИЖК}}^k. \quad (10)$$

Если часть ресурса отвлекается на формирование резервного фонда и выполняется условие (9), то модель (7) можно свести к следующей:

$$PM(A^p) = \tau \left(\alpha - \frac{1}{1-\gamma} \beta \right) A^p \rightarrow \max, \\ A^p \leq \min(A^c, (1 - \gamma)P^p, A_{\text{АИЖК}}^k). \quad (11)$$

Решение менеджера сводится к выбору оптимального объема кредита из следующего уравнения:

$$A^{op} = \min(A^c, (1 - \gamma)P^p, A_{\text{АИЖК}}^k). \quad (12)$$

В зависимости от сложившейся конъюнктуры на депозитном и кредитном рынках оптимальный объем равен или спросу на ипотечные кредиты со стороны заёмщиков, или предложению ресурсов со стороны вкладчиков, скорректированному на долю потока, вовлечённого в оборот, или предельному объёму выкупа закладных АИЖК, установленному для данного контрагента.

Необходимо отметить, что в модели (11) в качестве переменной выступает объем размещаемых в кредиты ресурсов. Если в качестве переменной выбрать объем привлекаемых банком ресурсов P^c , то модель выбора оптимальных решений от-

носителю этой переменной будет иметь вид:

$$PM(P^c) = \tau \{ (1 - \gamma) \alpha - \beta \} P^c \rightarrow \max, \\ P^c \leq \min \left(\frac{A^c}{1-\gamma}, P^p, A_{\text{АИЖК}}^k \right). \quad (13)$$

Решение менеджера сводится к выбору объема привлекаемого ресурса из следующего уравнения:

$$P^{oc} = \min \left(\frac{A^c}{1-\gamma}, P^p, A_{\text{АИЖК}}^k \right), \quad (14)$$

где P^{oc} – оптимальный объем спроса на депозиты коммерческого банка.

Решение уравнения (14) с точки зрения величины процентной маржи является эквивалентным решению уравнения (12).

Таким образом, представленные модели наглядно демонстрируют зависимость принимаемых менеджером оптимальных решений от сложившейся конъюнктуры на ипотечном рынке. При этом оптимальное решение принимается в зависимости от политики государства в сфере ипотечного кредитования, реализуемой через механизмы АИЖК, и положения на депозитно-кредитном рынке. Практическая реализация моделей принятия решений (7), (11), (13) позволяет коммерческому банку эффективно взаимодействовать с тремя субъектами ипотечного рынка: АИЖК, вкладчиками и заёмщиками. При этом оптимальная кредитная и депозитная политика коммерческого банка при реализации ипотечной сделки принимается с учетом связей рынков между собой через банк и соответствующие денежные потоки.

Библиографический список

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/enterprise/building/>.
2. A review of europe's mortgage and housing markets / HYPOSTAT 2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hypo.org/content/default.asp?pageId=524/>.
3. Лучина, Ю.А. Развитие ипотечного жилищного кредитования в условиях

эмиссии ипотечных ценных бумаг [Текст]: автореф....канд. экон. наук./Ю.А. Лучина – М.: 2009. 20 с.

4. Коростелева, Т.С. Анализ ипотечного и жилищного рынков в условиях мирового финансового кризиса [Текст]/ Т.С. Коростелева // Актуальные проблемы экономики современной России / под ред. А.А. Оводенко. – СПб.: ГУАП, 2009. С. 180-183.

5. Сорокина, М.Г. Модели и механизмы формирования финансовых потоков при реализации долгосрочных креди-

тов [Текст]/ М.Г. Сорокина. – Самара: СНЦ РАН, СГАУ, 2005.

6. Вагапова, Д.З. Модель задачи формирования оптимального депозитно-кредитного портфеля банка [Текст]/ Д.З. Вагапова, М.Г. Сорокина // Управление большими системами. - 2003. - №5. - С. 111-114.

7. Вагапова, Д.З. Оптимизация банковских депозитно-кредитных операций в условиях неопределенности на денежном рынке [Текст]/ Д.З. Вагапова, Э.Р. Вагапов. – М.: Новые технологии, 2002.

8. Официальный сайт ОАО «Агентство по ипотечному и жилищному кредитованию» (раздел аналитика и стати-

стика) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ahml.ru/ru/agency/analytics/>.

9. Вагапова, Д.З. Моделирование взаимодействий между банком и заемщиком на кредитном рынке [Текст]/ Д.З. Вагапова, М.Г. Сорокина // Наука. Бизнес. Образование – 2004: материалы всерос. науч.-практ. конф. – Самара: СГТУ, 2004. С. 118–120.

10. Об обязательных резервах кредитных организаций: Положение Банка России № 342-П от 07.08.2009 [Текст]// Вестник Банка России. - 2009. - № 55 (1146). - С. 4-34.

DECISION-MAKING IN THE DEPOSIT AND CREDIT MARKET ON THE IMPLEMENTATION OF A MORTGAGE DEAL IN CASE OF COORDINATED MONEY FLOWS

©2012 T. S. Korostelyova

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents models of decision-making in a deposit and credit market when a mortgage deal is implemented in case of coordinated money flows. The target function characterizing the final result of realizing the operation of buying and selling deposits and mortgage loans is formulated. Restrictions are established taking into consideration the two-level model of mortgage lending operating in the Russian Federation. Situations of involving the deposit in a mortgage loan in full measure or partially are considered taking into account the formation of an emergency fund in the Central Bank of the Russian Federation.

Mortgage lending, mortgage deal, model, problem of decision-making, coordinated money flows, deposit and credit market.

Информация об авторе

Коростелёва Татьяна Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет). E:mail: korosteleva75@mail.ru. Область научных интересов: экономика и статистика ипотечного рынка, математические методы в экономике.

Korostelyova Tatyana Sergeevna, candidate of economics, associate professor of the management department, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E:mail: korosteleva75@mail.ru. Area of research: economics and statistics of mortgage market, mathematical methods in economics.

ББК 65.050
УДК 330.88

МАТРИЧНЫЙ ФОРМАТ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

©2012 Н. Н. Османкин

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

В статье излагается концепция построения логической модели управления развитием предприятий. В предлагаемой матричной версии этой модели выделены три модуля. Первый демонстрирует динамические свойства и структуру рыночно-сетевого формата производственных и хозяйственно-экономических взаимодействий. Другие два модуля воспроизводят структуру высшего состава руководства. Устойчивость управленческих взаимодействий и характер динамики отношений в системе государственного регулирования в этих модулях отражается координатными характеристиками и схемой размещения субъектов управления в составе моделируемого комплекса.

Функции управления, государственное регулирование, режимы управления, конституционные нормы, разделение властных полномочий, демократизация руководства, механизм переключения, рыночно-сетевые характеристики механизма, модули руководства, ядро управленческих взаимодействий, матричный формат, организация развития.

Сложившаяся к концу прошлого века организационная схема исследований и сформировавшиеся новые в методологическом отношении подходы к анализу места государственных структур в регулировании развития экономических систем позволили обнаружить определённое единство взглядов по вопросам значения такого регулирования.

Была разработана система идей, способных объяснить и обеспечить в научно-практическом отношении разработку функционального состава государственного регулирования развития предприятий. Наиболее характерным примером этого является функция бюджетно-налогового, а также, в определённых пределах, – кредитно-денежного регулирования. В последующем эта кейнсианская модель регулирования была развёрнута с использованием функций планирования и программно-целевого регламентирования. Задача такого регулирования на основе предварительно выработанных государственных планов – увязать все направления и методы государственной экономической политики. Совершенствовалась функция организационно-структурной

координации в системе государства под провозглашённые идеи демократизации и социальных свобод.

Вместе с тем, проблема госрегулирования общественного развития до настоящего времени является одной из центральных в теории и на практике. Возникает немало факторов, обуславливающих формирование качественно иных, по сравнению с прежними, ценностей: интеллектуальных, нравственных, гражданских, общекультурных, происходит переход к новым формам производственных отношений, а в целом и развития всего общественного сознания. В обществе возрастает потребность в формировании принципиально новых условий хозяйственно-экономического взаимодействия. Всё явственнее обнаруживают себя проблемы развития методологических оснований и всей теории государства.

Есть и другие стороны этой проблемы, которые должны анализироваться и оцениваться в оперативно-тактическом режиме параллельно, возможно, с опережением фундаментальных разработок.

В научно-практическом отношении, на наш взгляд, особенно актуализируются

вопросы методики оценки и построения организационных схем анализа фактической эффективности действующих структур государственного регулирования, разработки приемлемых уже в данный момент развития производительных сил, рекомендаций по повышению этой эффективности.

Эту задачу можно рассматривать в двух аспектах: во-первых, как процесс создания системы, во-вторых, как процесс упорядочения деятельности по руководству внутри этой системы. Содержание процессов создания государственной системы, делегирование прав и обязанностей, функциональный состав для разделения властных полномочий по горизонтали и вертикали в целом определяются на конституционном уровне. Можно в связи с этим отметить положительный опыт демократизации власти в современной России. Но ясно и то, что при формировании властных взаимодействий особую значимость приобретает ещё и вопрос о том, как обеспечить деление работ по управлению и регулированию взаимодействий в едином комплексе ветвей власти, а потом постоянно приводить механизмы исполнения работ в такое состояние, при котором они могут выполняться в быстро меняющихся современных условиях. Решающее значение здесь, несомненно, имеет сложность, складывающаяся динамика и неопределённость развития экономической системы как объекта организационно-управленческой деятельности государства. В работе с таким объектом необходимо добиваться чёткой интерпретации его структуры, выделения ключевого элемента этой структуры, через который возможно добиваться значимого влияния на развитие всей системы. В анализе проблемы и в обоснованиях путей её решения в качестве такого элемента принимается предприятие. Именно характеристика влияния на него и оценка используемого с этой целью функционального состава регулирования с учетом соответствующих социальных отношений для отрасли, территории, национальной эконо-

мики в целом приобретает ключевое значение.

При этом природой рыночных отношений определён соответствующий характер взаимодействий по реализации народно-хозяйственных, территориальных, отраслевых целей технического развития, осуществления мотивов работников производства – через деятельность собственников предприятий и предпринимателей. Происходит своеобразное разделение сфер по уровням управления.

Составляющие внешнее звено (см. рис. 1) субъекты управленческих взаимодействий – государственные и территориальные органы хозяйственного руководства, социально-политические структуры акцентируют внимание на результатах производства, социальных процессах, происходящих в основном звене, и стремятся, таким образом, к формированию сбалансированной структуры производства и потребления. Субъекты управления в этом звене должны обеспечивать содействие непрерывному социально-экономическому развитию экономических районов и территорий, оздоровлению в них экологической обстановки, совершенствованию коммерческих связей. Внешний уровень – это вход в систему. Он транслирует на основное звено наиболее существенные моменты развития народного хозяйства.

Внутреннее звено – предприятия и предприниматели должны самостоятельно контролировать и управлять качеством процессов развития, ориентируясь на конъюнктуру рынка и максимальную прибыль. Для этого они могут, в соответствии с объективными процессами развития, вступать в ассоциации, делегировать свои полномочия концернам.

Таким образом, для создания непротиворечивой системы организации и управления развитием предприятий следует развести задачи управления по этим уровням. В таких условиях не будет дублирования структур управления, поскольку каждый из уровней получает зону действий, из которых формируется единая и

непротиворечивая система организации и управления, где хозяйственное руководство государственных, территориальных

органов не противоречит, а дополняет товарно-денежные отношения на уровне отдельных товаропроизводителей.



Рис. 1. Рыночный формат взаимодействий хозяйствующих субъектов (равновесное взаимодействие)

При этом в соответствии с рыночными условиями поддерживается, как это иллюстрируется на рис. 1, равновесное взаимодействие между хозяйствующими субъектами. В результате возникает возможность для сбалансированного управляющего влияния на процессы развития основного звена (предприятия) в соответствии с их интересами. Каждый хозяйствующий субъект в рыночно-сетевом формате, концентрируя своё внимание на особенностях развития предприятия, не должен пренебрегать полномочиями других субъектов и использовать не свойственные для современного этапа развития методы и функциональные средства. В противном случае возникнет состояние угнетения и эксплуатации как в диаметрально противоположном направлении (в отношении предприятий), так и по окружности внешней среды хозяйствования (в отношении рав-

ноправно действующих вместе с ним субъектов хозяйствования). Для этого в современном хозяйственном механизме развития предприятий имеется немало средств переключения и функционального влияния на предприятия (табл. 1), используя которые в содружестве с другими, каждый участвующий в системе руководства предприятием получает свою достаточную для себя возможность управления.

Эти изменения, возможно, меняя качественный состав механизма управления развитием, не должны приводить к перераспределению полномочий и пространственно-объемных характеристик в составе сегментов сетевой структуры. Их равновесие носит объективный характер, что в реальных условиях не наблюдается (см. рис. 2). Так, эффективность государственного регулирования в реальных условиях ослаблена. Прежде всего, ослабевает вли-

яние государственного регулирования в организации развития. В общей системе взаимодействия уменьшается влияние территориальных структур управления.

Необходимого и соответствующего перераспределения в системе регулирования не происходило.

Таблица 1. Механизм переключения в системе управления развитием предприятий

Субъекты производственных отношений	Мотивы развития	Трансляторы мотивов развития на уровень предприятий	Способы и формы воздействия на предприятия
Работники предприятий	Низкая производительность техники; непривлекательные и плохие условия работы; высокая интенсивность труда	Профсоюзы и профсоюзное движение	Коллективный договор; забастовка
Собственники предприятий	Возрастание дефицита продукции; изменение требований к качеству и ассортименту продукции; угасание прежних потребностей; низкий технический уровень и эффективность производства; напряжение в отношениях с работниками предприятия	Конкуренция	Институциональный механизм
Территориальные структуры	Отрицательное воздействие на экологию; недостаток/избыток материально-технических, сырьевых, энергетических, трудовых ресурсов	Местные властные структуры и органы регулирования	Координация, хозяйственно-политический протекционизм; экономический механизм
Государство	Разбалансированность в структуре производства; падение жизненного уровня населения	Органы государственного регулирования	Система законов; налоговая, амортизационная политика; бюджетное финансирование; демократические институты власти и правовое регулирование

Это тем более становится ясным на фоне преобладающих в развитии негативных тенденций и формирующихся схем распределения национального дохода общества и потребления национального продукта [2, с. 241-248]. При этом возрастание площади сегмента собственников не свидетельствует о качественном моменте совершенствования их влияния на общие процессы развития предприятий. В то же время происходит резкое сужение долевого влияния на развитие основного звена других не менее значимых субъектов регулирования (работников, местных и территориальных органов руководства). В

подтверждение можно привести многочисленные данные и результаты исследований отечественных ученых и специалистов (табл. 2).

В качестве исходного принимается положение о том, что методы принятия решений, процессы управления, организационно-распорядительская деятельность в системе функций государственного регулирования должны отражать главную тенденцию современного периода – переход от прямого управления экономикой, всеми ее звеньями и первичными хозяйствующими субъектами к стимулирующему воздействию экономическими, фи-

нансовыми и другими известными методами. Институционализация становится основой конструктивного подхода к построению новой схемы организации развития производства. На этой основе и развивается демократический стиль управле-

ния им, который уже не совместим с использованием типовых подходов и жёстких структур. Одновременно с этим возрастает роль выработки политики руководства как организующего элемента хозяйственной деятельности.



Рис. 2. Рыночный формат взаимодействий хозяйствующих субъектов (по фактическому состоянию)

Таблица 2. Характеристика вектора развития и особенностей формирования профиля социально-экономического благосостояния страны

Направления	Характеристика динамики
Совокупный ВВП	Заметен медленный рост
Отраслевая структура по доле наукоёмких отраслей и сфер деятельности	Стабильно отрицательные изменения
Развитие и уровень размещения производительных сил	Стабильно отрицательные изменения
Прожиточный минимум и безопасность жизнедеятельности	На предельно низком уровне
Наука по доле затрат на поддержку и стимулирование в национальном доходе	Потеря приоритетности, не восстанавливается
Образование	Развитие носит случайный характер



Рис. 3. Монофонический тип выравнивания системы регулирования

С точки зрения формирования структурных характеристик взаимодействия внутри системы государственного регулирования можно говорить о двух базисных стратегических направлениях – монофоническом и полифоническом. В первом (рис. 3) доминирующем в современной теории случае, и в особенности на практике, эта структура отличается однородностью, т.е. построена на основании одной группы взаимосогласованных идей и представлений. В результате, несмотря на утверждённые в Конституции декларации о полномочиях и регламенте ветвей власти, в реальных условиях с определённого момента начинает формироваться, а в последующем закрепляться, иерархическая система организации взаимодействия авторитарного типа. Система государственного регулирования в этом случае

оказывается под воздействием постепенно нарушающегося равновесия во взаимодействиях на самом верхнем уровне руководства. Возникают явления дублирования распорядительных функций, появляются признаки нарушения субординаций во взаимодействиях, происходит затенение одной ветви власти другой, система выравнивания основывается в основном на принципах усиления давления на основание. Происходит, как известно из механики, сглаживание шероховатостей, но лишь в той мере, пока «шапка Мономаха» имеет соответствующую тяжесть и массу (в виде, к примеру, разрастающегося во все стороны аппарата), быстро развиваются негативные тенденции в формировании производственных отношений в основном звене экономической системы.

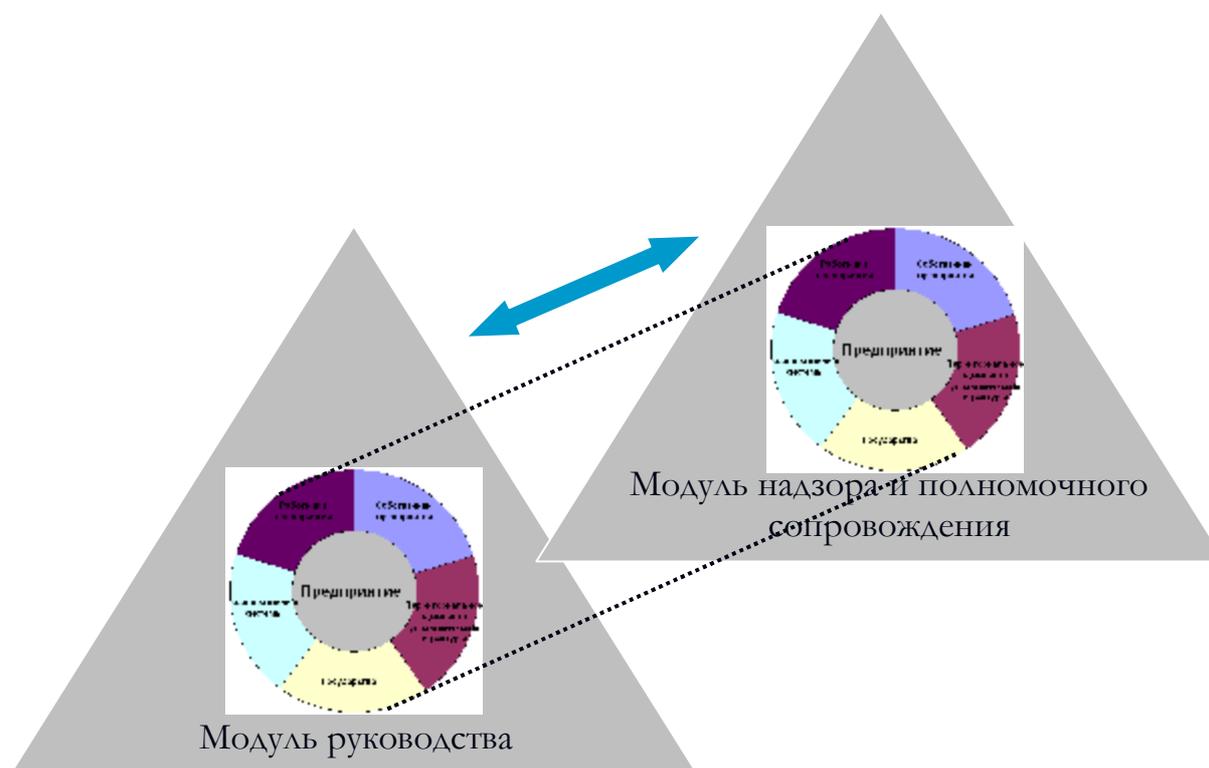


Рис. 4. Схема взаимодействия в системе государственного регулирования (полифонический подход)

В предлагаемом в статье полифоническом сценарии формирования структурных характеристик системы государственного регулирования (рис. 4) содержится несколько пакетов идей. Так, структурное обустройство этой системы не может быть не иерархическим. Более того, признаётся неизбежным противостояние иерархических и рыночно-сетевых характеристик, но доказывается столь же объективно существующая возможность действенной демократизации руководства и налаживания в его составе соответствующей системы взаимодействий.

