

ТЕОРИЯ АКТИВНЫХ СИСТЕМ 2011



ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
«УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ
СИСТЕМАМИ – 2011»
(14-16 НОЯБРЯ, ИПУ РАН
МОСКВА, РОССИЯ)

ТОМ II

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ИМ. В. А. ТРАПЕЗНИКОВА

**Международная научно-практическая
Мультиконференция
«Управление большими
системами – 2011»**

***ТЕОРИЯ
АКТИВНЫХ
СИСТЕМ – 2011***

**ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(14-16 ноября 2011 г., Москва, Россия)**

ТОМ II

Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков

МОСКВА – 2011

УДК 007
ББК 32.81
Т33

Теория активных систем / Труды международной научно-практической конференции (14-16 ноября 2011 г., Москва, Россия). Том 2. Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2011. – 292 с.

В сборнике представлены труды международной научно-практической конференции «ТАС-2011» по следующим направлениям теории и практики управления социально-экономическими системами: модели и механизмы теории активных систем, принятие решений и экспертные оценки (том 1), прикладные задачи теории активных систем, модели политических процессов и социальных сетей (том 2), информационные технологии в управлении организационными системами, информационные технологии в образовании, мультиагентные системы (том 3).

Издание осуществлено при поддержке РФФИ (грант № 11-07-06075-з)

Утверждено к печати Программным комитетом конференции.

ISBN 978-5-91450-092-1
ISBN 978-5-91450-094-5

© ИПУ РАН, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3

Прикладные задачи теории активных систем

<i>Аверина Т. А.</i> ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МОМЕНТА СМЕНЫ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ	10
<i>Агасандян Г. А.</i> МНОГОМЕРНЫЕ ОПЦИОНЫ И ОПТИМАЛЬНЫЕ ПО СС-VARПОРТФЕЛИ НА ДИСКРЕТНОМ ДВУМЕРНОМ РЫНКЕ	13
<i>Агасандян Г. А.</i> ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ПРИНЦИПА МИНИМУМА ДОХОДНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СС-VAR НА ПРИМЕРЕ БЕТА-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	20
<i>Адилов Ж. М., Алианов Р. А., Ашимов А. А., Ашимов А. А., Боровский Ю. В., Султанов Б. Т.</i> МЕТОДЫ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ВЫРАБОТКИ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ НА БАЗЕ ТЕОРИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	28
<i>Алфимов Р. В., Попович И. В.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В БОЛЬШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	32
<i>Анашкина А. А., Кузнецов Е. Н., Туманян В. Г.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДНК-БЕЛКОВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ	36
<i>Антоненко А. В., Угольницкий Г. А., Чернушкин А. А.</i> МОДЕЛИ КОРРУПЦИИ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ	40
<i>Аснина А. Я., Баркалов С. А., Нильга О. С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА, ДАЮЩЕЙ МАКСИМАЛЬНЫЙ ДОХОД	44
<i>Баева Н. Б., Бондаренко Ю. В., Горошко И. В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ СОГЛАСОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	48

<i>Барладян И.И., Латин А.В., Семенов Д.А., Токмакова А.Б.</i>	52
УПРАВЛЕНИЕ СТРАХОВЫМ ЗАПАСОМ В КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ СЛУЧАЕ	
<i>Барладян И.И., Токмакова А.Б.</i>	56
ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ ЗАПАСАМИ ПО ОБОБЩЕННЫМ ТРЕНДАМ	
<i>Беляков А.Г.</i>	60
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРЕНДОВ СПРОСА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНО- МЕНКЛАТУРНЫМИ ЗАПАСАМИ	
<i>Богачкова Л.Ю., Карева А.С.</i>	63
ОБ ОДНОМ ЭФФЕКТЕ ЛИБЕРАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕР- ГЕТИКИ	
<i>Букалова А.Ю.</i>	67
АКТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ НАЛО- ГООБЛОЖЕНИЯ С РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ.	
<i>Валитов Р.Р., Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Карташе- ва Т.А.</i>	71
МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИ- РОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ МАКРОЭКОНОМИ- ЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА НЕРАВНОВЕСНЫХ РЕ- ЖИМАХ	
<i>Венцукот И.Ю., Ерешко Ф.И., Сытов А.Н., Шаньгин М.Д.</i>	74
ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКА В МОДЕЛЯХ КОАЛИЦИИ ИПОТЕЧНЫХ ЗАЁМЩИКОВ	
<i>Гасанов И.И.</i>	78
ОРГАНИЗАЦИЯ КОАЛИЦИИ ЗАЁМ- ЩИКОВ В РАМКАХ КРУПНОЙ КОМПАНИИ	
<i>Гинсберг К.С.</i>	82
СЕМЬ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ НА ТЕОРИЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАК НАУ- КУ: ПОИСК КОМПРОМИССА	
<i>Голенко-Гинзбург Д.И.</i>	86
МОДЕЛИ ФИНАНСОВЫХ КОНТРАКТОВ ДЛЯ СЛОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ- НЫХ ПРОЕКТОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ НЕОП- РЕДЕЛЕННОСТИ	
<i>Горошко И.В., Кибиткина Ю.А., Щепкин А.В.</i>	89
О ПРО- БЛЕМЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВА- НИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГОСАВ- ТОИНСПЕКЦИИ	
<i>Грибковская И.В., Дмитриев М.Г.</i>	93
УПРАВЛЯЕМОСТЬ В БОЛЬШИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИС- ТЕМАХ С ПОЗИЦИИ РАЗДЕЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ	

<i>Грибов А.Г.</i> ОБ ИГРАХ МНОГИХ ЛИЦ С ИНФОРМАЦИОННЫМ ПОСРЕДНИКОМ	97
<i>Гришанова А.Д., Тюлева Е.С.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКАЗА В СИСТЕМЕ «ЗАКАЗЧИК-ПОСТАВЩИК» С УЧЁТОМ РЕПУТАЦИИ ФИРМ	100
<i>Гуреев К.А., Голубева О.С.</i> ТЕХНОЛОГИИ ОБОСНОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ВАЛЮТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	105
<i>Дорофеюк Ю.А., Чернявский А.Л.</i> МЕТОД СТРУК- ТУРНО-КЛАССИФИКАЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ НЕРЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ ВЫБОРОК	109
<i>Дранко О.И.</i> МОДЕЛЬ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ	113
<i>Дранко О.И., Филимонов В.С.</i> ДИСКРЕТНАЯ МО- ДЕЛЬ СТОИМОСТИ: ДИВИДЕНДНАЯ ПОЛИТИКА	116
<i>Дружилов А.С., Киселева Т.В.</i> МНОГОВАРИАНТ- НЫЙ ПРОГНОЗ УРОВНЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЛЕКАР- СТВЕННЫХ СРЕДСТВ НАСЕЛЕНИЕМ Г. НОВО- КУЗНЕЦКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕ- ВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	120
<i>Ерешко А.Ф.</i> ДВОЙНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В МО- ДЕЛЯХ ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ	126
<i>Ерешко А.Ф.</i> ИГРОВОЙ АЛГОРИТМ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КОАЛИ- ЦИИ ИПОТЕЧНЫХ ЗАЁМЩИКОВ	129
<i>Жолков С.Ю.</i> МЕТОДЫ ИНВЕСТИЦИОННОГО АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫМИ ПРОЕКТАМИ, СВЯЗАННЫЕ С ОПЦИОНАМИ	133
<i>Жуков Д.О., Самойло И.В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ	138
<i>Зайцева Ю.В.</i> ПОВЫШАЮЩИЙСЯ ДВУХСТАВОЧ- НЫЙ ТАРИФ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ КАК МЕХА- НИЗМ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ МАЛОИМУЩИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	141
<i>Заруба В.Я., Пигнастый О.М.</i> ЭНТРОПИЯ ТЕХНО- ЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	145

<i>Засканов В.В., Иванов Д.Ю.</i> МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СОГЛАСОВАННЫХ СИСТЕМ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	149
<i>Исмаилов И. Г.</i> ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ СВЯЗИ	156
<i>Ильясов Б.Г., Низамутдинова Р.И., Черняховская Л.Р.</i> ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ	160
<i>Киселева Т.В., Михайлов В.Г.</i> УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА КЕМЕРОВСКОМ ОАО «АЗОТ»	165
<i>Клименко А. А.</i> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ «АДМИНИСТРАТОР» СИСТЕМЫ ПРИЕМА КОММУНАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ	169
<i>Клименко А.Б.</i> МНОЖЕСТВА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ	172
<i>Ковалев С.В.</i> МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАМ	176
<i>Макаров В.П.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА ОТКЛОНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАКОМПАНИИ	179
<i>Мандель А.С.</i> УПРАВЛЕНИЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ СТРАХОВЫМИ ЗАПАСАМИ	183
<i>Мандель А.С.</i> ОБЩАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ ЗАПАСАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ	187
<i>Марин О.Л.</i> ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ СТИМУЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГС МОСКВЫ	191
<i>Маслова Е.В.</i> О ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РИСКАМИ	193
<i>Нильга О.С.</i> РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ, ОПТИМИЗИРУЮЩЕЙ ФИНАНСОВЫЙ ЭФФЕКТ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА	197

<i>Отарашвили З.А.</i> СТАТИЧЕСКАЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ БЮДЖЕТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ	201
<i>Перова М.Б.</i> УПРАВЛЕНИЕ ТАРИФАМИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ	204
<i>Покровская И.В., Спиро А.Г.</i> АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНДЕКСНЫХ ПАЕВЫХ ФОНДОВ	208
<i>Половинкина А.И., Щепкин А.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ РИСКА ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕХАНИЗМА СИЛЬНЫХ ШТРАФОВ	211
<i>Промахина И.М.</i> МОДЕЛЬ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ В АНАЛИЗЕ РЫНКОВ ИПОТЕЧНОГО ЖИЛИЩНОГО КРЕДИТОВАНИЯ	215
<i>Пузырев С.А.</i> МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЛЕГАЛИЗАЦИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЕСТУПНЫМ ПУТЕМ	218
<i>Русаковский А.М.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНОВ НЕПРОФИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	220
<i>Сытов А.Н.</i> ПРОСТЕЙШИЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ КОАЛИЦИИ ЗАЁМЩИКОВ С САМОФИНАНСИРОВАНИЕМ	221
<i>Табанакова К.О.</i> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	226
<i>Цымбал Е.А.</i> ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ В НЕПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЕ (НА ПРИМЕРЕ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА)	230

СЕКЦИЯ 4

Модели политических процессов и социальных сетей

<i>Алескеров Ф.А., Камалова Р.У., Холлер М.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ В РЕЙХСТАГЕ ВЕЙМАРСКОЙ ГЕРМАНИИ	237
<i>Богданова О.К., Парилина Е.М.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТА В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ	241

<i>Бреер В.В.</i> УПРАВЛЕНИЕ В ПОРОГОВОЙ МОДЕЛИ ТОЛПЫ	244
<i>Губанов Д.А.</i> ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ	248
<i>Губко М.В.</i> МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ДИСТРИБЬЮТОРСКОЙ СЕТИ	251
<i>Делицын Л.Л., Подлесная Т.А.</i> СПОСОБ РАСЧЕТА СРЕДНЕГО КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМИРОВАННЫХ ИНДИВИДОВ В НЕКОТОРЫХ ВИДАХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ	255
<i>Ивашко Е. Е.</i> ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ ЛОББИРОВАНИЯ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ	262
<i>Корнилина Е.Д., Петров А.П.</i> О ПРИЛОЖЕНИИ ЛАТЕНТНО-СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕКСТОВ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ	266
<i>Корнилина Е.Д., Петров А.П.</i> МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ БЛИЗОСТИ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ	270
<i>Кравец А.Г., Укустов С.С.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ СВЯЗЕЙ В ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩЕЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ МЕР	273
<i>Макаренко А.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ АГЕНТОВ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУРАХ	277
<i>Полунин Ю.А.</i> МОДЕЛЬ КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ – АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОСОБЫХ ТОЧЕК	282
<i>Старшов Д.А.</i> ВЫБОР ТОЧЕК ВНЕДРЕНИЯ АГЕНТОВ В СОЦИАЛЬНОМ ГРАФЕ	286
<i>Федянин Д.Н., Чхартишвили А.Г.</i> ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ СТОХАСТИЧЕСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В АКТИВНЫХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУРАХ	290

**Секция 3. *Прикладные
задачи теории
активных
систем***

Сопредседатели секции

- ❖ д.т.н. Киселева Т.В.
- ❖ д.т.н. Щепкин А.В.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МОМЕНТА СМЕНЫ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Аверина Т. А.

*(Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет)*

ta_averina@mail.ru

В статье рассмотрен вопрос поиска оптимального момента времени перехода от одной технологии к другой и приведен пример нахождения оптимального момента смены технологий для процесса, состоящего из трех последовательно сменяющихся друг друга технологий.

Ключевые слова: технология, предел развития технологии, оптимальный момент времени смены технологии.

С начала 1980-х гг. основным объектом управления в мировой промышленности становится выбор стратегии в области новых технологий [1].

Как только на смену одной технологии в отрасли приходит другая, проблема их соотношения становится для предприятия делом важнейшего стратегического выбора: сохранять (и как долго?) традиционную технологию, из-за которой часть выпускаемой продукции оказывается затратной и морально устаревшей, или переходить на новую. В настоящее время, период смены технологии в машиностроении составляет в среднем пять лет, в автомобилестроении – три года, в электронной промышленности – полгода[2]. И здесь самый важный вопрос как определить оптимальный момент перехода? Данная ситуация имеет место не только для выбора любой фирмой стратегии своего инновационного развития, она справедлива и для проведения государственной политики стимулирования инновационного развития экономики отраслей и отдельных предприятий.

Рассмотрим траекторию развития технологии $X(t)$ на плановый горизонт T , который фиксирован и считается известным. Для монотонно возрастающей функции $X(t)$ известны значения в на-

чальный момент времени $X(0) = X_0$ и максимальный уровень ее развития технологический предел Q [3].

Рассмотрим процесс, состоящий из трех технологий, последовательно сменяющих друг друга. По горизонтали будем откладывать условные такты времени. Примем $T = 100$.

Зададим значения ресурсов по каждой технологии u_1, u_2, u_3 : $u_1 = 0.22, u_2 = 2.24, u_3 = 3.2$.