Вся концепция построения современного механизма развития для своего успешного воплощения требует уже, по крайней мере, две группы взаимодополняющих идей: *трансформационные*, по сути относящиеся к формированию взаимодействий на уровне основного звена экономической системы и выноса на уровень ядра системы процессов госрегулирования, находящихся в компетенции исполнительных органов государственной вла-

сти (см. рис. 1); *институциональные*, упорядочивающие и налаживающие систему взаимодействия всех ветвей государственной власти в соответствии с особенностями рыночной экономики. Таким образом, формируется и логическая схема работы механизма государственного регулирования в совокупном сочетании трёх взаимодействующих модулей.

Один из них демонстрирует динамические свойства и структуру рыночно-сетевого формата производственных и хозяйственно-экономических взаимодействий, в центре которых находится предприятие и сюда же выносятся в качестве активно действующего элемента исполнительная ветвь государственной власти. Именно здесь формируется основное ядро управленческих взаимодействий. Два других модуля (рис. 5, 6), воспроизводят формат высшего состава руководства. На рис. 5 представлен модуль руководства, включающий распорядительную [1], законодательную [1] и представительную [1] ветви власти.

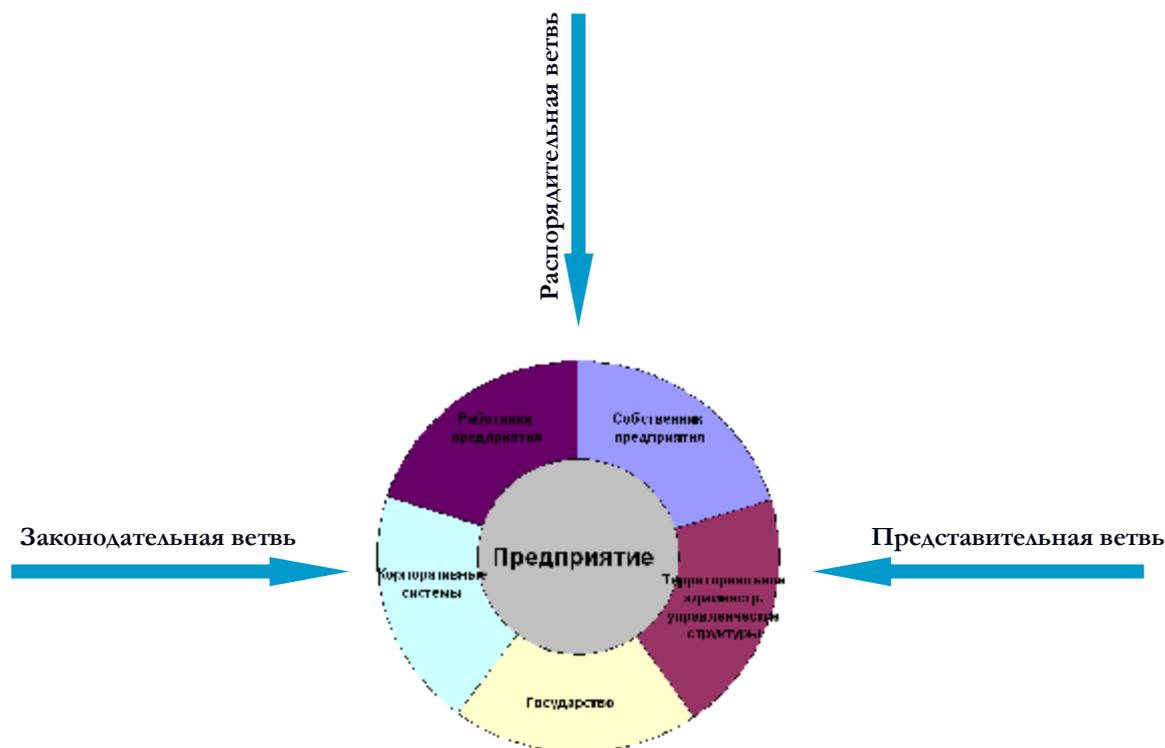


Рис. 5. Модуль руководства

На рис. 6 воспроизводится состав и характер взаимодействия уполномоченных Конституцией органов судебного надзора [1] и полномочного сопровождения руководства [1]. Устойчивость и ха-

рактер динамики отношений в системе государственного регулирования отражается координатными характеристиками и форматом их размещения в сфере государственного управления.

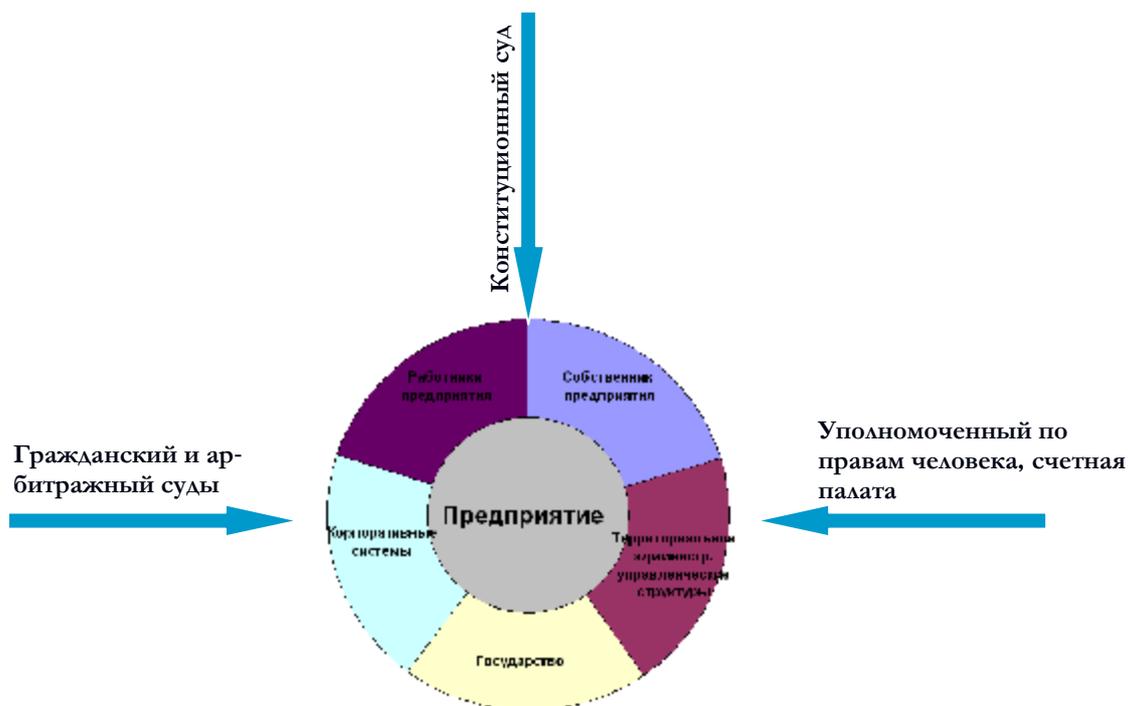


Рис. 6. Модуль надзора и полномочного сопровождения

Предлагаемая модель руководства предполагает равноправное достаточно жёсткое взаимодействие. В исходном моменте анализа управленческих взаимодействий предполагается, что в стране обеспечивается равновесное функционирование общества и исполняются в связи с этим с необходимой полнотой конституционные требования к развитию производительных сил и общественных отношений. В этих условиях центр ответственности, стратегического руководства развитием, средства формирования политических инициатив, механизмы их реализации сосредоточиваются в полномочиях Президента, при этом равенство доминант (см. углы модели на рис. 4) обязывают власти к постоянно активной форме руководства и регулирования. Стоит только

ослабнуть какой-либо из её ветвей или оказаться в кризисе, как другая ветвь, к примеру законодательная, представительная, могут взять инициативу в свои руки и урегулировать ситуацию столь же быстро, насколько это необходимо для сохранения динамики развития в ядре системы.

Библиографический список

1. Конституция Российской Федерации. Гимн Российской Федерации. Герб Российской Федерации. Флаг Российской Федерации [текст]. – М.: Издательство «Омега-Л», 2009.

2. Османкин, Н.Н. Факторы России в организации развития предприятий: монография [текст] / Н.Н. Османкин. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2008.

MATRIX FORMAT OF MANAGEMENT INTERACTIONS IN THE ORGANIZATION OF ENTERPRISE DEVELOPMENT

©2012 N. N. Osmankin

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents a concept of building a logic model of enterprise development management. Three modules are recognized in this matrix version of the model. The first one shows the dynamic properties and structure of the market-network format of industrial and economic cooperation. The other two modules reproduce the structure of senior management. The stability of management interactions and the dynamics of relations in the system of state regulation in these modules are reflected by the coordinate characteristics and the arrangement of management subjects in the modeled complex.

Management functions, government regulation, management regimes, constitutional provisions, division of powers, democratization of management, switching mechanism, market – network characteristics of the mechanism, modules of leadership, core of managerial interactions, matrix format, development organization.

Информация об авторе

Османкин Николай Николаевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: n.osmankin@yandex.ru. Область научных интересов: теория менеджмента.

Osmankin Nicholai Nicholaevitch, professor, head of the department of management, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: n.osmankin@yandex.ru. Area of research: management theory.

ББК 65.23
УДК 338.24.01

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ СНИЖЕНИИ ТРУДОЁМКОСТИ

© 2012 О. В. Павлов, Т. Н. Рясная

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Сформулирована и решена задача планирования на этапе освоения нового изделия при динамическом снижении трудоёмкости. Проблема рассматривается как задача оптимального управления дискретной системой. Получено численное решение с помощью метода динамического программирования Беллмана.

Освоение нового изделия, динамическое снижение трудоёмкости, оптимальные объёмы производства, динамическое программирование Беллмана.

Введение

Начальным этапом производства новой продукции является этап освоения, в течение которого обеспечивается достижение планового объёма производства в единицу времени. На этом этапе совершенствуется технологический процесс, налаживаются кооперированные и производственные связи, закрепляются специальные знания и навыки работы, происходит процесс обучения рабочих и менеджеров. Отличительной особенностью этапа освоения новой продукции является динамический характер экономических показателей производства. Нормы расхода материальных и трудовых ресурсов, потери от брака снижаются, скорость и качество работы рабочих, специалистов и менеджеров возрастают [1]-[4]. В результате по мере нарастания объёма выпуска продукции происходит снижение трудоёмкости.

Динамическое снижение трудоёмкости на этапе освоения продукции делает актуальной задачу планирования производства промышленного предприятия. Задача заключается в поиске оптимального распределения объёмов производства по временным периодам при заданном времени и заданном суммарном объёме производства с целью минимизации трудовых затрат за весь период освоения нового изделия [5]. Под суммарным объёмом про-

изводства понимается количество изделий, изготовленных с начала освоения новой продукции.

1. Постановка динамической задачи оптимального определения объёмов производства на этапе освоения нового изделия

Динамика изменения суммарного объёма производства промышленного предприятия на этапе освоения нового изделия описывается дискретным уравнением:

$$x_t = x_{t-1} + u_t, \quad t = \overline{1, n},$$

где x_t – суммарный объём производства за t временной период; t – номер временного периода; u_t – объём производства в периоде t ; n – число периодов на этапе освоения изделия.

Известно количество произведённой продукции в начальный момент времени:

$$x_0 = X_0.$$

В конечный период суммарный объём произведённой продукции должен быть равен заданному:

$$x_n = X_0 + R.$$

Объём производства в периоде t не может превышать максимальной производственной мощности оборудования:

$$u_t \leq Q^{\max}, \quad t = \overline{1, n},$$

где Q^{max} – максимальная производственная мощность оборудования.

Трудовые затраты в периоде t определяются как произведение трудоёмкости продукции t_t и объёма производства u_t :

$$C_t = t_t u_t. \quad (1)$$

Динамика изменения трудоёмкости изделия от суммарного объёма производства описывается степенной зависимостью [2, 3]:

$$t_t = ax_t^{-g}, \quad (2)$$

где a – затраты на производство первого изделия, g – коэффициент крутизны кривой освоения.

Из анализа формулы (2) следует, что трудоёмкость изделия определяется только суммарным объёмом производства.

Коэффициент крутизны кривой освоения характеризует темп снижения трудоёмкости изделия. Кривая, построенная на основе формулы (2), называется кривой освоения.

Подставляя выражение (2) в (1), можно получить затраты в периоде t :

$$C_t = ax_t^{-g} u_t.$$

В качестве критерия принятия управленческого решения принимается минимизация суммарных трудовых затрат:

$$J = \sum_{t=1}^n ax_t^{-g} u_t \rightarrow \min.$$

Таким образом, модель принятия решений для руководства предприятия запишется в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} J = \sum_{t=1}^n ax_t^{-g} u_t \rightarrow \min, \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} u_t \leq Q^{max}, \quad t = \overline{1, n}, \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_t = x_{t-1} + u_t, \quad t = \overline{1, n}, \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_0 = X_0, \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_n = X_0 + R. \end{array} \right. \quad (7)$$

Сформулированная задача (3)-(7) является задачей оптимального управления дискретной системой. Решением сформулированной задачи является такое оптимальное управление u_t , удовлетворяющее ограничению (4), которое переводит дискретную систему (5) из начального состояния (6) в конечное состояние (7) и обеспечивает минимум критерия оптимальности (3).

2. Решение динамической задачи оптимального определения объёмов производства на этапе освоения нового изделия

Далее конкретизируется разработанная математическая модель (3)-(7) на примере освоения нового изделия «Корпус» на предприятии ОАО «Салют». Динамика изменения трудоёмкости изделия «Корпус» представлена в табл. 1.

Для того, чтобы аппроксимировать приведённые в табл. 1 данные с помощью метода наименьших квадратов [6], необходимо произвести линеаризацию степенной функции (2):

$$\ln(t_t) = \ln(a) - g \ln(x_t). \quad (8)$$

Произведём замены в формуле (8):

$$Y = \ln(t_t), \quad A = \ln(a), \quad B = -g,$$

$$X = \ln(x_t). \quad (9)$$

Получим модель, в которой результирующий признак Y (натуральный логарифм трудоёмкости изделия) связан с факторным признаком X (натуральным логарифмом суммарного объёма производства изделия) линейной зависимостью:

$$Y = A + BX + e,$$

где e – случайный компонент.

Таблица 1. Динамика изменения трудоёмкости изделия «Корпус»

Месяц	Объём производства, шт.	Объём, нарастающим итогом, шт.	Трудоёмкость, н/час.
Январь 2010	20,0	20,0	10,00
Февраль 2010	20,0	40,0	9,90
Март 2010	20,0	60,0	9,80
Апрель 2010	20,0	80,0	9,70
Май 2010	20,0	100,0	9,60
Июнь 2010	20,0	120,0	8,80
Июль 2010	20,0	140,0	8,80
Август 2010	20,0	160,0	8,80
Сентябрь 2010	20,0	180,0	8,60
Октябрь 2010	20,0	200,0	8,50
Ноябрь 2010	20,0	220,0	8,40
Декабрь 2010	20,0	240,0	8,20
Январь 2011	20,0	260,0	8,00
Февраль 2011	20,0	280,0	7,80
Март 2011	20,0	300,0	7,60
Апрель 2011	20,0	320,0	7,40
Май 2011	20,0	340,0	7,33
Июнь 2011	20,0	360,0	7,30
Июль 2011	20,0	380,0	7,25

Суть метода наименьших квадратов заключается в поиске коэффициентов A и B , минимизирующих сумму квадратов отклонений эмпирических значений Y от расчётных значений $\hat{Y} = \hat{A} + \hat{B}X$:

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 =$$

$$= \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{A} - \hat{B}X_i)^2 \rightarrow \min,$$

где Y_i – эмпирическое (фактически наблюдаемое) значение трудоёмкости изделия в i -ом наблюдении.

Эмпирические значения трудоёмкости изделия «Корпус» представлены в табл. 1. $\hat{Y} = \hat{A} + \hat{B}X$ – расчётное значение трудоёмкости изделия.

С помощью метода наименьших квадратов для изделия «Корпус» получены следующие значения коэффициентов: $\hat{A} \approx 2,78$ и $\hat{B} = -0,13$. Эмпирические и расчётные значения натурального логарифма трудоёмкости изделия «Корпус» представлены на рис. 1.