Потери при переходе к последующей технологии q_1, q_2, q_3 .

В основе будем использовать следующий вид задания экспоненциальной кривой [4]:

$$(1) \quad x = Q_i + (x_0 - Q_i) \cdot e^{-\beta \cdot t}$$

Общий вид траектории

$$(2) \quad X1 = x1_k + (x1_0 - x1_k) \cdot e^{-k_1 \cdot x1_0 \cdot u1 \cdot t};$$

$$(3) \quad X2 = x2_k + (x2_0 - x2_k) \cdot e^{-k_2 \cdot x2_0 \cdot u2 \cdot (t - \tau)};$$

$$(4) \quad X3 = x3_k + (x3_0 - x3_k) \cdot e^{-k_3 \cdot x3_0 \cdot u3 \cdot (t - \tau)},$$

где k_1, k_2, k_3 , некоторые константы.

Параметры 1-ой технологии

$$x1_0 = 0.1, x1_k = 1, Q_1 = 1, t_1 = 0, k_1 = 6, q_1 = 0$$

Параметры 2-ой технологии

$$x2_0 = x1 \cdot t_2 - q_2, x2_k = 3, Q_2 = 3, k_2 = 0.01, q_2 = 0.2$$

Параметры 3-ей технологии

$$x3_0 = x2 \cdot t_3 - q_3, x3_k = 4, Q_3 = 4, k_3 = 0.02, q_3 = 0.3$$

Вначале определим оптимальное время перехода от первой ко второй технологии: экстремальная точка перехода $t_2 = 21$ и максимум траектории, $\text{Max} = 2.3949$. Теперь можно рассчитать $x2_0 = 0.79878$.

Далее аналогичным образом находится оптимальный момент перехода от второй к третьей технологии.

На рис. 1 отображены различные вариации перехода. На рис. 2 выделены оптимальные траектории развития по каждой технологии. На рис. 3 показано значение максимума траектории в зависимости от момента времени перехода.

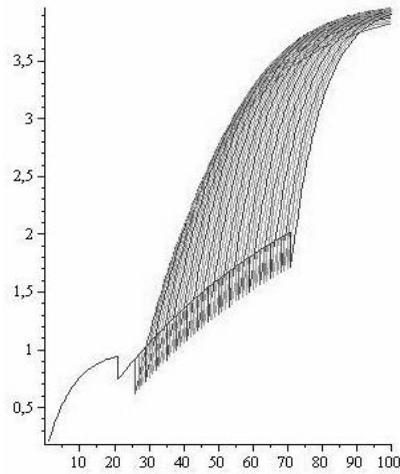


Рис. 1. Вариации траекторий для различных точек перехода при заданных параметрах

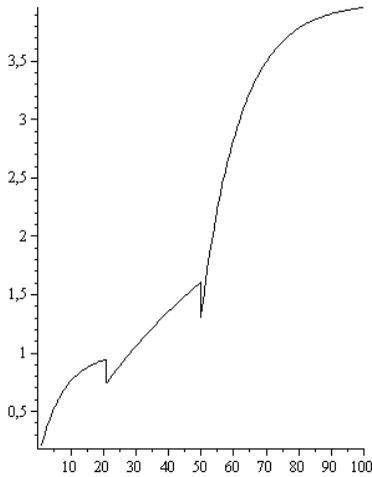


Рис. 2. Экстремальные точки перехода

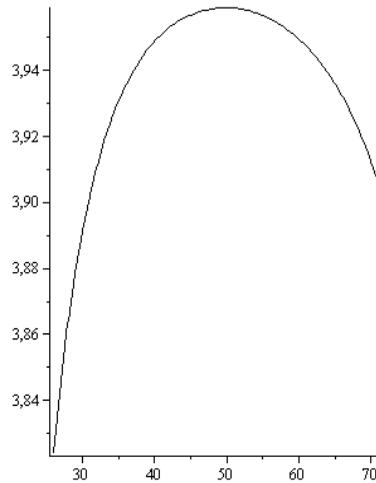


Рис. 3. Значение максимума траектории в зависимости от момента времени перехода от 2-ой к 3

Литература

1. БАРКАЛОВ С. А., АВЕРИНА Т. А. *Стратегии инновационного развития компании*. Материалы международной научно-практической конференции «Современные модели исследования социально-экономических процессов: теория и практика». Саратов 2009. С. 55–57.
2. БОВИН А. А. *Управление инновациями в организации: учеб пособие по специальности «Менеджмент организации»* / А. А. Бовин, Л. Е. Чередникова, В. А. Якимович. 3-е изд., стер. М.: Издательство «Омега-Л», 2009. 415 с.: табл. (Высшая школа менеджмента).
3. НОВИКОВ Д. А., ИВАЩЕНКО А. А. *Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы*. М.: ЛЕНАНД, 2006. 336 с.
4. НОВИКОВ Д. А. *Закономерности итеративного научения*. М.: Институт проблем управления РАН, 1998. 77 с.

МНОГОМЕРНЫЕ ОПЦИОНЫ И ОПТИМАЛЬНЫЕ ПО CC-VAR ПОРТФЕЛИ НА ДИСКРЕТНОМ ДВУМЕРНОМ РЫНКЕ

Агасандян Г.А.

(Вычислительный центр РАН, Москва)

agasand@ccas.ru

Исследуется многомерный однопериодный рынок – рынок, порожденный несколькими базовыми активами. Вводятся многомерные опционы – многомерный аналог обычных опционов колл и пут. На дискретном по страйкам рынке таких опционов строится базис из простейших нормированных баттерфляев и определяется оптимальный по континуальному критерию VaR портфель опционов.

Ключевые слова: базовые активы, многомерный рынок, α -опционы, базисные баттерфляи, функция рисковых предпочтений инвестора, континуальный критерий VaR, оптимальный портфель.

Введение

Континуальный критерий VaR (CC-VaR), введенный в работах автора [1,2], требует, чтобы строящийся из имеющихся на рынке инструментов портфель инвестора порождал случайный доход q , удовлетворяющий неравенствам $P\{q \geq \phi(\varepsilon)\} \geq 1 - \varepsilon$ для всех $\varepsilon \in [0,1]$ ($P\{M\}$ – вероятность множества M с точки зрения инвестора). Неотрицательная, монотонно возрастающая и непрерывная функция $\phi(\varepsilon)$ задается инвестором и определяет его рисковые предпочтения. Типичным примером может служить функция $\phi(\varepsilon) = \varepsilon^\lambda$, $\varepsilon \in [0,1]$, $\lambda > 0$.

Исходной для применения CC-VaR является модель теоретического однопериодного δ -рынка, в основе которого лежит некоторый базовый актив (например, акция). Таковым является, в частности, теоретический однопериодный рынок опционов, вообще говоря, с континуальным множеством страйков.

Многомерный рынок – это рынок, порожденный несколькими ($n > 1$) базовыми активами, цены которых в конце периода образуют случайный вектор с плотностью вероятности, прогнозируемой инвестором. Рынок достаточно разнообразен и на нем можно строить и торговать портфелями с произвольными измеримыми платежными функциями. В этом смысле рынок считается теоретическим. Цель работы – определение многомерного аналога обычных опционов типа колл и пут и перенесение результатов по применению континуального критерия VaR на рынок таких опционов (см. [1,2,4]).