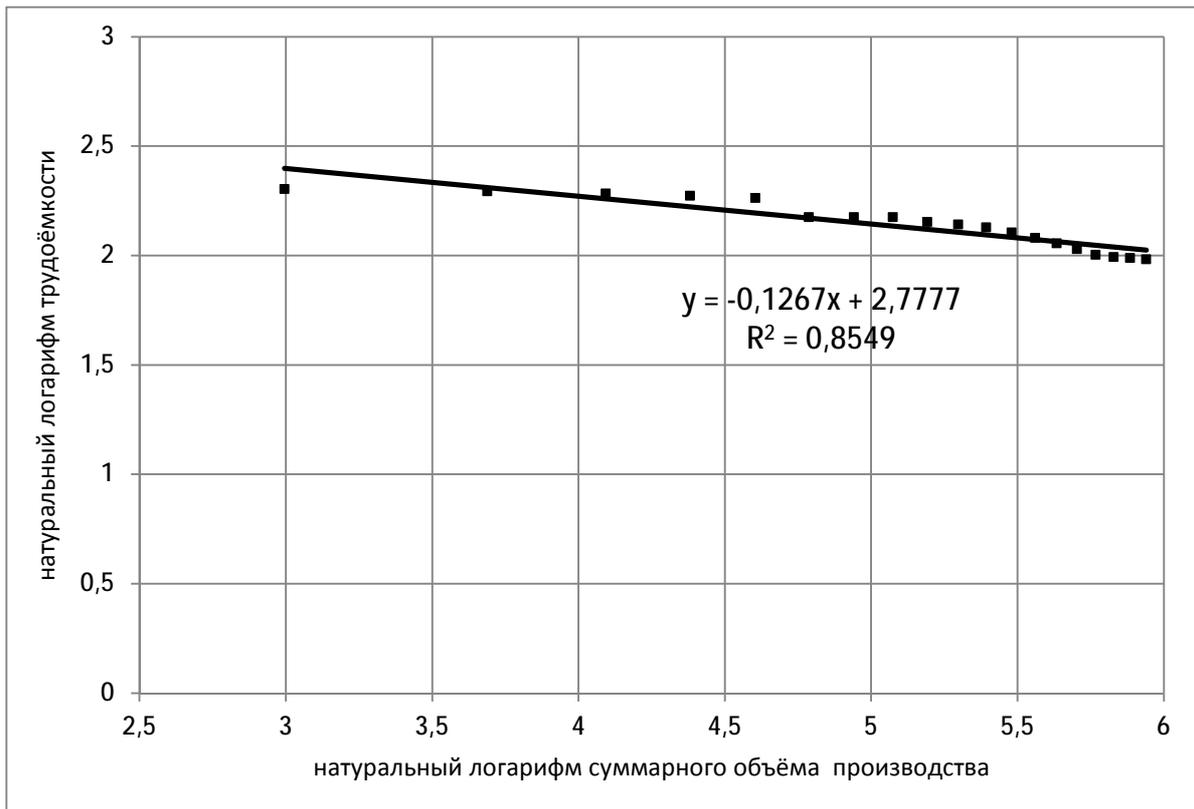


Рис. 1. Эмпирические и расчётные значения натурального логарифма трудоёмкости изделия «Корпус»

Для оценки качества полученной зависимости рассчитывается коэффициент детерминации R^2 :

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \approx 0,85.$$

С помощью коэффициента детерминации R^2 проверим значимость построенной модели. Для этого выдвинем основную и конкурирующую гипотезы:

$$\begin{cases} H_0 : R^2 = 0, \\ H_1 : R^2 \neq 0. \end{cases}$$

Если основная гипотеза верна, то статистика:

$$F = \frac{R^2(n-2)}{1-R^2}$$

имеет распределение Фишера с $k_1=m$ и $k_2=n-m-1$ числами степеней свободы, где m – число переменных в регрессионной модели, а n – объём выборки.

Основная гипотеза проверяется с помощью табличного значения F -критерия Фишера. Если наблюдаемое значение больше табличного, то основная гипотеза отвергается при заданном уровне значимости α , принимается конкурирующая гипотеза и, следовательно, построенная регрессионная модель значима [7]. В противном случае принимается основная гипотеза и построенная регрессионная модель незначима.

При уровне значимости $\alpha = 0,01$ получены следующие значения F -критерия Фишера:

$$F_{\text{набл}} = \frac{0,85 \cdot (19-2)}{1-0,85} \approx 100,2,$$

$$F_{\text{кр}}(0,01; 1; 17) \approx 8,4.$$

Так как наблюдаемое значение критерия Фишера больше табличного $F_{\text{набл}} > F_{\text{кр}}$, то основная гипотеза о незначимости полученной регрессионной модели отвергается, и построенная регрессионная модель значима.

С учётом (9) находятся параметры эконометрической модели (2) для трудоёмкости изделия «Корпус» $a = e^{2,78} \approx 16,08$, $g = \hat{B} \approx 0,13$. Таким образом, динамика изменения трудоёмкости изделия «Корпус» от суммарного объёма производства описывается следующей эконометрической моделью:

$$t_t = 16,08x_t^{-0,13}. \quad (10)$$

С учётом (10) критерий принятия управленческого решения запишется в виде:

$$J = \sum_{t=1}^n 16,08x_t^{-0,13}u_t \rightarrow \min. \quad (11)$$

Для решения сформулированной задачи (3)-(7), (11) применяется метод динамического программирования Беллмана [8]. С использованием данного метода поставленная задача решена для следующих данных: суммарный объём производства

изделия «Корпус» за год $R=240$ комплектов, количество временных периодов $n = 12$, $x_0 = 1$, максимальная производственная мощность $Q^{\max} = 40$ комплектов, объём производства в каждый период должен быть кратен 10.

Оптимальная траектория суммарного объёма производства изделия «Корпус» приведена на рис. 2. Минимальные суммарные трудовые затраты для оптимальной траектории составили 2261,63 н/ч. Суммарные трудовые затраты при равномерном производстве равны 2305,17 н/ч.

Из анализа рис. 2 видно, что оптимальной стратегией являются небольшие объёмы производства в начальные периоды, а затем по мере уменьшения трудоёмкости изделия – увеличение объёмов производства в последних временных периодах.

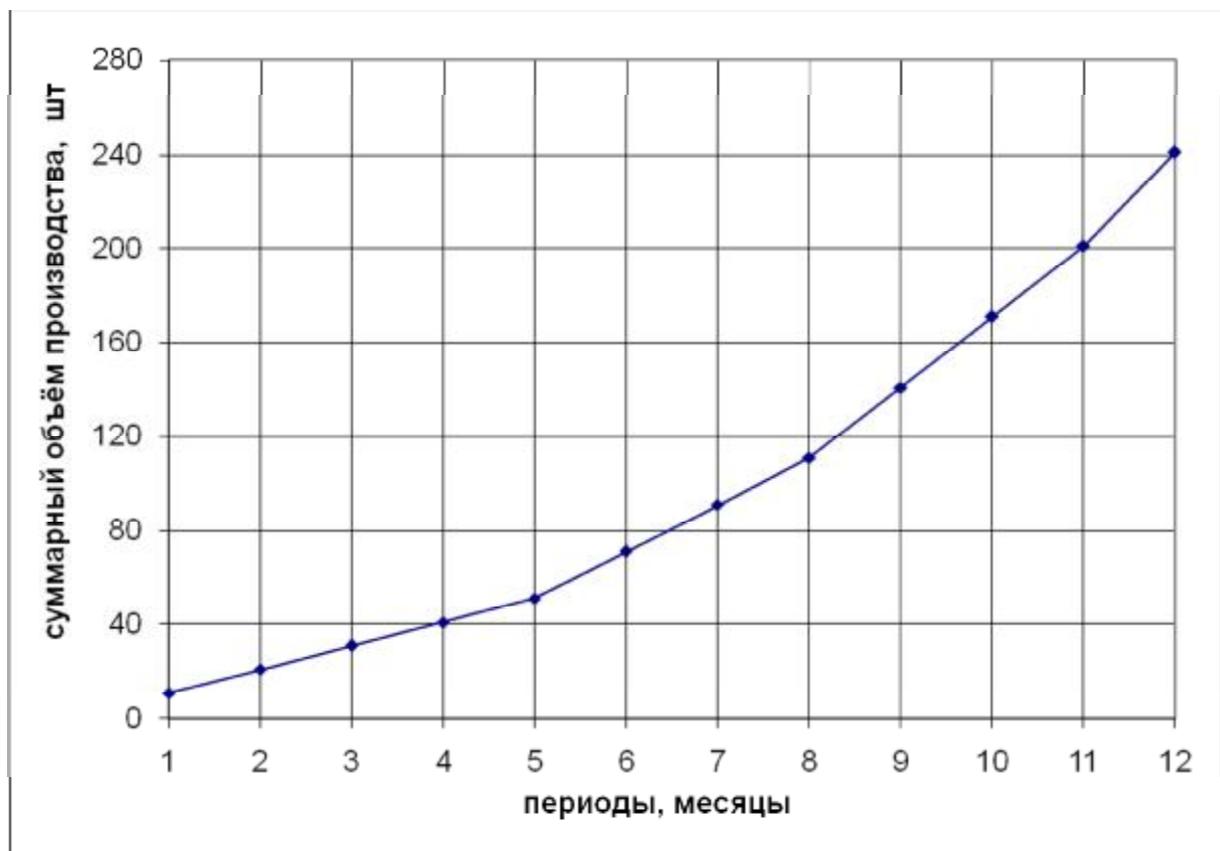


Рис. 2. Оптимальная траектория суммарного объёма производства изделия «Корпус»

Заключение

Представлена математическая модель принятия оптимального решения по определению объёмов производства на этапе освоения нового изделия, характеризующегося динамическим снижением трудоёмкости. Проблема формулируется как задача оптимального управления дискретной системой. Задача заключается в поиске оптимального распределения объёмов производства по временным периодам при заданном времени и заданном суммарном объёме производства с целью минимизации затрат за весь период освоения нового изделия.

Библиографический список

1. Новиков, Д.А. Модели обучения в процессе работы [Текст] / Д.А. Новиков // Управление большими системами. 1997. № 19. С. 5-22.
2. Организация производства и управление предприятием [Текст]/ под ред. О.Г. Туровца. – М.: Инфра-М, 2004.
3. Новицкий, Н.И. Организация производства на предприятиях [Текст]/ Н.И. Новицкий. – М.: Финансы и статистика, 2001.
4. Пиндайк, Р. Микроэкономика [Текст]/ Р. Пиндайк, Д. Рубинфельд. – М.: Дело, 2001.

На примере предприятия ОАО «Салют» построена эконометрическая модель трудоёмкости нового изделия «Корпус». С помощью динамического программирования Беллмана найдено оптимальное распределение объёмов производства изделия «Корпус» по временным периодам.

В результате исследования сделан следующий вывод: оптимальной стратегией является постепенное увеличение объёмов производства в более поздние временные периоды по мере снижения трудоёмкости изделия.

5. Павлов, О.В. Динамическая задача оптимального распределения объёмов работ по периодам проекта [Текст]/ О.В. Павлов // Экономические науки. - 2011. - № 4 (77). - С. 274-279.
6. Эконометрика [Текст]/ [В.С. Мхитарян и др.]. – М.: Проспект, 2010.
7. Айвазян, С.А. Эконометрика [Текст]/ С.А. Айвазян, С.С. Иванова. – М.: МФПА, 2010.
8. Беллман, Р. Динамическое программирование [Текст]/ Р. Беллман. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960.

NUMERICAL SOLUTION OF A PRODUCTION PLANNING PROBLEM IN CASE OF DYNAMIC LABOR INPUT REDUCTION

©2012 O. V. Pavlov, T. N. Ryasnaya

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The production planning problem in case of dynamic labor input reduction is defined and solved. The problem is considered as an optimal discrete system management problem. The numerical solution is found using the Bellman's optimality principle of dynamic programming.

Development of a new product, dynamic labor input reduction, optimal production volumes, Bellman's dynamic programming.

Информация об авторах

Павлов Олег Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, декан факультета экономики и управления, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет).

E-mail: pavlov@ssau.ru. Область научных интересов: управление социально-экономическими системами.

Рясная Татьяна Николаевна, ассистент, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: riasnaiatiana@yandex.ru. Область научных интересов: управление социально-экономическими системами.

Pavlov Oleg Valerievich, candidate of science, Dean of the faculty of economics and management, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: pavlov@ssau.ru. Area of research: management of social and economic systems.

Ryasnaya Tatiana Nikolaevna, assistant of the engineering department, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: riasnaiatiana@yandex.ru. Area of research: management of social and economic systems.

ББК 65.271
УДК 368.025

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАЖОРАНТЫ ДЛЯ РАЗМЕРА ФОНДА ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ЗАСТРАХОВАННОГО СОБЫТИЯ

© 2012 Е. П. Ростова

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье представлен анализ взаимосвязи размера отчислений на предупредительные мероприятия на величину ожидаемого ущерба при наступлении непредвиденного события. Получено ограничение на размер расходов на превентивные меры, позволяющее оценить целесообразность их осуществления при сравнительном анализе ситуации с формированием указанного фонда и без него.

Страхование, фонд предупредительных мероприятий, превентивные меры, системы страховой ответственности, возмещение.

В процессе эволюции страхового рынка страховыми компаниями были предложены и разработаны различные методы повышения интереса потенциальных клиентов к их продуктам, начиная от скидок и заканчивая различными системами страховой ответственности. Часто эти методы основаны на разделении риска между страхователем и страховщиком. То есть при наступлении страхового случая страховщик выплачивает выгодоприобретателю часть ущерба в рамках оговоренной страховой суммы. Другая часть ущерба компенсируется страхователем, т.е. остаётся на собственном удержании страхователя, что стимулирует его на принятие мер, направленных на снижение величины ожидаемого ущерба. Кроме финансовых инструментов существуют также и соответствующие пункты договора страхования, разрешающие страхователю действия, направленные на снижение ущерба страховой компании. Также вполне очевидно, что страхователь при наступлении страхового случая понесет убытки, которые будут компенсированы страховой компанией возмещением на сумму, не превышающую эти убытки. Страхователю в любом случае не выгодно наступление страхового случая и увеличение суммы ущерба.

Охарактеризуем проблему проведения предупредительных мероприятий и

отчисления средств в соответствующий фонд. Проведение предупредительных мероприятий направлено на снижение риска чрезвычайных ситуаций путем уменьшения как вероятности наступления непредвиденного события, так и суммы ущерба от него. Под предупредительными мероприятиями в широком смысле могут пониматься меры, направленные на снижение застрахованного риска, например своевременное проведение плановых профилактических и ремонтных работ, отчисления на природоохранные мероприятия. Довольно часто руководство организации осуществляет плановые профилактические и ремонтные работы не с целью снизить риск возникновения нештатной ситуации и последствия от нее, а по причине существующих требований, предъявляемых к эксплуатируемым объектам, поскольку установка энергосберегающего оборудования, модернизация используемой технологии, отчисления на природоохранные мероприятия требуют значительных затрат, экономическая эффективность которых либо отрицательна, либо крайне мала. С точки зрения руководства предприятий и организаций проведение предупредительных мероприятий и отчисление денежных средств в соответствующий фонд нецелесообразно и неэффективно. С другой стороны, осуществление вышеперечисленных мер,

направленных на снижение риска чрезвычайной ситуации и суммы ущерба от нее, позволяет снизить риск нанесения вреда жизни и здоровью работников предприятия и жителей близлежащих районов, избежать аварий и катастроф, снизить риск экологического загрязнения.

Как отмечает Хохлов Н.В. [1], вложения в повышение уровня безопасности связаны со снижением риска зависимости, обладающей следующими свойствами: чем выше уровень существующей безопасности, тем больше требуется денежных средств, чтобы повысить его. Таким образом, встает вопрос об ограничении сверху размера отчислений на предупредительные мероприятия, т.е. об определении мажоранты, в границах которой денежные средства на превентивные меры будут экономически эффективны.

С 1 января 2012 года вступил в силу Федеральный закон «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» №225-ФЗ от 27.07.2010 г. [2] Страховые суммы, взносы и возмещения определяются в зависимости от типа опасного производственного объекта. Также в законе предусмотрено снижение тарифов путем применения дополнительного понижающего коэффициента, устанавливаемого страховщиком исходя из уровня безопасности опасного объекта, повысить который можно путем проведения предупредительных мероприятий. Таким образом, руководство предприятия, эксплуатирующего опасный производственный объект (ОПО), заинтересовано в снижении уровня риска. Перспектива передать ответственность по возмещению убытков пострадавшим от непредвиденных ситуаций на ОПО должна была заинтересовать руководителей соответствующих предприятий. На практике же далеко не все владельцы ОПО застраховали гражданскую ответственность согласно закону №225-ФЗ [3], при том, что средняя страховая премия составляет около

45 000 рублей [4], допустима оплата в рассрочку.

Классификация страхования [5, 6] по характеру распределения ответственности подразумевает полное и частичное страхование. Последнее в свою очередь делится на пропорциональное и непропорциональное, которое также имеет более мелкое деление (рис. 1).

Рассмотрим и опишем подробнее виды страхования. Обозначим размер ущерба при наступлении страхового случая – X , страховое возмещение – W , страховая стоимость S . Следует отметить, что $\forall X$ выполняется $X \leq S$, поскольку размер ущерба не может превышать стоимость объекта страхования.

В ситуации полного страхования $W = X$ (1)

страховщик обязан возместить страхователю весь ущерб от страхового случая.

Если договор страхования предусматривает пропорциональное распределение ответственности, то страховая компания покрывает ущерб от страхового случая в определенной заранее установленной доле

$$W = a \cdot X, \quad (2)$$

оставшуюся часть ущерба страхователь компенсирует сам.

Страхование по системе «первого риска» подразумевает покрытие ущерба страховщиком только в пределах обозначенной в договоре суммы C . Если размер ущерба X не превышает эту сумму C , то страховщик выплачивает его полностью, если ущерб X по оценкам экспертов превысил «первый риск» C , тогда страхователю выплачивается только указанная в договоре сумма C , а оставшиеся убытки остаются на собственном удержании страхователя:

$$W = \begin{cases} X, & X \leq C, \\ C, & X > C. \end{cases} \quad (3)$$

В случае страхования с франшизой страховая компания компенсирует убытки страхователю, если размер ущерба X превышает указанную в договоре франшизу fr .

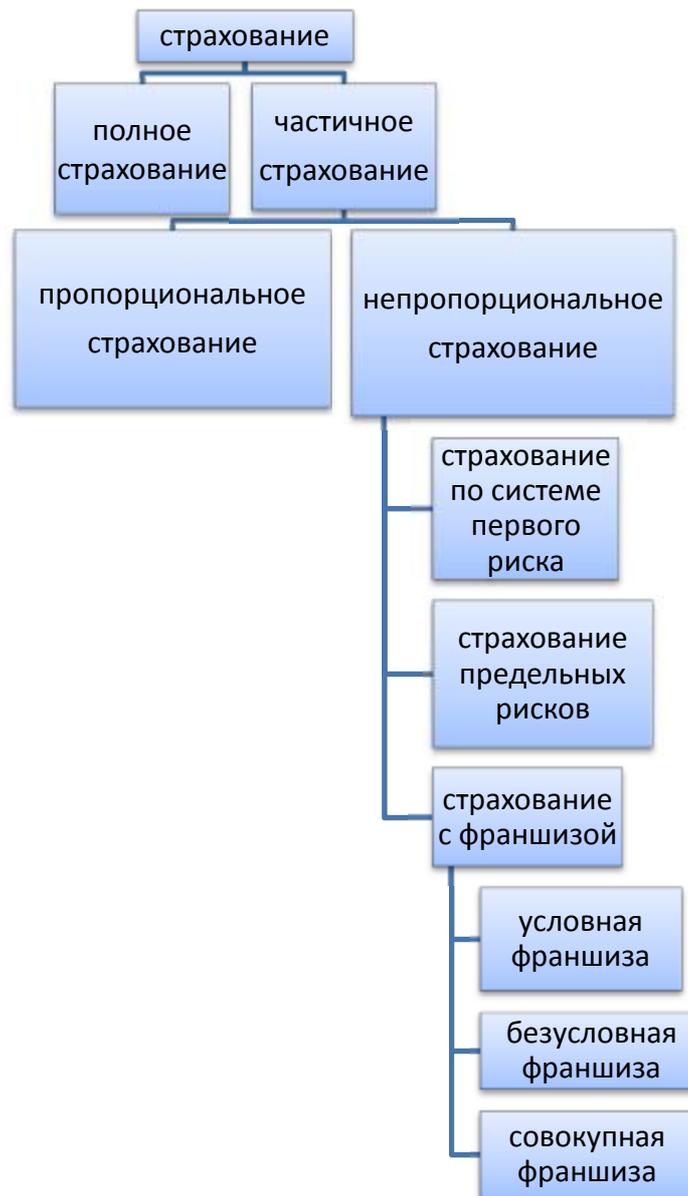


Рис. 1. Системы распределения ответственности в страховании

При условной франшизе не возмещается сумма ущерба в пределах денежных средств, составляющих франшизу. Если же сумма ущерба превышает франшизу, то он возмещается полностью:

$$W = \begin{cases} 0, & X < fr, \\ X, & X \geq fr. \end{cases} \quad (4)$$

При безусловной франшизе сумма ущерба в пределах оговоренной суммы, составляющей франшизу, не возмещается. Если сумма ущерба больше франшизы, то из суммы ущерба вычитается франшиза:

$$W = \begin{cases} 0, & X < fr, \\ X - fr, & X \geq fr. \end{cases} \quad (5)$$

Предельное страхование аналогично страхованию с франшизой, но отличается тем, что пороговое значение ответственности располагается в зоне больших ущербов.