1. Многомерный рынок – основные определения и обозначения

Пусть $\mathbf{X} = \prod_{i \in N} X_i$, $X_i \in \mathfrak{R}$, $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Заданы две неотрицательные функции (плотности) $p(\mathbf{x})$ и $c(\mathbf{x})$, $\mathbf{x} \in \mathbf{X}$, порождаю-

щие меры $P\{M\}$ и $C\{M\}$, $M \subset X$, первая из которых – вероятностная мера, являющаяся прогнозом инвестора на конец периода, а вторая – ценовая мера, которую предоставляет рынок.

Вводится инструмент $D(x)$, называемый δ -инструментом, платежной функцией которого служит δ -функция относительно x , $x \in X$, при этом $|D(x)| = c(x)$, $x \in X$, где $|I|$ означает стоимость инструмента I . Эти инструменты играют роль базисных инструментов, на основе которых можно строить иные инструменты. Инструмент G с произвольной измеримой платежной функцией $g(x)$ и его стоимость представляются соответственно в виде

$$G = \int_X g(x) D(x) dx, \quad |G| = \int_X g(x) |D(x)| dx = \int_X g(x) c(x) dx.$$

Так вводятся инструмент "индикатор $H[M]$ ", $M \subset X$, и единственный безрисковый актив $U = H[X]$. Построение оптимального портфеля инвестора основано на сравнительном анализе мер $C\{\cdot\}$ и $P\{\cdot\}$. Алгоритм использует известную из математической статистики процедуру Неймана-Пирсона [3], применяемую к функции относительного дохода $\rho(x) = p(x)/c(x)$, $x \in X$.

2. Многомерный однопериодный α -рынок

Многомерный опционный рынок образуют инструменты, называемые α -опционами и задаваемые следующим образом. Вводятся $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $s = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ и $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ – векторы соответственно цен базовых активов $x_i \in \mathfrak{R}$, страйков $s_i \in \mathfrak{R}$, $i \in N$, и чисел -1 и $+1$ в любом порядке, характеризующих тип опциона. Тогда α -опцион $A(s; \alpha)$, по которому доход выплачивается в конце периода, определяется своей платежной функцией $a(x; s; \alpha) = \max(0, \alpha_1(s_1 - x_1)) \dots \max(0, \alpha_n(s_n - x_n))$.

"Производные" от α -опционов инструменты первого и второго порядка $A'(s; \alpha)$ и $A''(s; \alpha)$ соответственно, их платежные функции $a'(x; s; \alpha)$ и $a''(x; s; \alpha)$ и цены, где α – произвольный вектор с компонентами $+1$ (для опционной компоненты типа колла) и -1 (для опционной компоненты типа пута), определяются соответственно по формулам ($\zeta(\alpha) = \prod_{i \in N} \alpha_i$):

$$A'(s; \alpha) = \frac{\partial^n A(s; \alpha)}{\partial s_1 \dots \partial s_n} = A_{s_1, \dots, s_n}^{(n)}(s; \alpha), \quad a'(x; s, \alpha) = \sigma(\alpha) \chi_{\mathfrak{R}_\alpha^n(s)}(x),$$

$$|A'(s; \alpha)| = C \left\{ \mathfrak{R}_\alpha^n(s) \right\};$$

$$A''(s; \alpha) = \frac{\partial^{2n} A(s; \alpha)}{\partial s_1^2 \dots \partial s_n^2} = A_{s_1^2, \dots, s_n^2}^{(2n)}(s; \alpha) = D(s), \quad a''(x; s, \alpha) = \delta(x - s),$$

$$|A''(s; \alpha)| = |D(s)| = c(s)$$

Теоремы паритета для $A(s, \alpha)$ и $A'(s, \alpha)$ и их цен имеют вид:

$$\begin{aligned} \sum_{\alpha} \sigma(\alpha) A(s; \alpha) &= \prod_{i \in N} (X_i - s_i U_i), & \sum_{\alpha} \sigma(\alpha) |A(s; \alpha)| &= \left| \prod_{i \in N} (X_i - s_i) \right|; \\ \sum_{\alpha} \sigma(\alpha) A'(s; \alpha) &= U, & \sum_{\alpha} \sigma(\alpha) |A'(s; \alpha)| &= 1. \end{aligned}$$

3. Двумерный дискретный по страйкам рынок

Для двумерного рынка имеется четыре типа α -опционов, для них используем специальные обозначения C, S, P, F соответственно при $\alpha = (+1, +1), (-1, +1), (-1, -1), (+1, -1)$. В терминах опционов C представление базисного баттерфляя для *внутренних* страйков (i, j) , $i = 2..n_1 - 1, j = 2..n_2 - 1$, имеет вид

$$\begin{aligned} B_{i,j} = \frac{1}{h_1 h_2} & \left(4C_{i,j} - 2C_{i+1,j} - 2C_{i-1,j} - 2C_{i,j+1} - 2C_{i,j-1} \right. \\ & \left. + C_{i+1,j+1} + C_{i+1,j-1} + C_{i-1,j+1} + C_{i-1,j-1} \right). \end{aligned}$$

Вершинные базисные баттерфляя являются "усеченными" по обоим измерениям:

$$B_{1,1} = U - \frac{1}{h_1} (C_1^x - C_2^x) - \frac{1}{h_2} (C_1^y - C_2^y) + \frac{1}{h_1 h_2} (C_{1,1} - C_{2,1} - C_{1,2} + C_{2,2}),$$

$$B_{1,n_2} = \frac{1}{h_2} (C_{n_2-1}^y - C_{n_2}^y) + \frac{1}{h_1 h_2} (C_{1,n_2} - C_{1,n_2-1} - C_{2,n_2} + C_{2,n_2-1}),$$

$$B_{n_1,1} = \frac{1}{h_1} (C_{n_1-1}^x - C_{n_1}^x) + \frac{1}{h_1 h_2} (C_{n_1,1} - C_{n_1-1,1} - C_{n_1,2} + C_{n_1-1,2}),$$

$$B_{n_1,n_2} = \frac{1}{h_1 h_2} (C_{n_1,n_2} - C_{n_1-1,n_2} - C_{n_1,n_2-1} + C_{n_1-1,n_2-1}).$$

Реберные базисные баттерфляя являются "усеченными" по одному измерению:

$$\begin{aligned}
\mathbf{B}_{1,j} &= \frac{1}{h_1 h_2} (C_{2,j-1} - 2C_{2,j} + C_{2,j+1} - C_{1,j-1} + 2C_{1,j} - C_{1,j+1}) + \\
&\quad + \frac{1}{h_2} (C_{j-1}^y - 2C_j^y + C_{j+1}^y), \quad j = \overline{2, n_2 - 1}, \\
\mathbf{B}_{i,1} &= \frac{1}{h_1 h_2} (C_{i-1,2} - 2C_{i,2} + C_{i+1,2} - C_{i-1,1} + 2C_{i,1} - C_{i+1,1}) + \\
&\quad + \frac{1}{h_1} (C_{i-1}^x - 2C_i^x + C_{i+1}^x), \quad i = \overline{2, n_1 - 1}, \\
\mathbf{B}_{n_1,j} &= \frac{1}{h_1 h_2} (C_{n_1-1,j-1} - 2C_{n_1-1,j} + C_{n_1-1,j+1} - C_{n_1,j-1} + 2C_{n_1,j} - C_{n_1,j+1}), \\
j &= \overline{2, n_2 - 1}, \\
\mathbf{B}_{i,n_2} &= \frac{1}{h_1 h_2} (C_{i-1,n_2-1} - 2C_{i,n_2-1} + C_{i+1,n_2-1} - C_{i-1,n_2} + 2C_{i,n_2} - C_{i+1,n_2}), \\
i &= \overline{2, n_1 - 1}.
\end{aligned}$$

Отметим, что во многих граничных баттерфляях участвуют также и одномерные колл-опционы. Всего существуют 6 разных вариантов C -баттерфляев: 1 внутренний, 3 вершинных и 2 реберных. Сумма всех базисных баттерфляев дает единичный инструмент.

Подобные базисы строятся также и на основе прочих α -опционов: S , P и F . Более того, можно строить и смешанный базис с одновременным участием опционов нескольких типов. Так, для внутренних страйков (i, j) , справедливо, например, представление

$$\begin{aligned}
\mathbf{B}_{i,j} &= \frac{1}{h_1} (C_{i+1}^x - C_i^x) + \frac{1}{h_1 h_2} (C_{i,j} - C_{i+1,j} - C_{i,j+1} + C_{i+1,j+1}) \\
&\quad + \frac{1}{h_2} (S_{j+1}^y - S_j^y) + \frac{1}{h_1 h_2} (S_{i,j} - S_{i-1,j} - S_{i,j+1} + S_{i-1,j+1}) \\
&\quad + \frac{1}{h_1} (P_{i-1}^x - P_i^x) + \frac{1}{h_1 h_2} (P_{i,j} - P_{i-1,j} - P_{i,j-1} + P_{i-1,j-1}) \\
&\quad + \frac{1}{h_2} (F_{j-1}^y - F_j^y) + \frac{1}{h_1 h_2} (F_{i,j} - F_{i+1,j} - F_{i,j-1} + F_{i+1,j-1}) + U.
\end{aligned}$$

Все такие базисные инструменты для каждого центрального страйка будут эквивалентными по платежным функциям, хотя на реальном рынке их стоимости могут различаться.

3.2. ПРИМЕР.

Пример. Пусть $p(x, y) = 13/36 - x^2/6 - y^2/6$, $c(x, y) = 37/120 - (x + 1/2)^2/6 - (y - 1/2)^2/6$.

Первая из плотностей порождает дискретное распределение вероятностей на сценариях, а с помощью второй находятся цены

базисных баттерфляев. Дискретизация осуществляется выбором $n_1 = 6$, $n_2 = 5$. Интегрированием по сценариям получаем векторы цен и прогнозных вероятностей:

$$c = \{0.0292284, 0.0347617, 0.0384951, 0.0400951, 0.0396728, 0.0298765, 0.0354099, 0.0391432, 0.0407432, 0.0403210, 0.0291358, 0.0346691, 0.0384025, 0.0400025, 0.0395802, 0.0269136, 0.0324469, 0.0361802, 0.0377802, 0.0373580, 0.0232099, 0.0287432, 0.0324765, 0.0340765, 0.0336543, 0.0183025, 0.0238358, 0.0275691, 0.0291691, 0.0287469\}.$$

$$p = \{0.0179918, 0.0286584, 0.0322140, 0.0286584, 0.0179918, 0.0278683, 0.0385350, 0.0420905, 0.0385350, 0.0278683, 0.0328066, 0.0434733, 0.0470288, 0.0434733, 0.0328066, 0.0328066, 0.0434733, 0.0470288, 0.0434733, 0.0328066, 0.0278683, 0.0385350, 0.0420905, 0.0385350, 0.0278683, 0.0179918, 0.0286584, 0.0322140, 0.0286584, 0.0179918\}.$$

Посредством алгоритма, например, из [2], опирающегося на процедуру Неймана-Пирсона, находятся веса базисных баттерфляев в "оптимальном" портфеле в предположении $\phi(\varepsilon) = \varepsilon^2$.

$$g = \{0.00129482, 0.0193656, 0.0538469, 0.0122107, 0.000323704, 0.0856875, 0.252012, 0.1764, 0.109733, 0.00669838, 0.286027, 0.68703, 0.616852, 0.214807, 0.0399342, 0.545191, 0.924415, 0.842709, 0.380471, 0.0701487, 0.458201, 1.0, 0.758576, 0.32873, 0.0278986, 0.142816, 0.49782, 0.421249, 0.129541, 0.00291333\}.$$

Далее портфель $G = \sum_{i \in I, j \in J} g_{ij} B_{ij}$ переписывается в терминах опционов C :

$$G_C = 0.00129482 U + 0.618381 C_{1,1} - 1.1309 C_{1,2} + 0.192134 C_{1,3} - 0.230572 C_{1,4} + 0.550955 C_{1,5} + 1.31495 C_{2,1} - 1.45328 C_{2,2} - 1.26651 C_{2,3} + 0.927604 C_{2,4} + 0.477234 C_{2,5} - 1.74697 C_{3,1} + 2.12289 C_{3,2} + 0.240391 C_{3,3} - 0.247238 C_{3,4} - 0.369071 C_{3,5} + 0.0684481 C_{4,1} + 0.213412 C_{4,2} + 0.795916 C_{4,3} + 0.0168603 C_{4,4} - 1.09464 C_{4,5} - 1.00982 C_{5,1} + 1.89047 C_{5,2} + 0.460589 C_{5,3} - 0.834573 C_{5,4} - 0.506671 C_{5,5} + 0.755007 C_{6,1} - 1.64259 C_{6,2} - 0.422523 C_{6,3} + 0.367919 C_{6,4} + 0.94219 C_{6,5} + 0.325314 C_{1,\cdot} + 0.331678 C_{2,\cdot} + 0.207374 C_{3,\cdot} - 1.22146 C_{4,\cdot} - 0.707919 C_{5,\cdot} + 1.06501 C_{6,\cdot} + 0.0451771 C_{\cdot,1} + 0.0410261 C_{\cdot,2} - 0.190294 C_{\cdot,3} + 0.074373 C_{\cdot,4} + 0.0297175 C_{\cdot,5}.$$

Несмотря на различие представлений, соответствующие им платежные функции должны совпадать. График платежной функции (доходов) оптимального портфеля приводится на рис. 1.

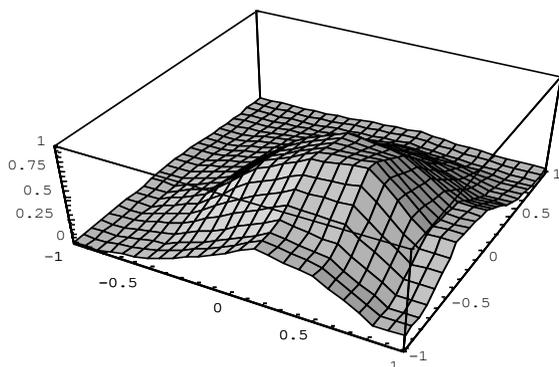


Рис. 1. Платежная функция "оптимального" портфеля

Литература

1. АГАСАНДЯН Г.А. *Финансовая инженерия и непрерывный критерий VaR на рынке опционов* // Экономика и математические методы, 2005, т. 41, №4. С. 88–98.
2. АГАСАНДЯН Г.А. *Основные теоретические схемы применения непрерывного критерия VaR*. М. ВЦ РАН. 2009. 33 с.
3. КРАМЕР Г. *Математические методы статистики*. М.: Мир, 1975. – 948 с.
4. AGASANDIAN G.A. *Optimal Behavior of an Investor in Option Market* / International Joint Conference on Neural Networks. The 2002 IEEE World Congress on Computational Intelligence (Honolulu, Hawaii, Mai 12–17, 2002). P. 1859–1864.