Из вышесказанного видно, что размер возмещения W зависит от ущерба X и функция зависимости $W(X)$ является линейной (1), (2) (полное и пропорциональное страхование) или кусочно-

линейной (3) – (5) (непропорциональное страхование).

Следует отметить, что размер ущерба X является случайной величиной, закон распределения которой определяется в каждом конкретном случае на основе статистической информации об объекте. Величина W , как было показано выше (1) – (5), является функцией от случайной величины X .

В качестве примеров законов распределения случайной величины ущерба могут выступать различные функциональные зависимости, параметры и вид которых определяются в конкретном случае. В качестве примеров охарактеризуем экспоненциальный, нормальный и равномерный законы [7]. Экспоненциальный закон характерен для страховых случаев, малый размер ущерба которых имеет высокую вероятность и, наоборот, значительные ущербы маловероятны. Нормальный закон описывает страховые случаи, для которых малые и крупные ущербы имеют малую вероятность, а средние по величине ущербы наступают достаточно часто. Применение равномерного закона распределения вероятностей допустимо при описании страховых случаев, малый ущерб которых имеет низкую вероятность появления, а крупные ущербы наступают достаточно часто.

Рассмотрим страхователя, страховая премия которого составляет V при некоторой тарифной ставке. Тогда финансовый результат k -го года страхователя составит: $\Pi_k = -V_k - X_k + W_k$.

Пусть страхователь либо производит отчисления f в фонд предупредительных мероприятий, либо непосредственно тратит на них.

Вложения f в повышение уровня безопасности связаны со снижением ущерба X нелинейной зависимостью, отвечающей следующим свойствам: $X'_f < 0$, $X''_{ff} < 0$ [1].

Проанализируем влияние величины отчислений в фонд предупредительных мероприятий на размер возмещения, вы-

плачиваемого страховщиком при наступлении страхового случая. С увеличением отчислений в фонд предупредительных мероприятий снижается X и, следовательно, уменьшается размер страхового возмещения. При этом будем считать, что отчисления, производимые в $(k - 1)$ -ом году, отразятся на показателях риска k -го года. Поскольку отчисления f_{k-1} на предупредительные мероприятия влияют на ожидаемый ущерб страховщика и на его составляющие, то обозначим: $\tilde{X}_k(f_{k-1}), \tilde{W}_k(f_{k-1})$ – соответственно размер ущерба, величина страхового возмещения в k -ом году при условии проведения страхователем предупредительных мероприятий в $(k - 1)$ -ом году. Финансовый результат страхователя при отчислениях f на предупредительные мероприятия будет иметь вид:

$$\tilde{\Pi}_k = -V_k - \tilde{X}_k(f_{k-1}) + \tilde{W}_k(f_{k-1}) - f_k.$$

Далее для краткости не будем указывать год, если этого не требуется для точности изложения. Отметим, что

$$\tilde{X} < X, \tilde{W} < W. \quad (6)$$

Поскольку X – случайная величина, а $W=W(X)$ – функция от нее, то при рассмотрении прибыли будем использовать математическое ожидание, позволяющее определить ожидаемый экономический эффект с учётом особенностей распределения случайной величины X :

$$M[\Pi] = -V - M[X] + M[W].$$

$$M[\tilde{\Pi}] = -V - M[\tilde{X}] + M[\tilde{W}] - f. \quad (7)$$

Для того, чтобы страхователю было выгодно производить предупредительные мероприятия, необходимо, чтобы ожидаемая прибыль при отчислениях f была не ниже, чем ожидаемый финансовый результат без отчислений.

$$M[\tilde{\Pi}] \geq M[\Pi].$$

$$-V - M[\tilde{X}] + M[\tilde{W}] - f \geq$$

$$\geq -V - M[X] + M[W].$$

Упростим неравенство:

$$-V - M[\tilde{X}] + M[\tilde{W}] - f + V + M[X] - M[W] \geq 0.$$

$$\begin{aligned} & -f + (M[X] - M[\tilde{X}]) - \\ & - (M[W] - M[\tilde{W}]) \geq 0. \end{aligned} \quad (8)$$

В силу свойств математического ожидания и (6) выражения в скобках положительные.

Обозначим изменение ожидаемого ущерба:

$$\Delta M[X] = M[X] - M[\tilde{X}]$$

и изменение ожидаемых выплат:

$$\Delta M[W] = M[W] - M[\tilde{W}].$$

Значит, неравенство (8) выполняется, если

$$f_k \leq \Delta M[X_k(f_{k-1})] - \Delta M[W_k(f_{k-1})]. \quad (9)$$

В (9) для точности указали год, поскольку данное неравенство является важным для дальнейшего изложения и является промежуточным результатом.

Таким образом для отчислений на предупредительные мероприятия определена верхняя граница, позволяющая судить о целесообразности и эффективности мер, направленных на снижение застрахованного риска. Однако данное ограничение имеет смысл, если в правой части будет стоять положительное число. Для этого покажем, что при увеличении отчислений f на предупредительные мероприятия ожидаемый ущерб X убывает быстрее, чем страховое возмещение W , т.е., что

$$\Delta M[X] \geq \Delta M[W]. \quad (10)$$

Рассмотрим неравенство (10) применительно к функциям $W(X)$ (1) – (5). Для ситуации полного и пропорционального страхования имеем линейную зависимость $W = a \cdot X$, где $a \in (0; 1]$ и её конкретное значение зависят от выбранной системы распределения ответственности между страховщиком и страхователем.

Тогда

$$M[W] = M[a \cdot X] = a \cdot M[X],$$

$$M[\tilde{W}] = M[a \cdot \tilde{X}] = a \cdot M[\tilde{X}].$$

По свойству математического ожидания

$$\begin{aligned} \Delta M[X] &= M[X] - M[\tilde{X}] = \\ &= M[X - \tilde{X}] = M[\Delta X]. \end{aligned}$$

Аналогично для возмещения W :

$$\begin{aligned} \Delta M[W] &= M[W] - M[\tilde{W}] = \\ &= M[W - \tilde{W}] = M[\Delta W]. \end{aligned}$$

Пусть $W = W(f)$ и $X = X(f)$, тогда $W(f) = a \cdot X(f)$ и $W'(f) = a \cdot X'(f)$.

Так как $a \in (0; 1]$, следовательно, $W'(f) \leq X'(f)$.

То есть $\Delta W \leq \Delta X$. Если перейти к математическому ожиданию рассматриваемых величин, то можно получить:

$$M[\Delta W] \leq M[\Delta X].$$

Рассмотрим ситуации страхования по системе первого риска и страхования с франшизой, для которых функция $W(X)$ является кусочно-линейной. Требуется показать, что для функций $W(f)$ и $X(f)$ при одинаковом Δf выполняется неравенство $\Delta W \leq \Delta X$.

Пусть $\Delta X \subset (a, b) \subset [0, S]$. Рассмотрим различные варианты расположения интервала (a, b) .

Если $\forall X \in (a, b)$ выполняется $W = aX$, тогда получаем рассмотренный выше случай и $\Delta W \leq \Delta X$.

Если $\forall X \in (a, b)$ выполняется $W = const$, тогда $\Delta W = 0$ и $\Delta W \leq \Delta X$.

Если $X \in (a, b)$ и $\exists c \in (a, b) \mid \forall X \in (a, c)$ выполняется $W = aX$ и $\forall X \in (c, b)$ выполняется

$W = const$, тогда обозначим $\Delta W_{(a,c)}$ и $\Delta X_{(a,c)}$ изменения значений W и X соответственно на интервале (a, c) и аналогично $\Delta W_{(c,b)}$ и $\Delta X_{(c,b)}$ для интервала (c, b) .

Тогда $\Delta W = \Delta W_{(a,c)} + \Delta W_{(c,b)}$ и $\Delta X = \Delta X_{(a,c)} + \Delta X_{(c,b)}$. С учётом вышесказанного $\Delta W_{(a,c)} \leq \Delta X_{(a,c)}$ и $\Delta W_{(c,b)} \leq \Delta X_{(c,b)}$.

Тогда $\Delta W = \Delta W_{(a,c)} + \Delta W_{(c,b)} \leq \Delta X_{(a,c)} + \Delta X_{(c,b)} = \Delta X$.

Таким образом, было показано, что для любой функциональной зависимости

$W(X)$, описывающей различные виды страхования, верно утверждение $\Delta W \leq \Delta X$.

Значит, полученное ограничение на отчисление f неотрицательно и даёт возможность оценки целесообразности самих отчислений с точки зрения страхователя. Следует отметить, что в рассмотренном примере страховая премия принималась независимой от f .

Однако в практике страхования существует возможность снижать страховые премии в зависимости от проведения предупредительных мероприятий и от надежности страхователя [1].

Далее рассмотрим ситуацию предоставления подобной скидки. Размер страховой премии V_k будем считать зависящим от величины отчислений f_{k-1} , произведенных в предыдущий год: $V_k = V_k(f_{k-1})$. Причём $V'_f < 0$. Обозначим страховую премию со скидкой после проведения предупредительных мероприятий и снижения уровня риска \tilde{V} , $V > \tilde{V}$.

Тогда (1) можно переписать в следующем виде:

$$M[\tilde{\Pi}] = -\tilde{V} - M[\tilde{X}] + M[\tilde{W}] - f.$$

Чтобы выполнялось условие $M[\tilde{\Pi}] \geq M[\Pi]$ необходимо:

$$-\tilde{V} - M[\tilde{X}] + M[\tilde{W}] - f \geq \\ \geq -V - M[X] + M[W].$$

Тогда ограничения на f составят следующую величину:

$$f_k \leq \Delta M[X_k(f_{k-1})] - \Delta M[W_k(f_{k-1})] + \\ + \Delta V_k(f_{k-1}),$$

где $\Delta V_k = V_k - \tilde{V}_k$.

Таким образом, получено, что при введении страховщиком скидки за проведение превентивных мероприятий в предыдущем периоде, мажоранта величины f увеличилась. Это говорит о возможности для страхователя повысить отчисления на предупредительные мероприятия на величину, не превышающую размер предоставляемой скидки (в абсолютном измерении).

Для страхователя целесообразнее вкладывать денежные средства именно в повышения безопасности производственных процессов, поскольку текущие вложения позволят получить скидку при страховании не только в настоящем периоде, но и в будущих. Кроме того, снижение уровня риска отразится и на экологическом окружении данного предприятия, и, следовательно, на снижении премии по обязательному страхованию опасных промышленных объектов. Полученные результаты носят общий характер, что позволяет говорить о возможности их применения для различных частных случаев.

Библиографический список

1. Хохлов, Н.В. Управление риском: учеб. пособие для вузов / Н.В. Хохлов – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 239 с.

2. Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте: федеральный закон №225-ФЗ от 27.07.2010 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.rg.ru/2010/08/02/osgo-dok.html>

3. Национальный союз страховщиков ответственности [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.nssso.ru/>

4. Ростова, Е.П. Виды страхования опасных производственных объектов [Текст] / Ростова Е.П. // Межд. науч.-техн. форум, посвящ. 100-летию ОАО «Кузнецов» и 70-летию СГАУ, Самара, 5 – 7 сентября 2012 года: сб. тр. в 3-х т. Т. 3. Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Космос-2012». – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2012. – 270 с. С. 250 – 251.

5. Рябикин, В.И. Страхование и актуарные расчёты [Текст] / В.И. Рябикин, С.Н. Тихомиров, В.Н. Баскаков; под ред. д-ра экон. наук, проф. В.И. Рябикина, д-ра

экон. наук, проф. Н.П. Тихомирова. – М.: Экономистъ, 2006. – 459 с.

6. Корнилов, А.И. Основы страховой математики [Текст]/ А.И. Корнилов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 400 с.

7. Ростова, Е.П. Определение ожидаемого ущерба страховщика в зависимо-

сти от уровня его ответственности для различных систем страхования [Текст] / Ростова Е.П. // Экономические науки. 2012. – №11 (96). - С. 190-196.

DEFINING THE MAJORANT FOR THE SIZE OF THE FUND OF PREVENTIVE MEASURES OF AN INSURED EVENT

© 2012 Ye. P. Rostova

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents an analysis of correlation between the value of damage caused by an unexpected event and the volume of expenses on the preventive measures. As a result of the study, a preventive costs limitation formula has been developed, which allows assessing the advisability of preventive measures by comparing alternatives with and without raising funds for such measures.

Insurance, fund of preventive measures, preventive measures, insurance liability systems, insurance indemnity.

Информация об авторе

Ростова Елена Павловна, кандидат экономических наук, доцент кафедры математических методов в экономике, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: el_rostova@mail.ru. Область научных интересов – анализ и моделирование рискованных ситуаций, исследование систем управления рисками, страхование.

Rostova Yelena Pavlovna, candidate of economics (PhD), associate professor; Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: el_rostova@mail.ru. Area of research: risk assessment and analysis, research of risk management systems, insurance.

ББК 65.23; УДК 338.262.7

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ И ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ IPF-ТЕХНОЛОГИИ

© 2012 В. А. Хайтбаев, О. А. Немчинов

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

В статье разработана и апробирована методика оценки результатов планирования экономических параметров промышленных предприятий на основе авторской технологии. Результатом предложенной методики является выбор и обоснование предлагаемого подхода к планированию, обеспечивающего экономически обоснованные планируемые показатели.

Индикативное планирование, прогноз, индикатор, экспертный анализ, метод Дельфи, методика оценки.

Россия делает свой выбор в пользу перехода страны от сырьевого к высокотехнологичному пути развития, к экономике, основанной на знаниях. Такой стратегический манёвр требует активного участия и государства, и бизнеса в процессах формирования современной и эффективной инновационной системы, которая призвана обеспечить конкурентоспособность, повышение уровня жизни населения и увеличения человеческого капитала.

Проблема состоит в поиске путей повышения эффективности функционирования промышленных предприятий на основе разработки усовершенствованных подходов к прогнозированию и планированию результатов их экономической деятельности.

Очевидно, что в основе сформулированной проблемы лежит следующее противоречие. Необходимость усиления государственного регулирования экономики отрасли, подтверждённая в последние годы ухудшением ситуации в промышленности, с одной стороны, и недостаточным присутствием государства в рассматриваемой отрасли с позиции внедрения эффективных методов стратегического планирования – с другой.

Ряд методологических подходов, сформированных ещё в советское время в ходе предплановых прогнозных исследований, не потеряли актуальности до

настоящего времени, но требуют серьёзного переосмысления и корректировки в условиях нынешнего этапа развития экономики. Подобная работа уже началась, но необходимы более активная разработка и переход на новый уровень обсуждения, требующий введения новых и пересмотра ряда устоявшихся положений и понятий.

Особенностью долгосрочного прогноза является значительный уровень неопределённости и высокая «цена вопроса» при принятии ошибочных решений. Так, даже в рамках самых «мягких» технологий формирования подобного прогноза, учитывающих позицию и видение широкого круга реальных участников технологического процесса, удаётся, как правило, зафиксировать только общие перспективные направления развития (хотя бы в силу того, что избранные приоритеты начинают притягивать деньги, квалифицированные кадры и т.д.). Но «угадать» конкретные прогрессивные решения удаётся с трудом, поэтому реализуется близкий к задуманному вариант развития.

Анализируя показатели работы предприятий промышленности, можно сделать вывод о наличии у них тенденции к завышению прогнозных показателей, искажению истинной динамики процессов в сторону улучшения ситуации. Однако часты примеры и более низких прогнозных показателей по сравнению с фактом.

Отсюда следует, что можно сделать вывод о низкой степени реалистичности не только планово-прогностической, но и программно-целевой деятельности, что делает основные региональные разработки в области управления промышленным производством мало выполнимыми.

Авторами разработана и представлена методика долгосрочного планирования, дополненная одновременной постановкой показателей хозяйственной деятельности того или иного предприятия на среднесрочную и краткосрочную перспективу.

Эта процедура названа IPF-планирование (от сочетания англ. Indicative Planning – «индикативное планирование» и Foresight – «предвидение»). Предлагаемая технология долгосрочного прогнозирования крупномасштабных процессов, как отраслевых, так и корпоративных, основана на обработке коллективных экспертных оценок, получаемых от различных слоёв общества (учёных, представителей власти, бизнеса, общественности, готовых активно содействовать реализации формируемого прогноза) для формирования совокупности плановых индикаторов [1].

IPF-планирование – сложный процесс, который включает комплексное решение перспективных задач научно-методического, конкретно-прикладного, а также организационного характера. От качества их решения зависит содержание плана, его полнота, обоснованность, реализуемость. Каждая из задач имеет свою логику, содержание и этапы решения, однако, в совокупности они направлены на разработку единого документа – индикативного плана.

Использование форсайта дополнит содержание и повысит качество прогнозирования показателей индикативного плана, который будет более выполним и приемлем за счёт консолидации мнений экспертов ключевых предприятий машиностроения, вузов, научно-исследовательских организаций, государства. В процессе такой работы происходит

балансировка «прогнозных предположений» экспертов различных предметных областей, сформулированных ими на прогнозный период.

Основу предложенной процедуры составляет методологическая база форсайт-технологии, которая включает в себя такие методы, как экспертные панели, Дельфи-опросы, анкетирование, конференции, сценирование, применение дорожных карт и т.п. [2].

Именно форсайт, давно зарекомендовавший себя за рубежом, помогает выработать и согласовать между заинтересованными сторонами цели по развитию региона в целом и отдельных отраслей, а также пути их достижения [3].

Одна из ключевых ролей в IPF-планировании отводится методу Дельфи, с помощью которого может быть задействовано большое число ведущих экспертов из различных слоев общества (государство, наука, бизнес-сообщества, представители институтов гражданского общества). Данный метод относится к классу количественных методов групповых экспертных оценок [4]. Опрос экспертов проводится в несколько туров, состоящих из серии анкет, вопросы конкретизируются от тура к туру.

Применение Дельфи-опроса, несмотря на определённые издержки, имеет бесспорную ценность:

- появляется структурированный пул экспертов;
- фиксируется точка отсчёта для последующих прогнозов;
- у определённой части общества повышается общий уровень представлений о форсайт-исследованиях.

Помимо общей оценки состояния технологий на предприятии на данный момент и путей их перспективного развития в ходе Дельфи-опроса эксперты высказывают своё мнение о степени влияния того или иного фактора на прогнозируемый показатель в рамках индикативного планирования. Это помогает провести корректировку прогнозируемых индикаторов, применяя IPF-технологию и мето-

дику оценки количественных результатов прогнозирования на уровне отдельных предприятий.

Благодаря данной методике руководство предприятий может адекватно оценивать итоги работы за отчётный период и наиболее точно прогнозировать значения того или иного параметра на будущее.