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ПРИНЦИПА МИНИМУМА ДОХОДНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ CC-VAR НА ПРИМЕРЕ БЕТА-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Агасандян Г.А.

(Вычислительный центр РАН, Москва)

agasand@ccas.ru

Принцип минимума доходности (или относительного дохода) вводится для инвестора с частичным прогнозом вероятностных свойств рынка. Поскольку не многие задачи допускают аналитическое исследование, естественным представляется применение в таких задачах вычислительных методов. В настоящей работе на примере бета-распределения демонстрируется эффективность применения численных расчетов при решении задач на минимум доходности, как и самого принципа.

Ключевые слова: континуальный критерий VaR, базовый актив, рынок опционов, функция рисковых предпочтений инвестора, принцип минимума доходности.

Введение

Континуальный критерий VaR (CC-VaR), введенный в работах автора [1,4], требует, чтобы строящийся из имеющихся на рынке инструментов портфель инвестора порождал случайный доход q , удовлетворяющий неравенствам $P\{q \geq \phi(\varepsilon)\} \geq 1-\varepsilon$ для всех $\varepsilon \in [0,1]$ ($P\{M\}$ – вероятность множества M с точки зрения инвестора). Неотрицательная, монотонно возрастающая и непрерывная функция $\phi(\varepsilon)$ задается инвестором и определяет его рисковые предпочтения. Типичным примером может служить функция $\phi(\varepsilon) = \varepsilon^\lambda$, $\varepsilon \in [0,1]$, $\lambda > 0$.

Исходной для применения CC-VaR является модель теоретического однопериодного δ -рынка, в основе которого лежит некоторый базовый актив (например, акция). Таковым является, в частности, теоретический однопериодный рынок опционов с континуальным множеством страйков.

Принцип минимума доходности (или относительного дохода) введен автором в [2], где были приведены примеры задач, допускающих аналитическое исследование. Теоретические результаты, связанные с этим принципом и полученные применением основанного на процедуре Неймана-Пирсона (см., например, [3]) алгоритмом, состоят в том, что средний доход для оптимального по СС-VaR портфеля, его стоимость и относительный средний доход соответственно равны

$$R = \int_0^1 \phi(\varepsilon) d\varepsilon, \quad A(\theta) = \int_0^1 \phi(\varepsilon) d\gamma(\varepsilon; \theta),$$

$$r(\theta) = R/A(\theta) = R / \int_0^1 \phi(\varepsilon) d\gamma(\varepsilon; \theta),$$

и потому свободный параметр инвестора θ должен определяться условием

$$\theta^\circ = \arg \min_{\theta} r(\theta) = \arg \max_{\theta} \int_0^1 \phi(\varepsilon) d\gamma(\varepsilon; \theta).$$

В настоящей работе с помощью вычислительных методов в едином ключе исследуются характерные для финансовых рынков задачи на примере бета-распределения.

1. Постановка задачи

Цены базового актива принимают значения из конечного полуинтервала $X = [0, 1)$, свой прогноз инвестор делает в форме плотности вероятности $p(x)$, а рынок формирует ценовую плотность $s(x)$ – цены δ -инструментов, $x \in X$. Обе эти плотности в работе мы задаем в форме известного из теории вероятности двухпараметрического бета-распределения $Be(\alpha, \mu)$. Его плотность

$$(1) \quad Be(\alpha, \mu): \quad x^{\alpha-1} (1-x)^{\mu-1} / B(\alpha, \mu), \quad \alpha, \mu > 0,$$

$$B(\alpha, \mu) = \int_0^1 x^{\alpha-1} (1-x)^{\mu-1} dx = \Gamma(\alpha)\Gamma(\mu) / \Gamma(\alpha + \mu) \quad - \text{ бета-функция,}$$

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} \exp(-x) dx \quad - \text{ гамма-функция.}$$

Для математического ожидания и дисперсии имеют место соответственно равенства

$$(2) \quad EX = \alpha / (\alpha + \mu), \quad DX = \alpha\mu / \left((\alpha + \mu)^2 (1 + \alpha + \mu) \right).$$

Далее принимаем $p(x) \sim \text{Be}(\alpha, \mu)$, $\alpha, \mu > 1$, $c(x) \sim \text{Be}(\beta, \nu)$, $\beta, \nu > 1$. Образует из этих плотностей функцию относительных доходов $\rho(x) = p(x)/c(x)$ и найдем ее производную:

$$\rho(x) = x^{\alpha-\beta} (1-x)^{\mu-\nu} B(\beta, \nu) / B(\alpha, \mu),$$

$$\rho'(x) = u(x) \left((1-x)(\alpha-\beta) - x(\mu-\nu) \right), \quad u(x) > 0, \quad x \in (0, 1).$$

Нетрудно видеть, что знак производной в точке $x^* \in (0, 1)$ подчинен условию

$$\text{sgn} \left[\rho'(x) \Big|_{x=x^*} \right] = \text{sgn} \left[(1-x)(\alpha-\beta) - x(\mu-\nu) \right] = \text{sgn} [\beta - \alpha], \quad x^* \in (0, 1).$$

Здесь возникают четыре случая: (i) $\alpha \geq \beta$, $\alpha + \mu < \beta + \nu$; (ii) $\alpha \leq \beta$, $\alpha + \mu > \beta + \nu$; (iii) $\alpha \leq \beta$, $\alpha + \mu < \beta + \nu$; (iv) $\alpha \geq \beta$, $\alpha + \mu > \beta + \nu$. В случае (i) функция $\rho(x)$ на интервале $(0, 1)$ монотонно возрастает, (ii) – монотонно убывает, (iii) и (iv) – унимодальна, при этом в случае (iii) она принимает в точке x^* минимальное значение, в случае (iv) – максимальное, а сама точка x^* определяется из условия $\rho'(x) = 0$ и потому $x^* = (\alpha - \beta) / (\alpha - \beta + \mu - \nu)$.

Параметры распределения (1) имеют очевидный смысл. Первый отвечает за поведение плотности в окрестности нуля, второй – в окрестности единицы. По логике применения принципа минимума доходности нам следовало бы при задании прогнозной плотности фиксировать один из параметров, а по другому строить семейство плотностей и находить для него минимум. Однако желательно выбирать в качестве параметров комбинации, имеющие более содержательный смысл. Обычно таковыми являются математическое ожидание и дисперсия. В соответствии с формулами (2) математическое ожидание однозначно определяется отношением $m = \alpha/\mu$, и чем оно больше, тем больше математическое ожидание. Свойства дисперсии приближенно неплохо отражает сумма $s = \alpha + \mu$, и чем она меньше, тем больше дисперсия. Поэтому параметрами задачи считаем m и s .

Далее в качестве иллюстрации приводятся три примера. Функция рискованных предпочтений инвестора $\phi(\varepsilon) = \varepsilon^2$. В каждом примере фиксируется своя плотность $c(x)$, $x \in X$, а плотность $p(x)$ варьируется в пределах некоторого дискретного однопараметрического семейства. В соответствии с постулируемым принципом

минимума доходности определяется такое значение параметра семейства, при котором доходность минимальна. Результаты для этого значения и являются решением задачи.

2. Пример игры на повышение

Определим допустимую плотность $c(x)$, положив $\beta = 1.5$; $\nu = 2.5$. При этом $m_c = 0.6$; $s_c = 4.0$. При игре инвестора на повышение курса прогнозная плотность $p(x)$ должна давать более высокое математическое ожидание, чем ценовая плотность $c(x)$, т.е. должно быть $m_p > m_c$. Примем $m_p = 0.8$.

В распоряжении инвестора остается параметр s_p , который ему надлежит выбирать по критерию минимума доходности. Варьируя этот параметр, получаем семейство плотностей $p(x)$ для тестирования на выполнение критерия. Нам удобнее задавать равномерную решетку для числителя параметра $m_p = \alpha/\mu$, т.е. для параметра α , что сути дела не меняет. В соответствии с принятыми ограничениями этот параметр может принимать, вообще говоря, любые значения, превышающие 1. Но будем выбирать его из достаточно большого интервала таким образом, чтобы минимум достигался в его пределах. Корректность выбора легко проверяется экспериментально. Обозначим границы интервала для α через a_1 и a_2 . Примем в качестве нижнего и верхнего ограничений соответственно $a_1 = 1.0$, $a_2 = 3.0$.

Для параметра α_j получаем дискретное множество значений $\alpha_j = a_1 + j \Delta$, $\Delta = (a_2 - a_1)/k = 0.08$, $j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$, $k = 50$, каждому из которых отвечает своя прогнозная плотность

$$p_j(x) \sim \text{Be}(\alpha_j, \alpha_j/m_p), \quad j \in J.$$

Для каждой такой плотности находится доходность инвестиции y_j . Решением задачи является значение j_{min} параметра j , доставляющее минимум доходности, и соответствующее ему значение параметра s_p , по которому можно оценить, насколько оно отличается от рыночного значения s_c .

В результате получаем k -мерный вектор доходностей

$y = \{0.522822, 0.489098, 0.459521, 0.433839, 0.411854, 0.393435, 0.378486, 0.36691, 0.358533, 0.352997, 0.349611, 0.347317, 0.345235, 0.343152, 0.341066, 0.33898, 0.336899,$

0.334823, 0.332756, 0.330699, 0.328655, 0.326624, 0.324607,
 0.322606, 0.320622, 0.318662, 0.316864, 0.315572, 0.315066,
 0.315462, 0.316755, 0.318875, 0.321732, 0.32523, 0.329283,
 0.333807, 0.338736, 0.344009, 0.349578, 0.355399, 0.361434,
 0.367652, 0.374029, 0.38054, 0.387164, 0.393887, 0.400692,
 0.407573, 0.414513, 0.421495}.

Наименьшую доходность доставляет 29-я компонента этого вектора, для нее $\alpha_{29} = 2.16$ и потому $s_p = 4.86$, что на наш взгляд не сильно отличается от $s_c = 4.0$. Графики плотности $c(x)$ и оптимальной плотности $p_{29}(x)$, $x \in (0, 1)$, представлены на рис. 7. На нем изображены дополнительно 20 из 50 тестируемых функций плотности $p(x)$, следующих друг за другом на одинаковых по параметру μ расстояниях.

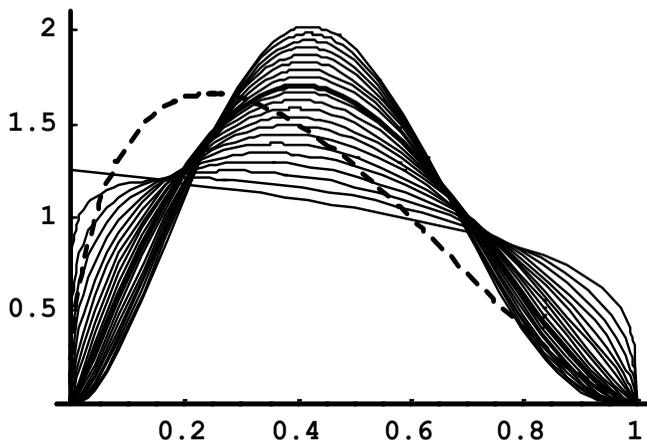


Рис. 1. Графики $c(x)$ (прерывистая линия) и $p_{29}(x)$ (сплошная толстая линия); сплошными тонкими линиями отображаются входящие в тестируемое семейство функции прогнозной плотности

На рис. 2. приводится график платежной функции оптимального по критерию CC-VaR портфеля, согласованного с принципом минимума доходности.

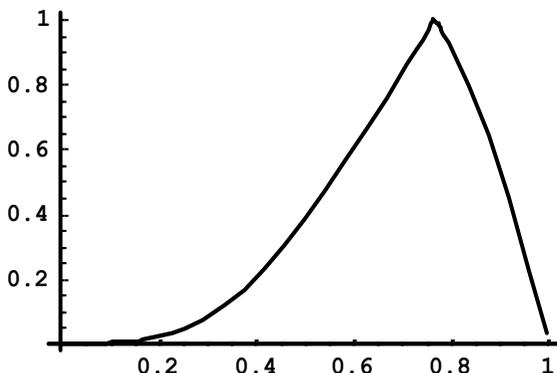


Рис. 2. График оптимальной сглаженной платежной функции $g_B(x)$

3. Пример продажи волатильности

Определим допустимую плотность $c(x)$, положив $\beta = 1.5$; $\nu = 2.0$. При этом $m_c = 0.75$; $s_c = 3.5$. Продажа волатильности предполагает игру инвестора на понижение волатильности, т.е. прогнозная плотность $p(x)$ должна давать более низкую дисперсию, чем ценовая плотность $c(x)$. Примем $s_p = 7.0$ ($> s_c = \beta + \nu = 3.5$).