Предлагаемая авторская методика показана на рис. 1.

Пусть выручка от реализации продукции представляется в виде произведения двух факторов первого порядка: среднегодовой стоимости одного подшипника и количества выпущенных подшипников за год, которое, в свою очередь, зависит непосредственно от среднесписочной численности рабочих и среднегодовой выработки продукции одним рабочим за год. Информационная модель выручки (рис. 2) преобразуется в аналитическую трёхфакторную модель, которая принимает вид:

$$B = K_{200} \cdot C_{cp.z.} = CЧР \cdot СВР_2 \cdot C_{cp.z.}, \quad (1)$$

где B – выручка от реализации; K_{200} – количество выпущенных изделий за год; $C_{cp.z.}$ – среднегодовая стоимость одного изделия; $CЧР$ – среднесписочная численность работников; $СВР_2$ – среднегодовая выработка одного среднесписочного работника.

На первом этапе происходит сбор статистических сведений о финансово-хозяйственном состоянии предприятия, а также о планируемых величинах некоторых показателей. На основе полученных данных плановая группа проводит аппроксимацию имеющихся значений по каждому из трёх факторов, влияющих на значение выручки от реализации:

$$\begin{aligned} B_a^{CЧР} &= f(CЧР; B_T); \\ B_a^{СВР_2} &= f(СВР_2; B_T); \\ B_a^{C_{cp.z.}} &= f(C_{cp.z.}; B_T), \end{aligned} \quad (2)$$

где $B_a^{CЧР}$, $B_a^{СВР_2}$, $B_a^{C_{cp.z.}}$ – аппроксимированные значения выручки от реализации по трём факторам (среднесписочная чис-

ленность, среднегодовая выработка и среднегодовая стоимость соответственно); B_T – текущее значение выручки от реализации. Далее выполняется факторный анализ с целью выявления степени влияния каждого из представленных факторов на результирующий показатель выручки.

Параллельно, независимо от обработки данных плановой группой, происходит процесс экспертной оценки тех же данных с помощью различных методов (Дельфи-опрос, мозговой штурм и пр.).

После этого выполняется сопоставление экспертных и факторных оценок. Сверка проводится для корректировки необоснованно завышенных или заниженных оценок. При наличии большого расхождения между экспертными и факторными оценками специалистам из экспертной группы предоставляется информация о результатах факторного анализа, и эксперты могут скорректировать свои оценки или оставить их без изменения. В ходе исследования, начиная с 2007 года, постоянно проводились опросы экспертов, связанных с машиностроительной отраслью, для получения качественной оценки влияния рассмотренных выше факторов на выручку от реализации подшипников ОАО «Самарский подшипниковый завод» (ОАО «СПЗ»). В экспертную массу входили представители промышленности, науки, государственных структур. При опросе экспертам предоставлялась информация о работе ОАО «СПЗ». На её основе и руководствуясь собственными знаниями о процессах, происходящих в данной отрасли, эксперты выносили свои оценки. Сопоставление результатов количественной и качественной оценок влияния рассмотренных факторов на выручку от реализации представлено в табл. 1. Из таблицы видно, что количественные оценки хоть и отличаются от качественных, однако сопоставимы с ними, а по некоторым факторам мнение экспертной группы практически совпало с реальностью (особенно наглядно это заметно по показателю среднесписочной численности работников).



Рис. 1. Методика оценки количественных параметров в соответствии с технологией IPF-планирования (* расчёты с учетом кризисного 2009 года)



Рис. 2. Детерминированная факторная информационная модель формирования выручки от реализации

Данная ситуация указывает на то, что в ряде случаев, даже не проводя факторного анализа, можно руководствоваться мнением компетентных экспертов, обладающих информацией по исследуемому вопросу. После данной итерации проводится процесс прогнозирования индикатора на основе аппроксимированных значений и экспертных оценок:

$$B_{\varepsilon.o.i} = a_{\varepsilon.o.i}^{C\dot{H}P} \cdot B_{ai}^{C\dot{H}P} + b_{\varepsilon.o.i}^{CBP_2} \cdot B_{ai}^{CBP_2} + g_{\varepsilon.o.i}^{C_{cp.z.}} \cdot B_{ai}^{C_{cp.z.}}, \quad (3)$$

где $B_{\varepsilon.o.i}$ – выручка, найденная с использованием экспертных оценок ($i=1, \dots, n$, n – количество лет в рассматриваемом интервале); $a_{\varepsilon.o.i}^{C\dot{H}P}$ – экспертная оценка доли влияния среднесписочной численности на значение выручки; $b_{\varepsilon.o.i}^{CBP_2}$ – экспертная

оценка доли влияния среднегодовой выработки на значение выручки; $g_{\varepsilon.o.i}^{C_{cp.z.}}$ – экспертная оценка доли влияния среднегодовой стоимости на значение выручки.

На последнем этапе полученное прогнозное значение корректируется на величину среднеквадратического отклонения:

$$s_{B_{i-1}} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (4)$$

где x_i – i -й элемент выборки (текущее значение выручки для каждого года); n – объём выборки (равно количеству лет в рассматриваемом периоде, исключая кризисный 2009 год); \bar{x} – среднее арифметическое выборки ($\sum_{i=1}^n x_i / n$).

Таблица 1. Сравнение количественных и качественных оценок влияния факторов на выручку от реализации (%)

Фактор	Средне-списочная численность работников		Средне-годовая выработка 1-го среднесписочного работника		Средне-годовая стоимость одного подшипника	
	Факторный анализ	Эксперты	Факторный анализ	Эксперты	Факторный анализ	Эксперты
2007	53	60	38	20	9	20
2008	35	20	37	55	28	25
2009	43	40	54	40	3	20
2010	49	45	2	20	49	35
2011	6	10	58	30	36	60

После этого полученное с учётом среднеквадратического отклонения прогнозное значение проходит процедуру сопоставления с плановым значением данного параметра, установленного предприятием на будущий период.

Если разница между спрогнозированным и плановым значениями ($|\Delta|$) находится в диапазоне 4,5% (либо в диапазоне 10% при условии учёта данных кризисного 2009 года), то руководству предприятия рекомендуется принять спрогнозированное значение (см. рис. 1).

Если данная разница не попадает в указанный диапазон, то происходит передача информации экспертам для дополни-

тельной обработки. Комиссия пересматривает экспертные оценки, после чего процесс прогнозирования повторяется вновь. В конце второй (дополнительной) итерации прогноза спрогнозированное значение принимается независимо от выполнения условия принадлежности диапазону. В этом случае считается, что мнение экспертов является адекватным и отражающим реальное видение ситуации.

По окончании отчётного года спрогнозированное значение проверяется на выполнение необходимого условия: разница между текущим значением за рассматриваемый год и спрогнозированным с помощью предложенной методики должна находиться в заданном интервале:

$$0 \leq |B_{Ti} - [B_{э.о.i} \pm s_{Bi-1}]| \leq 4,5. \quad (5)$$

Данная процедура позволяет ставить перед предприятиями наиболее адекватные (отражающие реальные процессы) плановые индикаторы.

Заключение. Планирование и анализ результатов, проводимые с помощью IPF-технологии, являются не просто видом прогнозирования или предвидения, но и способом активного конструирования будущего.

Результатом IPF-проекта должен стать прогноз выбранных параметров, удовлетворяющий заданному интервалу.

Разработанная методика оценки количественных результатов на основе IPF-технологии прогнозирования позволяет выполнить сравнение текущих и спрогнозированных показателей деятельности предприятий машиностроения, а также скорректировать прогноз на будущий период благодаря сочетанию математического аппарата и экспертного видения ситуации.

Библиографический список

1. Куклина, И.А. Форсайт как инструмент активного исследования и формирования будущего [Текст] / И.А.

Куклина // Российское экспертное обозрение. - 2007. - №3. - С. 49-53.

2. Немчинов, О.А. IPF-технология как составляющая системы планирования хозяйственной деятельности промышлен-

ного комплекса Самарской области [Текст] / О.А. Немчинов // Вестн. Самар. муницип. ин-та управления: теорет. и науч.-метод. журнал. - 2011. - №4 (19). - С. 35-39.

3. Петров, А.Е. Индикативное планирование: теория и пути совершенствования [Текст]: монография / А.Е. Петров –

СПб: Знание, 2000. – 96 с.

4. Моргунов, Е.В. Метод «Форсайт» и его роль в управлении технологическим развитием страны [Текст] / Е.В. Моргунов // Проблемы развития рыночной экономики: коллектив. монография – М.: ЦЭМИ РАН, 2011. - С. 97-113.

METHODS OF ORGANIZATION AND EVALUATION OF THE RESULTS OF PLANNING ECONOMIC ACTIVITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES BASED ON IPF-TECHNOLOGIES

© 2012 V. A. Khaytbaev, O. A. Nemchinov

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents a method developed and tested for the evaluation of the results of planning economic parameters of industrial enterprises based on the authors' technology of IPF-planning. The result of the proposed technique is the selection and justification of the proposed approach to planning, providing economically viable planned indicators.

Indicative planning, forecasting, indicator, expert analysis, Delphi method, method of estimation

Информация об авторах

Хайтбаев Валерий Абдурахманович, доктор экономических наук, профессор кафедры организации и управления перевозками на транспорте, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: artval@hotmail.ru. Область научных интересов: экономика, планирование, логистика.

Немчинов Олег Александрович, ассистент кафедры организации и управления перевозками на транспорте, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: nemchinoff-samara@yandex.ru. Область научных интересов: экономика, планирование, форсайт.

Khaytbaev Valery Abdurakhmanovich, doctor of economics, professor of the department of organization and management of transportations, Samara State Aerospace University (National Research University). E-mail: artval@hotmail.ru. Area of research: economics, planning, logistics.

Nemchinov Oleg Alexandrovich, assistant of the department of organization and management of transportations, Samara State Aerospace University (National Research University). E-mail: nemchinoff-samara@yandex.ru. Area of research: economics, planning, foresight.

ББК 65.261.5
УДК 336.64

МЕТОДИКА ВЫБОРА ИСТОЧНИКА СРЕДСТВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА МЕТОДОМ ПРОЕКТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

© 2012 С. В. Щеглов

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

В статье рассмотрен вопрос выбора источников проектного финансирования. Предложена методика выбора источника средств для финансирования проекта, позволяющая оптимизировать затраты по проекту и обеспечить перманентность финансирования проекта в целях его своевременного ввода в эксплуатацию.

Проект, проектное финансирование, источник финансирования, проектная организация

Введение. В настоящее время деятельность многих коммерческих организаций осуществляется на основе реализации проекта, то есть организована по проектному принципу. В зависимости от профиля, масштаба деятельности организации и объёмов требуемых инвестиций это может быть как проект создания нового продукта, внедрения новых технологий в производство, так и проект строительства или реконструкции электростанции, платной автомобильной дороги и другие проекты. В этих условиях любые действия организации так или иначе связаны с реализацией какого-либо инвестиционного проекта и поэтому существенным вопросом для таких организаций является привлечение финансирования под эти инвестиционные проекты.

Вместе с тем, любой инвестиционный проект в течение своего развития проходит определённые фазы. Другими словами, жизненный цикл проекта можно разделить на стадии, которые могут различаться в зависимости от принятой системы организации работ, от целевого назначения, сложности проекта и других факторов. Однако преимущественно в научной литературе выделяют три стадии жизненного цикла проекта.

В целях лучшего восприятия излагаемого в настоящей статье материала представляется целесообразным предложить

следующую интерпретацию стадий жизненного цикла проекта: период разработки, период реализации и период эксплуатации (рис. 1).

Финансовые вложения в проект необходимы в течение первых двух периодов жизненного цикла проекта: разработки и реализации. В начале разработки проекта, когда осуществляется подготовка проектной документации, заключение договоров с инвесторами, партнёрами и прочими участниками проекта и другие мероприятия, финансовые вложения не являются значительными относительно общих инвестиций в проект. На этапе реализации финансовые средства необходимы в большем объёме, что отражено на рис.1. Привлекаемые под проект заёмные финансовые средства в большинстве случаев носят необеспеченный характер и поэтому участники проекта несут риски невозврата вложенных средств. Желательно, чтобы риски при реализации проекта были распределены между его участниками, поэтому в этих целях необходимо применять особую форму финансирования проектов.

Наиболее эффективным методом реализации инвестиционных проектов, позволяющим распределить и минимизировать риски проекта, является проектное финансирование. Можно сформулировать следующую трактовку термина.

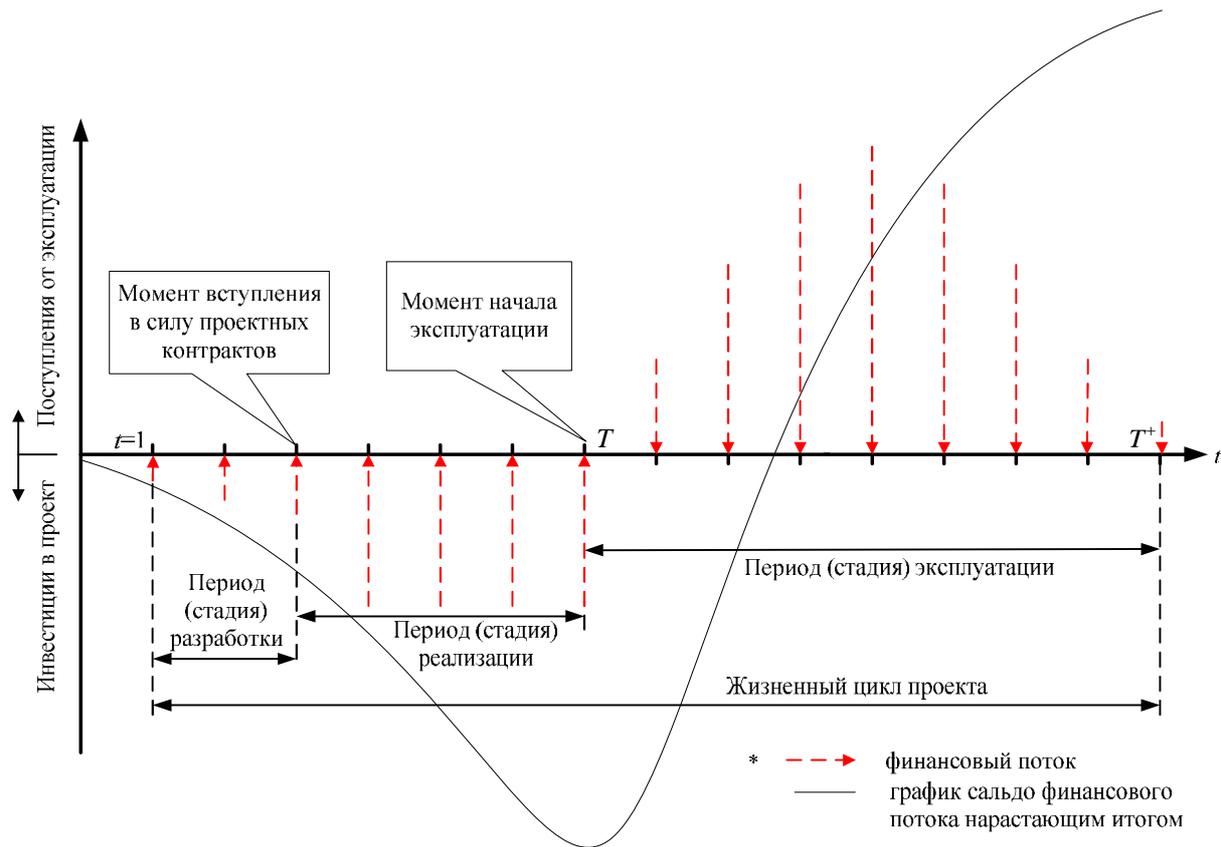


Рис. 1. График жизненного цикла инвестиционного проекта

Проектное финансирование – это способ реализации инвестиционного проекта посредством создания специализированного юридического лица (проектной организации) и заключения проектных соглашений со всеми участниками проекта в целях распределения рисков, при котором вложения, привлечённые из различных источников финансирования, носят долгосрочный характер и возвращаются кредиторам за счёт генерируемого в ходе эксплуатации проекта денежного потока.

Разработка методики выбора источника средств. В рамках периодов разработки и реализации проекта привлечение финансовых средств может осуществляться из разных источников финансирования, каждый из которых имеет свои особенности. В зависимости от конкретных обстоятельств выгоднее привлекать средства из соответствующего источника. Условия привлечения инвестиций также существенно разнятся. В подобной ситуации основная задача при реализации про-

екта заключается в привлечении финансовых ресурсов из различных источников с учётом внешних и внутренних факторов по критерию максимизации доходов, генерируемых проектом.

Анализ зарубежной и отечественной научной литературы по источникам финансирования инвестиционных проектов показывает дискуссионный характер описания финансовых источников.

Основными источниками проектного финансирования определены самофинансирование, бюджетное финансирование, банковское кредитование, лизинговое финансирование, коммерческое кредитование и финансирование посредством механизма факторинга, реализация вексельных программ (вексельное кредитование), а также финансирование через рынок капитала (привлечение облигационного займа или первичное публичное размещение акций).

Важно отметить, что финансовые ресурсы из вышеприведённых источников привлекаются для реализации проекта в

определённых соотношениях. В частности, средства финансово-кредитных учреждений – банковские кредитные ресурсы – считаются более доступными по сравнению с ресурсами рынка капитала, что определяет их большую распространённость в качестве заёмных средств. Вместе с тем, банковское финансирование как источник является менее ёмким. Поэтому на определённом этапе реализации проекта организация может обратиться к

механизмам фондового рынка в целях привлечения большего объема инвестиций.

В соответствии со статистическими данными применительно к российской практике финансирования инвестиционных проектов можно выявить определенную закономерность соотношения источников в структуре инвестиций, которая отражена на диаграмме (рис. 2).

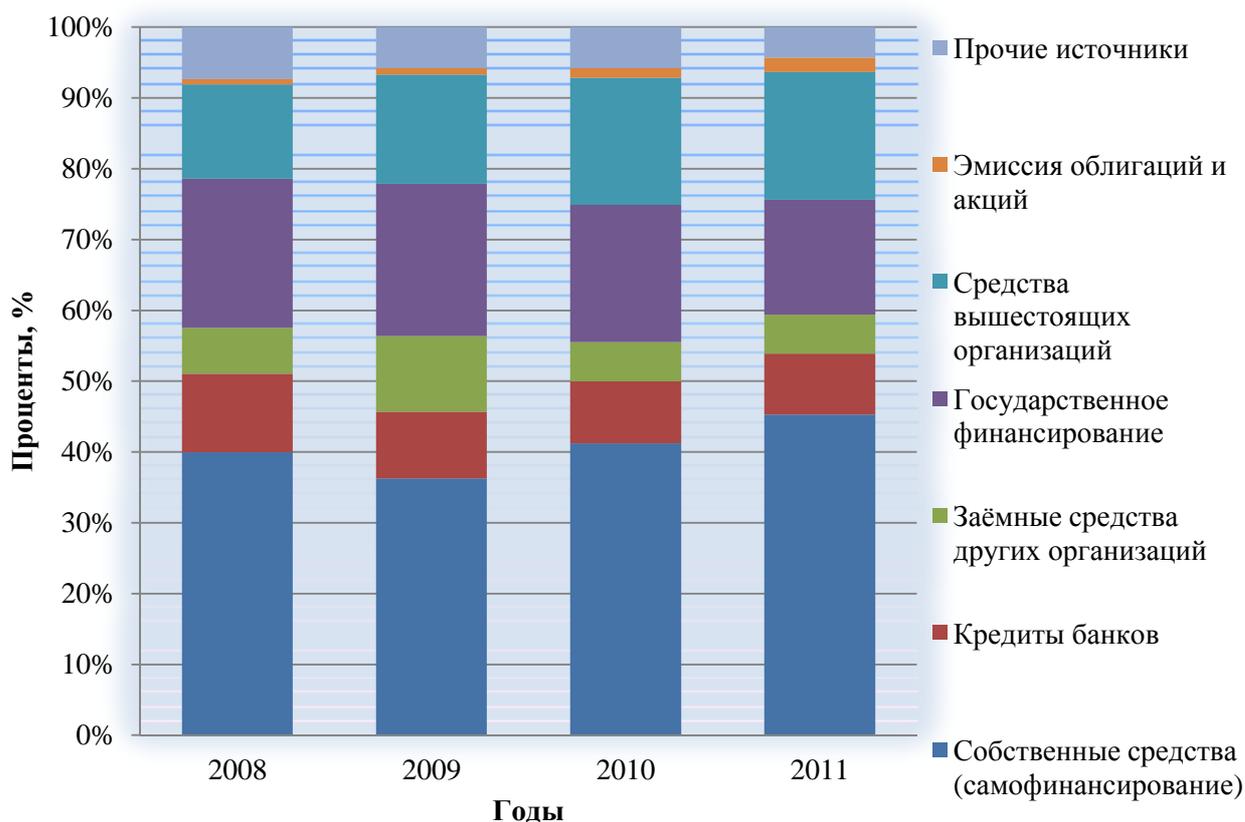


Рис. 2. Соотношение собственных и привлечённых источников финансирования в структуре инвестиций в основной капитал в Российской Федерации за период 2008-2011 гг.

Представленная диаграмма основана на официальных статистических данных, предоставленных Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации [1], и отражает структуру инвестиций в основной капитал, то есть совокупности затрат, направленных на воспроизводство основных фондов: новое строительство, расширение, а также реконструкцию и модернизацию объектов. Поэтому приведенные данные характеризуют структуру источников финанси-

рования инвестиционных проектов, реализуемых на территории Российской Федерации.

Таким образом, в течение рассмотренного периода времени собственные средства составляют около 40 % всех инвестиций, а привлечённые средства – 60 %.

Можно говорить о том, что широко применяемые на практике источники финансирования совпадают с основными источниками, представленными в научной

литературе. Предлагается рассматривать возможность привлечения средств из конкретного источника с точки зрения финансовой стратегии организации. Разработана схема, отображающая источники проектного финансирования в финансовой стратегии проектной организации, которая учитывает объем инвестируемых в проект средств и уровень развития проектной организации (рис. 3).

Представленная схема основана на прямой зависимости объема необходимых для разработки и реализации проекта средств и уровня развития проектной организации. Объемы средств, соответствующие в указанной схеме каждому источнику финансирования, условны и не могут быть точно определены вследствие влияния множества факторов на потенциально возможный объем средств из того или иного источника. Предлагаемая последовательность источников финансирования не является фиксированной. Некоторые из представленных источников могут привлекаться одновременно, вообще не использоваться или меняться местами в финансовой стратегии проектной организации. Проведя анализ финансовых источников, можно сделать вывод о том, что источники проектного финансирования должны располагаться именно в такой последовательности, поскольку инвестирование средств посредством каждого из них повышает вероятность привлечения проектной организацией средств из каждого последующего источника.

Сопоставим предложенную схему с графиком жизненного цикла проекта (см. рис.1). Например, на стадии разработки проект не требует значительных инвестиций, но для подготовки бизнес-плана, проектной документации, проектных контрактов и осуществления прочих мероприятий указанной стадии необходимы определённые затраты. Вместе с тем, в течение периода разработки для проектной организации представляется крайне сложным привлечь заёмный капитал, поскольку большинство кредиторов требуют вложения в проект собственных

средств. Поэтому в таком случае реализацию финансовой стратегии проектной организации целесообразно начать с вложения в проект собственных средств.

Преимущество такого способа финансирования как самофинансирование заключается в том, что оно является наиболее простым механизмом аккумуляции денежного капитала. С другой стороны? объём собственных средств, инвестируемых на начальном этапе проекта, как правило, не превышает 50 млн. рублей. Указанного объёма средств достаточно для реализации мероприятий стадии разработки проекта. Однако по причине своего незначительного проявления и ограниченности в объёмах этот способ финансирования с течением времени должен дополняться другими источниками.

Помимо самофинансирования финансовая стратегия организации включает в себя привлечение других финансовых источников в последовательности, предполагающей увеличение объёмов заёмных средств.

Возможность использования средств из прочих источников появляется со временем после вложения в проект минимального требуемого кредиторами объёма собственных средств. Вероятным следующим источником проектного финансирования может служить бюджетное финансирование (государственные ссуды), которое является достаточно ёмким источником, хотя доступ к нему весьма проблематичен, поскольку получение бюджетных средств зачастую требует значительных временных затрат, связанных с многочисленными процедурами. Средства из указанного источника могут быть предоставлены в форме субсидий, грантов и иных бюджетных ассигнований, а их привлечение наиболее вероятно для реализации инфраструктурного проекта. В то же время серьёзно рассматривать данный источник инвестиций могут лишь крупные полугосударственные организации. В общем случае за счёт бюджетного финансирования в проект привлекается от 50 до 100 млн. рублей.

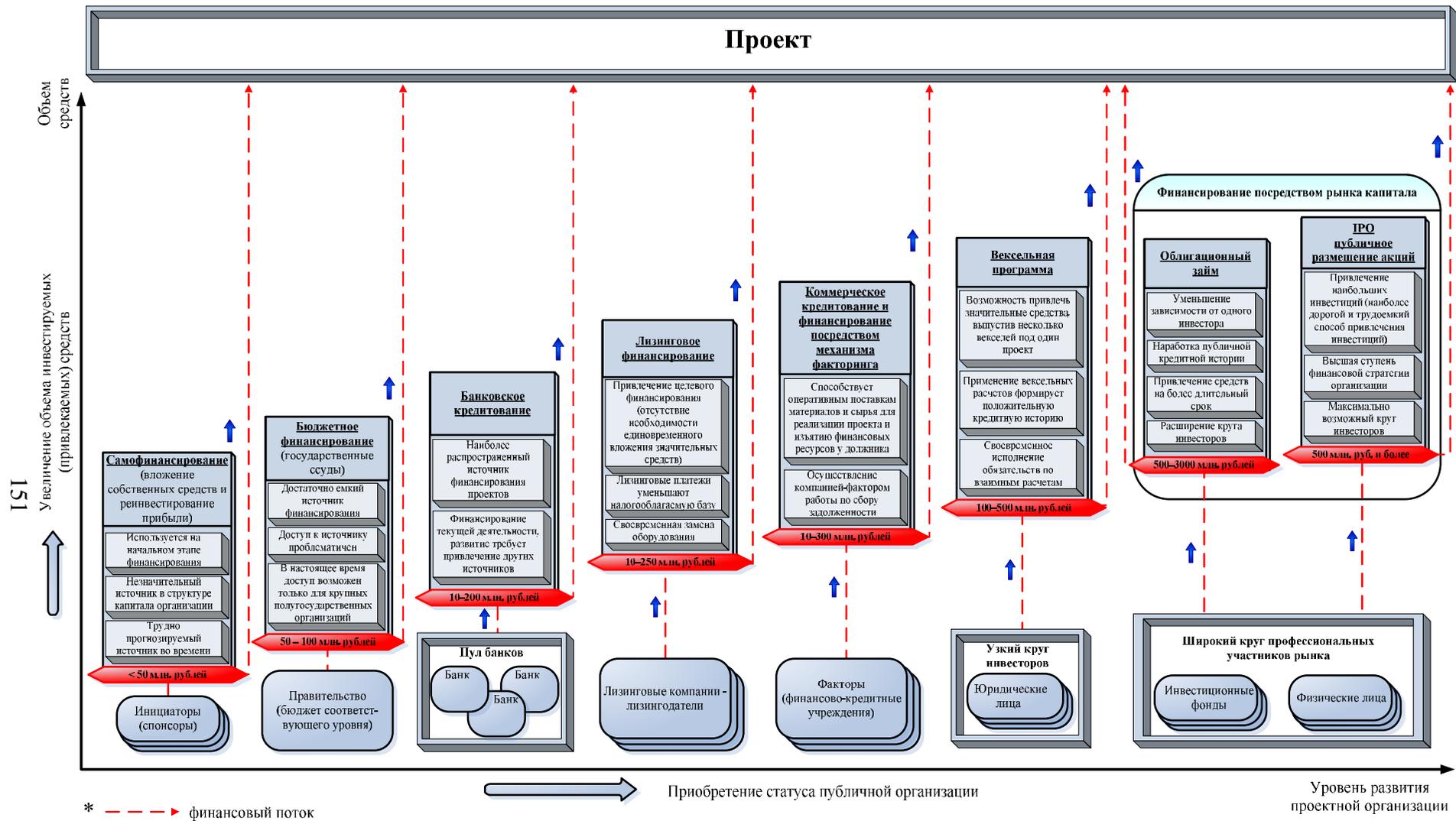


Рис. 3. Источники проектного финансирования в финансовой стратегии проектной организации

В свою очередь, для проектной организации, которая не имеет доступа к указанному источнику или потребность которой в инвестициях превышает возможности вышеописанных источников, банковское кредитование может быть следующим потенциальным источником в её финансовой стратегии.

Банковское кредитование представляет собой наиболее распространённый источник, широко применяемый для финансирования инвестиционных проектов, и позволяет привлечь до 200 млн. рублей.

В стадии реализации проекта инвестиционные затраты значительно увеличиваются в сравнении с периодом разработки, что связано, в том числе, с необходимостью приобретения дорогостоящего оборудования и материалов. В связи с этим неотъемлемым источником в финансовой стратегии организации является лизинговое финансирование, которое позволяет привлечь необходимое оборудование за счёт средств лизингодателя. В целом, посредством лизинга в проекты инвестируется от 10 до 250 млн. рублей.

Относительно коммерческого кредитования можно отметить, что привлечение данного источника представляется возможным при определённой степени готовности проекта. Поэтому в финансовой стратегии указанный источник представлен следующим после лизингового финансирования. Поставщики и подрядчики, установив с проектной организацией стабильные взаимоотношения на стадии реализации проекта, могут поставлять материалы и сырьё для выполнения работ по проекту, а также выполнять сами работы с отсрочкой платежа, тем самым предоставляя коммерческое кредитование.

Иными словами, проектная организация использует кредиторскую задолженность для финансирования проекта. Напротив, механизм факторинга может применяться уже при реализации произведённой продукции, когда у проектной организации накапливается дебиторская задолженность в связи с необходимостью реализации большего объёма продукции,

покупатели которой не могут осуществить единовременную её оплату. Используя коммерческое кредитование и факторинг, проектная организация, как правило, имеет возможность привлекать от 10 до 300 млн. рублей.

Постепенно с развитием проектной организации и увеличением масштабов деятельности по реализации проекта возникает потребность в диверсификации структуры источников финансирования. В подобной ситуации организация, не обладая возможностью выхода на публичный рынок капитала, может применить реализацию вексельных программ, что соответствует следующему уровню развития организации в её финансовой стратегии. Опыт показывает, что в большинстве случаев общий объём финансирования, привлекаемого посредством операций с векселями, не превышает 500 млн. рублей.

Последовательно осуществляя мероприятия стадий разработки и реализации проекта и привлекая средства из вышеперечисленных источников в соответствии с финансовой стратегией, проектная организация увеличивает спектр применяемых для финансирования инструментов, укрепляет взаимоотношения с партнёрами, нарабатывает кредитную историю и, как следствие, приобретает известность и получает возможность выхода на публичный рынок капитала для привлечения значительно большего объёма средств, используя механизмы фондового рынка.

Наиболее распространёнными способами привлечения свободных финансовых ресурсов рынка капитала являются облигационный займ и первичное публичное размещение акций.

Применительно к облигационному займу следует подчеркнуть, что этот способ финансирования отличается от предыдущих практически неограниченным размером потенциально привлекаемых ресурсов, однако требует значительных финансовых и временных затрат. В связи с этим эмиссия облигаций оправдывается при необходимости привлечения значительных ресурсов на длительный

срок. Размещение облигационного займа в среднем позволяет аккумулировать инвестиции в объёме от 500 до 3 000 млн. рублей.

Высшей ступенью финансовой стратегии проектной организации является первичное публичное размещение акций на рынке капитала. Данный финансовый источник можно определить как наиболее затратный и трудоёмкий. Рассматривать возможность привлечения финансирования через выпуск акций представляется целесообразным при недостаточности ресурсов из прочих источников, поскольку продажа акций подразумевает увеличение числа собственников, которые могут влиять на процесс управления проектом.

В свою очередь, объём привлекаемых через первичное публичное размещение средств аналогично облигационному займу ограничен лишь возможностями рынка капитала. Поэтому потенциально с помощью эмиссии акций можно профинансировать любой крупный инвестиционный проект. На практике объём привлекаемых средств зачастую начинается с 500 млн. рублей. В то же время крупнейшее первичное публичное размещение акций было проведено в августе 2010 года Сельскохозяйственным банком Китая, которому удалось аккумулировать сумму, эквивалентную 645 млрд. рублей [2].

Все вышеописанные источники финансирования могут использоваться проектной организацией для привлечения инвестиций в проект. Для наиболее рациональной реализации метода проектного финансирования необходима методика выбора источника средств, основанная на финансовой стратегии проектной организации.

В качестве основы такой методики сформирована процедура, приведённая на рис. 4. Посредством её осуществляется выбор соответствующего источника проектного финансирования по критериям: потребности в средствах, ограничения на условия привлечения средств, стоимость заёмных средств.

Методика сводится к последовательным стадиям определения наилучшего источника, привлечение которого было бы наименее затратным для реализации проекта и обеспечивало максимизацию генерируемой проектом прибыли.

Во-первых, в соответствии с графиком жизненного цикла инвестиционного проекта (см. рис. 1) осуществляется определение объёма финансовых вложений на каждом этапе. При этом необходим учёт особенностей стадий жизненного цикла относительно объёмов требуемого финансирования. Например, этап разработки проекта для проектной организации, как правило, связан с трудностями привлечения заёмного капитала по причине его недоступности.

В свою очередь, стадия реализации проекта характеризуется тем, что привлечение инвестиций уже не так затруднительно. Вместе с тем, на данном этапе необходимы значительные капиталовложения, привлечение которых в требуемом размере представляется затруднительным. Во-вторых, после определения объёмов требуемых инвестиций по графику жизненного цикла проекта осуществляется выбор источника проектного финансирования в финансовой стратегии проектной организации (см. рис. 3). Согласно процедуре, представленной на рис. 4, первым критерием выбора является критерий потребности, характеризующий размер необходимых инвестиций в определённый момент времени. Поэтому из схемы источников проектного финансирования выделяются те источники, которые потенциально способны удовлетворить потребность в инвестициях, требуемых на определённом этапе проекта.

Вторым критерием являются ограничения по условиям привлечения средств из источника. На данном этапе из ранее отобранных источников, способных предоставить необходимые инвестиции, выделяются те, выполнение условий привлечения средств из которых представляется возможным.

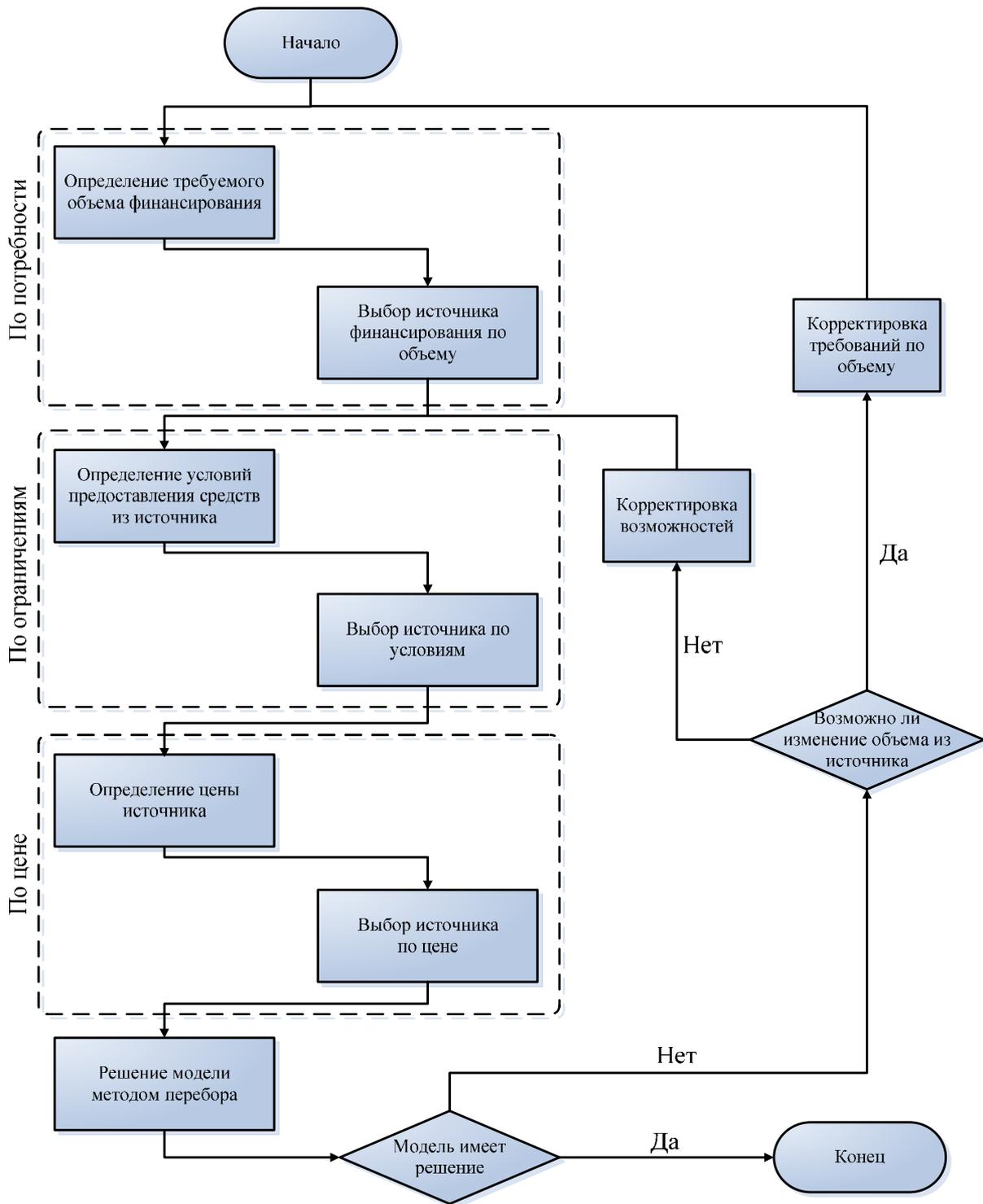


Рис. 4. Процедура выбора источника проектного финансирования

Далее из выбранных по указанным критериям источников осуществляется выбор одного источника по критерию цены, то есть выбирается источник, затраты на привлечение которого наиболее низкие.

В качестве примера можно привести реализацию частного инфраструктурного проекта квартальной жилой застройки территории в городе Самара в границах улиц Парижской коммуны и Красногвардейской, включающей строительство жилых домов экономического класса, дет-

ского дошкольного образовательного учреждения, создание парковой зоны и благоустройство территории. Объём общих инвестиций в указанный проект превышает 300 млн. рублей. Однако на этапе разработки проекта требуется меньшая часть указанных инвестиций в целях осуществления проектных работ, получения технических условий подключения коммуникаций, освоения земельного участка под строительство, приведения в соответствие с проектом вида разрешённого использования земельного участка, а также подготовки разрешительной документации. Затраты на указанные цели составляют примерно 40 млн. рублей. Исходя из информации, представленной на схеме источников проектного финансирования в финансовой стратегии проектной организации (см. рис. 3), все источники способны предоставить такие средства. Однако далеко не все источники подходят по условиям их привлечения. Поэтому из всех возможных источников выбираются те, условия привлечения которых являются приемлемыми в конкретных обстоятельствах. В рассматриваемом примере существует возможность привлечения собственных средств, но в ограниченном объёме. Лизинг, вексельное и коммерческое кредитование не представляется возможным на стадии разработки проекта, так же как и выход на публичный рынок капитала. В таком случае потенциальными дополнительными к самофинансированию источниками являются бюджетное финансирование и банковское кредитование.

В подобных условиях первоначальную потребность в финансировании целесообразно удовлетворять за счёт собственных средств. Процесс получения разрешительной документации не является строго регламентированным и зависит от множества факторов, например, от конкретного осваиваемого земельного участка. Соответственно фактические сроки привлечения заёмного финансирования на данной стадии могут существенно превысить ожидаемые, что приведёт к

дополнительным затратам проектной организации по обслуживанию задолженности и скажется на окончательной себестоимости проекта и, следовательно, на экономической целесообразности реализации конкретного проекта.

Далее для погашения дефицита финансирования на стадии разработки проекта после привлечения собственных ресурсов из двух вышеуказанных источников (бюджетное и банковское финансирование) выбирается наиболее дешёвый. Следует отметить, что банковское кредитование является относительно дорогим источником, а бюджетное финансирование при выделении средств в форме субсидий является безвозмездным. Возможность получения бюджетных средств объясняется тем, что квартальная застройка территории является социально значимым проектом и способствует развитию городской инфраструктуры в районе строительства, поэтому администрации соответствующего уровня целесообразно выделение указанных средств. Таким образом, в результате применения методики выбора источника проектного финансирования осуществлён отбор двух источников финансирования, привлечение которых будет возможным и наиболее рациональным на стадии разработки проекта.

Выводы. Разработанная методика позволяет осуществлять привлечение средств в соответствии с потребностью на каждой стадии проекта и оптимизировать структуру инвестируемого капитала.

Библиографический список

1. Основные показатели инвестиционной и строительной деятельности в Российской Федерации 2008, 2009, 2010, январь-сентябрь 2011 // Ежеквартальный бюллетень Федеральной службы государственной статистики РФ.
2. Дмитриенко, Д. IPO китайского AgBank официально признано крупнейшим в мире // Ведомости. Режим доступа: www.vedomosti.ru/companies/news/1080512/ipo_kitajskogo_agbank_oficialno_priznano_krupnejshim_v_mire.

METHOD OF CHOOSING A SOURCE OF FUNDS FOR PROJECT IMPLEMENTATION BY MEANS OF A PROJECT FINANCING METHOD

© 2012 S. V. Shcheglov

Samara State Aerospace University named after academician S.P.Korolyov
(National Research University)

The paper deals with the problem of choosing sources for project financing. The author proposes a system of choosing a source of funds for project financing which optimizes project inputs and provides permanent financing for putting the project into operation in time.

Project, project financing, source of funds, design organization.

Информация об авторе

Щеглов Сергей Владимирович, кандидат экономических наук, ассистент кафедры экономики, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: sv.scheglov@gmail.com. Область научных интересов: инвестиционные проекты, проектное финансирование.

Shcheglov Sergei Vladimirovich, candidate of economics, assistant of the department of economics, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: sv.scheglov@gmail.com. Area of research: investment projects, project financing.

ББК 65.050.2; УДК 334.027

МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ В УСЛОВИЯХ АСИММЕТРИЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ

© 2012 А.М. Якунин

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

На основе теории контрактов разработан комплексный механизм согласования интересов экономических агентов в рамках цепи взаимодействий «фирма-работник-потребители». Все модели и механизмы, построенные с учётом асимметрии информации, представлены на примере фирмы-дистрибьютора лекарственных средств. Использование разработанных моделей формирует условия внутренней и внешней согласованности интересов экономических агентов в условиях дискретной вероятностной неопределённости и повышает эффективность функционирования фирмы.

Модель принятия управленческих решений, согласование взаимодействия экономических агентов, информационная асимметрия, теория контрактов, теоретико-игровая модель.

Введение. В хозяйственной деятельности экономические агенты не обладают совершенной информацией, и неотъемлемым условием экономических взаимодействий является информационная асимметрия. Поэтому необходима разработка методов построения моделей и механизмов взаимодействия в условиях информационной асимметрии. Целью работы является построение взаимосвязанных согласованных механизмов принятия решений в условиях несовершенной (неполной) информации для цепи взаимодействий «фирма-работник-потребители».

Рассматривается следующая задача принятия решений. Компания – дистрибьютор лекарственных средств – принимает решение о введении в ассортимент инновационного препарата. Менеджерам компании удалось добиться эксклюзивного контракта с производителем, т.е. дистрибьютор является монополистом при поставке этого препарата на рынок. Постоянные предельные издержки дистрибьютора (закупочная цена + затраты на доставку + затраты на сертификацию/оформление документов) составляют s руб. в расчёте на одну упаковку препарата. Дистрибьютор реализует товар потребителю по цене $P = P(Q)$, где Q – количество товара. Отдел маркетинга компании, используя экспертные оценки и

данные о динамике спроса на препарат в других регионах, выявил, что функция полезности потребителя имеет вид $U = q \cdot V(Q) - P$, где

$V(Q) = \ln(32 \cdot Q + 280)$. Знание параметра q – частная информация потребителя, характеризующая степень ценности лекарства для него (его «тип»). Тем не менее, компании-дистрибьютору известно, что q может принимать значение q_i из множества Θ с вероятностью $p_i, i = 1, \dots, N$,

$\sum_{i=1}^N p_i = 1$. Множество значений параметра

q дискретно, число элементов (мощность) множества Θ равно N . Потребителям, высоко ценящим препарат, может быть выгодно проявить себя потребителями низкого типа, увеличив свою полезность и уменьшив полезность (прибыль) фирмы. Необходимо сформировать модель выбора стратегий фирмой и потребителем в данном взаимодействии и определить оптимальные по критерию максимизации прибыли дистрибьютора контракты вида $\{P, Q\}$, предлагаемые потребителям различных типов. В работе данные контракты обозначены как «внешние».

Пусть непосредственным поиском клиентов (потребителей) и предложением контрактов $\{P, Q\}$ занимается менеджер по продажам, принятый в компанию-

дистрибьютор по договору найма на неопределённый срок. Ожидаемое отделом маркетинга количество потенциальных потребителей составляет M , ожидаемое количество потребителей типа q_i определяется выражением $M_i = p_i \cdot M$, $\sum_{i=1}^N M_i = M$. Задача менеджера – заключить контракты со всеми потребителями. Пусть выполнение этой задачи зависит от двух факторов: уровня усилий менеджера (обозначим его e) и рыночной ситуации.

Под «рыночной ситуацией» будем понимать реальное число потенциальных потребителей M' . Известно максимальное и минимальное значение параметра M' , то есть $M' \in \{M'_{\min}, \dots, M, \dots, M'_{\max}\} = \Psi$.

Пусть уровень усилий наблюдаем только менеджером (частная информация работника), а фирме доступна информация только о результате его деятельности (издержки контроля слишком высоки).

Упорядоченное по возрастанию счётное множество возможных значений уровня усилий менеджера обозначим E , упорядоченное по возрастанию счётное множество возможных ситуаций на рынке обозначим Ψ . Зная параметры внешних контрактов $\{P, Q\}$, для каждого элемента множества Ψ можно рассчитать прибыль I фирмы-дистрибьютора. Пусть для каждого $e \in E$ задано вероятностное распределение прибыли фирмы на множестве Ψ , то есть для каждого уровня усилий известна вероятность получения рассчитанного ожидаемого размера прибыли при реализации каждой рыночной ситуации. С увеличением уровня усилий вероятность получения фирмой фиксированного уровня прибыли увеличивается. Следовательно, фирма заинтересована в стимулировании высокого уровня усилий менеджера по продажам. Но чем выше уровень усилий работника, тем больше его издержки на осуществление собственной деятельности. Возможна ситуация, в которой при высоких усилиях и неблагоприятной конъюнктуре результат деятельности ме-

неджера окажется меньше, чем при низких усилиях и благоприятной конъюнктуре. Следовательно, менеджер заинтересован в сокращении уровня собственных усилий. Противоречие интересов в рамках взаимодействия работника и работодателя в современном мире призван устранить трудовой контракт, одним из основных компонентов которого является схема стимулирования наёмного работника [1]. В данной работе «внутренними» контрактами назовём схемы стимулирования менеджера по продажам вида $\{w, I\}$, где w – заработная плата менеджера; I – наблюдаемый работодателем результат его деятельности (прибыль фирмы). Необходимо построить модель выбора стратегий фирмой и менеджером по продажам в данном взаимодействии и определить оптимальный по критерию максимизации ожидаемой прибыли фирмы контракт $\{w, I\}$.

Опираясь на выявленную связь между внутренними и внешними контрактами, необходимо сформировать комплексный механизм согласования экономических интересов участников взаимодействий в цепи «фирма-работник-потребители». Далее в статье участники взаимодействия обозначены следующим образом: дистрибьютор – «принципал», потребитель и работник – «агенты».

1. Моделирование взаимодействия экономических агентов в системе «фирма - потребитель» в условиях симметричности информационной структуры

Рассмотрим задачу определения оптимальных внутренних контрактов вида $\{P, Q\}$, предлагаемых агентам разных типов в условиях симметричности информации (принципал может выявить тип агента) [2]. Дерево игры, характеризующее данное экономическое взаимодействие, представлено на рис. 1.

Принципал предлагает агенту контракты вида $\{P_i, Q_i\}$, $i = 1, \dots, N$. Другими словами, контракт – это предложение Q_i единиц продукта (в нашем примере – упаковок препарата) по цене P_i .

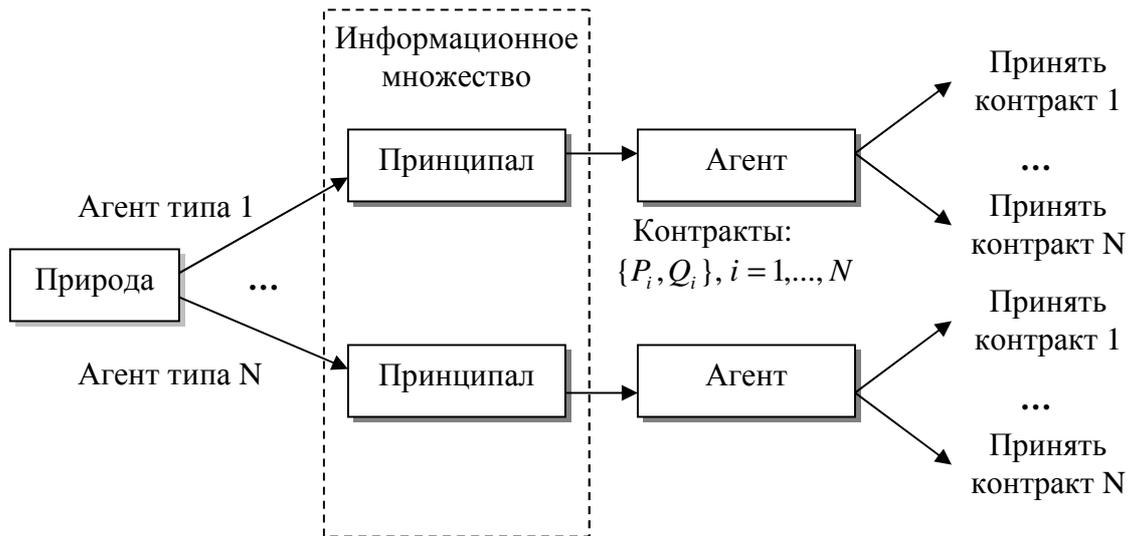


Рис. 1. Дерево игры «Реализация нового товара»

Поскольку в данном случае идентифицирована функция полезности агента, принимается гипотеза о рациональности, что подразумевает максимизацию этой функции агентом:

$$\forall i \in \{1, \dots, N\} :$$

$$U_i = q \cdot \ln(32Q_i + 280) - P_i \rightarrow \max.$$

Параметр q определяет ценность лекарственного препарата для потребителя и $\frac{\partial U_i}{\partial q_i} > 0$. Поэтому с ростом параметра q наклон кривой безразличия потребителя растёт: чем ценнее товар для потребителя, тем больше он готов заплатить за дополнительную единицу товара [3].

В условиях совершенной информации потребитель не может скрыть от продавца свои предпочтения и приобрести товар по контракту, предназначенному другому типу потребителей. Но у него всегда есть альтернатива отказаться от покупки, если предложение продавца ему невыгодно. Следовательно, необходимо обеспечить условие не меньшей потребительской полезности от заключения сделки, чем от отказа от неё [4]. Такой альтернативный уровень полезности далее обозначается как $\bar{U} = 0$.

Ограничения участия (индивидуальной рациональности), то есть условия, при которых покупатель каждого типа предпочтёт заключение предназначенного ему контракта отказу от покупки, имеют вид $U_i(P_i, Q_i) \geq \bar{U}$ с учётом заданной функции полезности:

поскольку в данном случае идентифицирована функция полезности агента, принимается гипотеза о рациональности, что подразумевает максимизацию этой функции агентом:

$$q_i \cdot \ln(32Q_i + 280) - P_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N.$$

Таким образом, математическая модель максимизации прибыли R_i дистрибьютора-продавца имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \{R_i \rightarrow \max\} = \{\max_{P_i, Q_i}(P_i - c \cdot Q_i)\}, \\ q_i \cdot \ln(32Q_i + 280) - P_i \geq 0. \end{cases}$$

Функция Лагранжа имеет вид:

$$L = P_i - c \cdot Q_i + I \cdot (q_i \cdot \ln(32Q_i + 280) - P_i).$$

Дифференцируя и преобразуя условия первого порядка, получим:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial P_i} = 1 - I = 0 &\Rightarrow I = 1; \\ \frac{\partial L}{\partial Q_i} = -c + I \cdot \frac{4q_i}{4Q_i + 35} = -c + \frac{4q_i}{4Q_i + 35} &\Rightarrow \\ \Rightarrow Q_i = \frac{q_i}{c} - \frac{35}{4}. \end{aligned}$$

В случае $c = \frac{1}{4}$ рублей, $i = \{1, 2\}$ и двухэлементном множестве типов агента $\Theta = \{q_1 = 30, q_2 = 40\}$ получим:

а) при $q_i = 30$:

$$Q_1 = \frac{q_1}{c} - \frac{35}{4} \approx 112 \text{ упаковок,}$$

$P_1 = q_1 \ln(32Q_1 + 280) \approx 247,60$ руб-лей;

б) при $q_i = 40$:

$$Q_2 = \frac{q_2}{c} - \frac{35}{4} \approx 152 \text{ упаковки,}$$

$P_2 = q_2 \ln(32Q_2 + 280) \approx 341,64$ руб-лей.

Таким образом, в случае симметричной информированности дистрибьютор предложит потребителям набор контрактов вида $\langle \{247,60; 112\}, \{341,64; 152\} \rangle$.

Такие контракты позволят дистрибьютору проводить совершенную ценовую дискриминацию и обеспечат ему максимальную прибыль.

Далее рассмотрим более реалистичную модель, подразумевающую информационную асимметрию.

2. Модель взаимодействия экономических агентов в системе «фирма - потребитель» при асимметричности информационной структуры

В случае асимметричной информации (когда дистрибьютор не может определить тип потребителя) потребителям может быть выгодно «притвориться» агентами не своего типа [1].

В описываемой ситуации потребители, выше ценящие предлагаемый дистрибьютором лекарственный препарат, предпочтут заключать с принципалом контракт, предназначенный для другого типа, так как полезность, получаемая ими от своего контракта, равна нулю, тогда как полезность от заключения «чужого» контракта больше нуля.

Очевидно, что потребителям «низкого» типа невыгодно притвориться потребителями «высокого» типа.

Таким образом, оптимальные при симметричной информации контракты перестают быть таковыми при появлении асимметрии, эффективность взаимодействия снижается, поскольку вне зависимости от типа потребителей все они выберут контракт, предназначенный для потребителя с низкой оценкой товара. В этом и проявляется «неблагоприятный отбор»: с точки зрения дистрибьютора (принципа-

ла) на рынке остаются только приносящие меньшую прибыль потребители [5].

Принципал должен учитывать возможность оппортунистического поведения потребителей, то есть наличие возможности увеличения полезности благодаря представлению себя «чужим» типом. Эту проблему решает введение в модель ограничений по стимулам для потребителя i :

$$U_i(P_i, Q_i) \geq U_i(P_j, Q_j), \quad i, j \in \{1, \dots, N\}, i \neq j.$$

Выполнение ограничений по стимулам означает, что у потребителей нет стимула обманывать продавца, поскольку их полезность в случае «обмана» не увеличится. Учитывая вид функции полезности, можно получить следующее выражение:

$$q_i \cdot \ln(32Q_i + 280) - P_i \geq q_i \cdot \ln(32Q_j + 280) - P_j,$$

$$i, j \in \{1, \dots, N\}, i \neq j.$$

Покажем формирование оптимального механизма взаимодействия при неравномерном распределении информации.

Предполагается, что принципал фиксирует количество товара, предлагаемого потребителям второго типа (агентам, высоко ценящим лекарство). Он подбирает цену так, чтобы эта группа потребителей стала безразлична к выбору того или иного контракта. При этом потребители другого типа (низко ценящие товар) не будут выдавать себя за потребителей, высоко ценящих товар. Поэтому контракт, предлагаемый этой группе потребителей, будет лежать на кривой безразличия, которая отражает альтернативный уровень полезности потребителя. Таким образом, в оптимальной точке ограничение участия для потребителей первого типа (низко ценящих лекарство) и ограничение совместности по стимулам для потребителей второго типа (высоко ценящих лекарство) обращаются в равенства [1].

Дистрибьютор в условиях информационной асимметрии (неопределённости относительно типа конкретного потребителя) максимизирует ожидаемую прибыль I , учитывая ограничения участия и стимулирования, а также вероятностное распре-

деление типов $p_i, i = 1, \dots, N$. Данная задача формируется в следующем виде:

$$I = \sum_{i=1}^N (P_i - c \cdot Q_i) \cdot p_i \rightarrow \max_{P_i, Q_i};$$

$\forall i \neq j \in \{1, \dots, N\}$:

$$\begin{cases} q_i \ln(32Q_i + 280) - P_i \geq 0; \\ q_i \ln(32Q_i + 280) - P_i \geq q_i \ln(32Q_j + 280) - P_j; \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = \frac{1}{2}(P_1 - c \cdot Q_1) + \frac{1}{2}(P_2 - c \cdot Q_2) \rightarrow \max_{P_1, P_2, Q_1, Q_2}; \\ q_1 \ln(32Q_1 + 280) - P_1 \geq 0; \\ q_2 \ln(32Q_2 + 280) - P_2 \geq 0; \\ q_1 \ln(32Q_1 + 280) - P_1 \geq q_1 \ln(32Q_2 + 280) - P_2; \\ q_2 \ln(32Q_2 + 280) - P_2 \geq q_2 \ln(32Q_1 + 280) - P_1. \end{cases}$$

Так как для потребителей первого типа ограничение участия выполняется как равенство, то $P_1 = q_1 \ln(32Q_1 + 280)$.

С учётом того, что ограничение совместимости по стимулам для потребителей второго типа выполняется как равенство

$$\begin{aligned} q_2 \ln(32Q_2 + 280) - P_2 &= q_2 \ln(32Q_1 + 280) - P_1, \\ \text{получим следующее равенство:} \\ P_2 &= q_2 (\ln(32Q_2 + 280) - \ln(32Q_1 + 280)) + \\ &+ q_1 \ln(32Q_1 + 280). \end{aligned}$$

$$\begin{cases} I = \left\{ \frac{1}{2}(P_1 - c \cdot Q_1) + \frac{1}{2}(P_2 - c \cdot Q_2) \right\} \rightarrow \max_{P_1, P_2, Q_1, Q_2}; \\ P_1 = q_1 \ln(32Q_1 + 280); \\ P_2 = q_1 \ln(32Q_1 + 280) - q_2 \ln(32Q_1 + 280) + q_2 \ln(32Q_2 + 280). \end{cases}$$

Подставляя ограничения модели в целевую функцию, можно получить:

$$\begin{aligned} I &= \left\{ \frac{1}{2}(q_1 \ln(32Q_1 + 280) - cQ_1 + \right. \\ &+ q_1 \ln(32Q_1 + 280) - q_2 \ln(32Q_1 + 280) + \\ &+ q_2 \ln(32Q_2 + 280) - cQ_2) \left. \right\} \rightarrow \max_{Q_1, Q_2}. \end{aligned}$$

Для поиска максимума ожидаемой прибыли дистрибьютора нужно продифференцировать функцию и воспользоваться условиями первого порядка:

При $c = \frac{1}{4}, i = \{1, 2\}$, двухэлементном множестве типов агента $\Theta = \{q_1 = 30, q_2 = 40\}$ и равномерном их распределении $p_1 = p_2 = \frac{1}{2}$ модель примет вид:

Ограничения совместимости по стимулам для потребителей первого типа и ограничение участие для потребителей второго типа в точке оптимального контракта неэффективны и поэтому в оптимизационную задачу их можно не включать [6].

В соответствии с найденными выражениями задача максимизации для компании-дистрибьютора формулируется следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{\partial I}{\partial Q_1} &= \frac{4q_1}{4Q_1 + 35} - c - \frac{4q_2}{4Q_1 + 35} + \frac{4q_1}{4Q_1 + 35} = 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow 8q_1 - c(4Q_1 + 35) - 4q_2 &= 0. \end{aligned}$$

Значения типов потребителей известны, поэтому при подстановке q_1 и q_2 получаются оптимальные значения параметров контрактов: $Q_1 \approx 72, P_1 \approx 235,71$.

Аналогично для второго типа потребителей:

$$\frac{\partial I}{\partial Q_2} = \frac{4q_2}{4Q_2 + 35} - c = 0, Q_2 \approx 152, P_2 \approx 263,25.$$

Ожидаемая прибыль компании дистрибьютора от одной сделки:

$$I = 0,5 \cdot I^{q=30} + 0,5 \cdot I^{q=40} \approx 221,48 \text{ рублей.}$$

Результаты интерпретируются следующим образом.

Принципал (фирма-дистрибьютор) предлагает потребителям два варианта покупки новейшего лекарственного средства:

1) купить 72 упаковки, заплатив 235,71 руб.;

2) купить 152 упаковки, заплатив 263,25 руб.

При таком предложении потребителям, как показано ранее, будет невыгодно обманывать продавца в отношении степени необходимости данного лекарства.

Рассчитанная ожидаемая прибыль в 221,48 рубля – это прибыль с одного заключённого контракта. Суммарная (ожидаемая) прибыль I' компании определяется как произведение количества заключённых контрактов на рассчитанную (ожидаемую) прибыль.

Определив количество потенциальных потребителей продукта, можно оценить суммарную ожидаемую прибыль. Поскольку руководство компании не будет самостоятельно заниматься продажами, поиском и информированием клиентов, принимается решение о найме по трудовому контракту менеджера по продажам. При обсуждении вопроса о заработной плате, её адекватности и справедливости появляются новые проблемы, связанные с асимметрией информации, только теперь уже на внутрифирменном уровне. Теория контрактов предлагает исследователям пользоваться в данном случае так называемой моделью «морального риска» или постконтрактного оппортунизма [1].

3. Модель взаимодействия работодателя и работника в условиях асимметрии информационной структуры

Несоответствие стимулов агента целям принципала в сочетании с асимметрией информации приводит к возникновению постконтрактного оппортунизма: наличие издержек контроля за поведени-

ем агента создаёт у него стимулы к максимизации собственной полезности в ущерб интересам принципала [7]. В данной модели агент сосредоточивается лишь на формальных аспектах контракта.

Отдел кадров компании дистрибьютора проанализировал рынок труда и обнаружил, что уровень усилий работника может принимать два значения: $e = 1$ – если менеджер предпочитает пренебрегать работой, и $e = 3$, если менеджер активно работает, делая всё от него зависящее для заключения как можно большего количества контрактов с потенциальными потребителями. Таким образом, множество Ψ состоит из двух элементов: $E = \{1, 3\}$.

По результатам исследований отдела маркетинга количество потенциальных потребителей составляет или 1000, или 800 $\Psi = \{800, 1000\}$. Неопределённость в оценке в данном примере связана с неопределённостью в отношении роста числа заболевших, для лечения которых применяется предлагаемое лекарство.

Поскольку ранее рассчитано значение ожидаемой прибыли фирмы $I = 221,48$ рублей от одной сделки, возможны два значения величины суммарной ожидаемой прибыли I' :

$$I'_1 = 800 \cdot I = 177184 \text{ рублей,}$$

$$I'_2 = 1000 \cdot I = 221480 \text{ рублей.}$$

Связь усилий менеджера и вероятности получения фирмой того или иного уровня суммарной ожидаемой прибыли I' представлена в табл. 1.

Таблица 1. Вероятность получения прибыли фирмой в зависимости от уровня усилий менеджера

Уровень усилий	Прибыль фирмы	
	I'_1	I'_2
$e = 1$	60%	40%
$e = 3$	30%	70%

Покажем, как будет выглядеть контракт, максимизирующий прибыль компании-дистрибьютора, если определить качество работы менеджера (уровень уси-

лий) нельзя, а возможно ориентироваться только на прибыль компании [3].

Пусть функция полезности менеджера по продажам имеет вид:

$$U(w, e) = 100\sqrt{w} - 20 \cdot (5 + e).$$

Менеджер может отказаться от заключения контракта с дистрибьютором лекарственных средств и получать альтернативную полезность в размере $\bar{U} = 1500$ (пособие по безработице).

Фирма не может оценить уровень усилий менеджера, поэтому при составлении контракта она ориентируется на доступную ей информацию и устанавливает заработную плату исходя из собственного дохода. Стимулирование фирмой высокого уровня усилий менеджера предполагает предложение ему контракта вида:

$$w = \begin{cases} x, & \text{если } I' = 177184, \\ y, & \text{если } I' = 221480. \end{cases}$$

Множество контрактов, которые приемлемы для менеджера и в то же время стимулируют его усилия, соответствует следующей системе неравенств:

$$\begin{cases} EU \geq \bar{U}, \\ EU_{e=3} \geq EU_{e=1}. \end{cases}$$

Первое неравенство представляет собой ограничение участия – для агента ожидаемая полезность от заключения контракта должна быть не ниже, чем альтернативная полезность. Второе неравенство представляет собой ограничение совместимости по стимулам – для агента предпочтительным должен быть активный поиск клиентов и продажи.

С учётом известного вида функции полезности агента в рассматриваемом примере ограничение участия выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} 0,3 \cdot (100\sqrt{x} - 160) + 0,7 \cdot (100\sqrt{y} - \\ - 160) \geq 1500 \Rightarrow \sqrt{y} \geq \frac{166}{7} - \frac{3}{7}\sqrt{x}, \end{aligned}$$

а ограничение совместимости по стимулам выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} 0,3 \cdot (100\sqrt{x} - 160) + 0,7 \cdot (100\sqrt{y} - \\ - 160) \geq 0,6 \cdot (100\sqrt{x} - 120) + \\ + 0,4 \cdot (100\sqrt{y} - 120) \Rightarrow \sqrt{y} \geq \sqrt{x} + \frac{4}{3}. \end{aligned}$$

Исходя из полученных ограничений, можно получить оптимальный для фирмы-дистрибьютора контракт. Такой контракт будет максимизировать прибыль руководства фирмы (в теории активных систем называемого «Центр») и в то же время удовлетворять ограничениям.

При $e=3$ ожидаемая прибыль «Центра» после выплаты менеджеру заработной платы может быть представлена в виде

$$\begin{aligned} p(x, y) = 0,3 \cdot (177184 - x) + 0,7 \cdot (221480 - y) = \\ = 208191,2 - 0,3 \cdot x - 0,7 \cdot y. \end{aligned}$$

Пусть $a = \sqrt{x}$, $b = \sqrt{y}$. Тогда оптимизационная задача для руководства компании примет вид:

$$p(a, b) = 208191,2 - 0,3a^2 - 0,7b^2 \rightarrow \max_{a, b},$$

$$\begin{cases} b \geq \frac{166}{7} - \frac{3}{7}a, \\ b \geq a + \frac{4}{3}. \end{cases}$$

Целевая функция в данной модели представляет собой эллипс, вытянутый вдоль оси \sqrt{x} с центром в точке (0,0).

Оптимум данной функции при заданном множестве ограничений достигается либо в точке касания линии уровня данного эллипса с прямой

$$\sqrt{y} \geq \frac{166}{7} - \frac{3}{7}\sqrt{x}, \text{ либо (если эллипс каса-}$$

ется данной прямой вне исследуемой области) в точке углового экстремума, определяемого как пересечение ограничений. Необходимо найти решение системы

$$\begin{cases} b = \frac{23}{8} - 25a, \\ b = a + 4, \end{cases}$$

которое имеет вид:

$$\begin{cases} a \approx 15,67, \\ b \approx 17. \end{cases}$$

Оптимальный контракт имеет вид:

$$\begin{cases} w = 245,44, & \text{если } I' = 177184, \\ w = 289, & \text{если } I' = 221480. \end{cases}$$

Ожидаемая заработная плата менеджера составит: $Ew = 275,93$ рублей, ожидаемая полезность: $EU = 1500,01$.

Ожидаемая прибыль принципала:

$$ER = 208191,2 \text{ рублей,}$$

ожидаемая чистая прибыль:

$$ER_{net} = 207915,27 \text{ рублей.}$$

Таким образом, найдена согласованная заработная плата, соответствующая ограничениям участия и совместимости по стимулам. При определении оптимального по критерию максимизации прибыли фирмы размера заработной платы в качестве целевых показателей для наёмного работника использованы рассчитанные параметры оптимально-согласованных внешних контрактов.

Выводы. Предложенные модели позволяют осуществить комплексное согласование экономических интересов в цепи взаимодействий экономических агентов «фирма – работник – потребитель». При определении размера заработной платы работника, оптимального по крите-

рию максимизации прибыли фирмы, в качестве целевых показателей использованы рассчитанные параметры оптимально-согласованных внешних контрактов.

Разработанные модели обладают следующими свойствами:

1) использование таких моделей теории контрактов, как «неблагоприятный отбор» и «моральный риск», позволяет учесть свойственную экономическим отношениям неопределённость, связанную с информационной асимметрией;

2) в разработанных моделях предлагаются эффективные в условиях неопределённости (как внутренней, так и внешней для исследуемой компании) подходы к установлению оптимальных цен на предлагаемый на рынке продукт и размеров оптимальной заработной платы.

Использование разработанных моделей, формирующих условия согласованности интересов экономических агентов в условиях дискретной вероятностной неопределённости, повышает эффективность функционирования фирмы.

Библиографический список

1. Юдкевич, М.М. Основы теории контрактов: модели и задачи [Текст] / М.М. Юдкевич, Е.А. Подколзина, А.Ю. Рябинина. – М.: ГУ ВШЭ, 2002.

2. Меньшиков, И.С. Теория игр и экономическое моделирование [Текст] / И.С. Меньшиков. – М.: МЗ Пресс, 2006.

3. Бурков, В.Н. Механизмы функционирования организационных систем [Текст] / В.Н. Бурков, В.В. Кондратьев. – М.: Наука, 1981.

4. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами [Текст] / Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2005.

5. Модели и методы материального стимулирования: Теория и практика [Текст] / [О.Н. Васильева и др.]. – М.: ЛЕ-НАНД, 2007.

6. Львов, Д.С. Введение в институциональную экономику [Текст] / Д.С. Львов. – М.: Экономика, 2005.

7. Богатырёв, В.Д. Повышение эффективности управления промышленными комплексами путём разработки и внедрения механизмов согласованного взаимодействия [Текст] / В.Д. Богатырёв // Управление большими системами. - 2004. - №8. - С. 87-105.

MODEL SOF ECONOMIC AGENTS' INTERACTION IN CONDITIONS OF AN ASYMMETRIC INFORMATION STRUCTURE

© 2012 A.M. Yakunin

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The paper presents a complex mechanism for the coordination of economic agents' interests in the chain of interactions «firm-worker-consumers» designed on the basis of the contract theory. All the models and mechanisms developed by taking into account the asymmetry of information are presented, with a distributor pharmaceutical firm taken as an example. The application of the models developed provides the conditions for the internal and external coordination of economic agents' interests in conditions of discrete probabilistic indefiniteness and increases the efficiency of the firm's functioning.

Model of managerial decision-making, coordinated interaction of economic agents, information asymmetry, contract theory, game-theory model.

Информация об авторе

Якунин Андрей Михайлович, аспирант кафедры экономики, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: a-yakunin@yandex.ru. Область научных интересов: теория игр, теория контрактов, дизайн экономических механизмов.

Yakunin Andrey Mikhailovich, post-graduate student of economics department, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: a-yakunin@yandex.ru. Area of research: game theory, contract theory, design of economic mechanisms.

ВЕСТНИК
САМАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени академика С. П. КОРОЛЁВА
(национального исследовательского университета)

№ 6 (37)

2012

Корректоры: **Литвинова Ю. Н., Ярославцева А. В.**
Компьютерная вёрстка **Е. П. Ростова**
Переводчик **Е. И. Безрукова**

Каталожная цена: 1000 руб.

Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 22,0.
Тираж 200. Заказ _____

Отпечатано в издательстве СГАУ
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34

**Правила оформления статей для журнала
«Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета
имени академика С. П. Королёва
(национального исследовательского университета)»**

1. Статья представляется в двух экземплярах, распечатанных на лазерном принтере на одной стороне бумаги в режиме качественной печати, а также в электронном виде на отдельном носителе по адресу: 443086, Самара, Московское шоссе, 34, 212а – 3А, тел.: (846) 267 48 41, электронная почта: vest@ssau.ru.

2. Текст статьи представляется в формате Microsoft Word на дискетах, CD или DVD. Объём статьи – до 10 страниц формата А4. Имя файла определяется по фамилии первого автора: фамилия.doc. Поля – по 2,5 см с каждой стороны, текст – кегль 12, одинарный междустрочный интервал. Выравнивание: по ширине страницы. Шрифты – Times New Roman, Symbol. Отступ первой строки абзаца – 1 см. Страницы должны быть пронумерованы.

Замена буквы «ё» на букву «е» недопустима. Написание в тексте буквы «ё» является обязательным.

3. Допускается наличие рисунков, формул и таблиц по тексту.

Рисунки могут быть созданы средствами Microsoft Word/Excel или представлены в форматах JPEG, GIF, TIFF, PNG. Подпись к рисунку начинается со слова «Рис.» и номера по порядку, подпись располагается снизу, выравнивание – по центру. Для ссылки по тексту статьи на рисунок 1 следует использовать сокращение: рис. 1.

Для математических выражений и формул следует использовать Microsoft Equation 3.0 и буквы латинского (*Times New Roman, курсив, размер 12*) и греческого (*Symbol, курсив, размер 12*) алфавитов. Формулы, на которые в статье делаются ссылки, следует печатать с новой строки, при этом формулы нумеруются в порядке следования по тексту статьи. Номер формулы и ссылка на неё в тексте обозначается числом в круглых скобках: (1), (2), (3). Длина формулы на строке строго ограничена – до 80 мм (допускается перенос на следующие строки).

Заголовок таблицы начинается со слова «Таблица» и её номера по порядку, заголовок размещается сверху, выравнивание – по левому краю. Для ссылки по тексту статьи на таблицу 1 следует использовать сокращение: табл. 1.

4. Библиографический список оформляется отдельным разделом в конце статьи, при этом литературные источники располагаются в порядке их использования по тексту статьи в виде нумерованного списка, и оформляется в соответствии с действующим ГОСТ 7.1-2003.

5. К тексту статьи прилагается направление организации (если авторы не являются сотрудниками СГАУ), рецензия специалиста по научному направлению статьи (не являющегося сотрудником подразделения, где работают авторы), акт экспертизы, информация об авторах для опубликования в журнале. На отдельной странице указываются сведения об авторах для служебного пользования: фамилия, имя, отчество, учёная степень, учёное звание, должность, место работы, служебный и домашний адреса, телефон, электронная почта. Статья должна быть подписана всеми авторами.

6. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются. Рукописи и сопроводительные документы не возвращаются. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста.

7. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Образец оформления:

УДК 536.04

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ СЛОЖНОЙ ЗАМКНУТОЙ СТРУКТУРЫ НА БОРТУ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

© 2011 Г. П. Аншаков¹, В. В. Бирюк², В. В. Васильев², В. В. Никонов², В. В. Салмин²

¹ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС»

²Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

(аннотация статьи 50...150 слов, кегль: 10)

(ключевые слова 8-12 слов, кегль: 10, начертание: курсив)

(текст статьи)

(библиографический список)

(информация об авторах для опубликования: фамилия, имя, отчество, учёная степень, учёное звание, должность, место работы, электронная почта, область научных интересов – до 10 слов)

THERMAL FIELDS SIMULATING OF COMPLEX CLOSED STRUCTURE ABOARD RESEARCH SPACE
LABORATORY

© 2011 G. P. Anshakov¹, V. V. Biruk², V. V. Vasiliev², V. V. Nikonov², V. V. Salmin²

¹FSUE SRPSRC "TsSKB-Progress"

²Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University)

(аннотация статьи – на английском языке)

(ключевые слова – на английском языке)

(библиографический список – на английском языке)

(информация об авторах для опубликования – на английском языке)