В распоряжении инвестора остается параметр m_p , который ему надлежит выбирать по критерию минимума доходности. Варьируя этот параметр, получаем семейство плотностей $p(x)$ для тестирования на выполнение критерия. В соответствии с принятыми нами ограничениями этот параметр при $s_p = 7.0$ меняется в пределах от $1/6$ до 6 . В этом интервале следует задать $k + 1$ значение параметра m_p . Нам будет удобнее задавать равномерную решетку для числителя α этого параметра $m_p = \alpha/\mu$, что сути дела не меняет. Обозначим границы допустимого интервала для α через a_1 и a_2 . Имеем

$$a_1 = 1.0, a_2 = s_p - a_1 = 6.0, \Delta = (a_2 - a_1)/k = 0.1.$$

Для параметра α_j получаем дискретное множество значений $\alpha_j = a_1 + j \Delta$, $j \in J$, каждому из которых отвечает своя прогнозная плотность

$$p_j(x) \sim \text{Be}(\alpha_j, \nu_p - \alpha_j), \quad j \in J.$$

В результате получаем k -мерный вектор доходностей

$y = \{1.65389, 1.50717, 1.37632, 1.25968, 1.15589, 1.06374, 0.982065, 0.910224, 0.847173, 0.792472, 0.745507, 0.7058, 0.672976, 0.646734, 0.626796, 0.612973, 0.605128, 0.603161, 0.607035, 0.616757, 0.632363, 0.653956, 0.681687, 0.715717, 0.756293, 0.803671, 0.858221, 0.920266, 0.990293, 1.06879, 1.1563, 1.25346, 1.361, 1.47972, 1.61055, 1.7545, 1.91274, 2.08659, 2.27759, 2.4874, 2.71803, 2.97177, 3.25119, 3.55934, 3.89974, 4.27643, 4.69421, 5.15867, 5.67637, 6.25509\}$.

Наименьшую доходность доставляет 19-я компонента этого вектора из 50 тестируемых кривых плотности $p(x)$, следующих друг за другом на одинаковых по параметру α расстояниях, для нее $\alpha_{19} = 2.9$ и потому $m_p = 0.707317$. Как видим, это значение не сильно отличается от $m_c = 0.75$. Соответствующих графиков мы здесь не приводим.

4. Пример покупки волатильности

Определим допустимую плотность $c(x)$, положив $\beta = 3.0$; $v = 4.0$. При этом $m_c = 0.75$; $v_c = 7.0$.

Покупка волатильности предполагает игру инвестора на повышение волатильности, т.е. прогнозная плотность $p(x)$ должна давать более высокую дисперсию, чем ценовая плотность $c(x)$. Примем, например, что $v_p = 3.5$ ($< v_c = \beta + v = 7.0$).

В распоряжении инвестора остается параметр m_p , который ему надлежит выбирать по критерию минимума доходности. Варьируя этот параметр, получаем семейство плотностей $p(x)$ для тестирования на выполнение критерия. В соответствии с принятыми нами ограничениями этот параметр при $s_p = 3.5$ меняется в пределах от $1/2.5$ до 2.5 . В этом интервале следует задать $k + 1$ значение параметра m_p . Нам будет удобнее задавать равномерную решетку для числителя α этого параметра $m_p = \alpha/\mu$. Обозначим границы допустимого интервала для α через a_1 и a_2 . Имеем

$$a_1 = 1.0, a_2 = v_p - a_1 = 2.5, \Delta = (a_2 - a_1)/k = 0.03.$$

Для параметра α получаем дискретное множество значений $\alpha_j = a_1 + j \Delta$, $j \in J$, каждому из которых отвечает своя прогнозная плотность

$$p_j(x) \sim \text{Be}(\alpha_j, v_p - \alpha_j), \quad j \in J.$$

В результате получаем k -мерный вектор доходностей

$\mathbf{y} = \{1.65389, 1.50717, 1.37632, 1.25968, 1.15589, 1.06374, 0.982065, 0.910224, 0.847173, 0.792472, 0.745507, 0.7058, 0.672976, 0.646734, 0.626796, 0.612973, 0.605128, 0.603161, 0.607035, 0.616757, 0.632363, 0.653956, 0.681687, 0.715717, 0.756293, 0.803671, 0.858221, 0.920266, 0.990293, 1.06879, 1.1563, 1.25346, 1.361, 1.47972, 1.61055, 1.7545, 1.91274, 2.08659, 2.27759, 2.4874, 2.71803, 2.97177, 3.25119, 3.55934, 3.89974, 4.27643, 4.69421, 5.15867, 5.67637, 6.25509\}$.

Наименьшую доходность доставляет 18-я компонента этого вектора, для нее для нее $\alpha_{18} = 1.54$ и потому $m_p = 0.785714$. Это значение также не сильно отличается от $m_c = 0.75$. Соответствующих графиков мы здесь не приводим.

Литература

1. АГАСАНДЯН Г.А. *Финансовая инженерия и непрерывный критерий VaR на рынке опционов* // Экономика и математические методы, 2005, т. 41, №4. С. 88-98
2. АГАСАНДЯН Г.А. *Принцип минимума дохода для инвестора рынка опционов*. М.: ВЦ РАН, 2005. 33 с.
3. КРАМЕР Г. *Математические методы статистики*. М.: Мир, 1975. – 948 с.
4. AGASANDIAN G.A. *Optimal Behavior of an Investor in Option Market* / International Joint Conference on Neural Networks. The 2002 IEEE World Congress on Computational Intelligence (Honolulu, Hawaii, Mai 12-17, 2002). P. 1859-1864.

МЕТОДЫ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ВЫРАБОТКИ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ НА БАЗЕ ТЕОРИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

**Адилов Ж.М., Алшанов Р.А., Ашимов А.А., Ашимов
Ас.А, Боровский Ю.В., Султанов Б.Т.**
(*Казахский национальный технический
университет, Алматы*)
yuborovskiy@gmail.com

Рассмотрены новые методы анализа национальной экономики и выбора рекомендаций по ее регулированию на базе математических моделей.

Ключевые слова: структурная устойчивость, параметрическое регулирование национальной экономики, государственная экономическая политика.

В монографии [1], являющейся развитием [2], предложена оригинальная теория параметрического регулирования динамических систем, обладающих свойством структурной устойчивости. Применение предложенной теории к регулированию национальной экономики с учетом различных конъюнктурных ситуаций требует: формирования библиотеки математических моделей национальной экономики; снабжения этой библиотеки средствами оценки показателей устойчивости и слабой структурной устойчивости моделей; реализации средств параметрического регулирования соответствующих математических моделей; развития методов выработки рекомендаций по эффективной государственной экономической политике на основе анализа результатов параметрического регулирования на базе математических моделей.

Вопрос о параметрическом регулировании ставится как задача выбора оптимального закона регулирования, т. е. как специфическая задача вариационного исчисления. Эта задача отли-

чается от известных исследований параметрических возмущений задач вариационного исчисления, где параметрическое возмущение используется для получения достаточных условий экстремума путем построения соответствующих S -функций и использования принципа снятия ограничений [4]; или исследования проблемы об условиях устойчивости решений задач вариационного исчисления (проблема Улама) [6]. Исследование проблемы Улама сводится к нахождению условий регулярности, при которых у целевого функционала возмущенной задачи есть точка минимума близкая к точке минимума функционала невозмущенной задачи. Также рассматриваемая задача отличается от [3], где, в частности, доказана теорема об условиях существования точки бифуркации для задачи вариационного исчисления, функционал которой рассматривается на пространстве Соболева $W_m^p(\Omega)$ ($2 \leq p < \infty$) и зависит от скалярного параметра $\lambda \in [0, 1]$.

В монографии [1] получены следующие результаты по разработке теории параметрического регулирования непрерывных и дискретных динамических систем, в том числе при наличии аддитивного шума: численные методы оценки показателей устойчивости математических моделей; численные методы оценки слабой структурной устойчивости, основанный на теореме Робинсона о достаточных условиях слабой структурной устойчивости; теоремы существования решений задач вариационного исчисления по синтезу и выбору (в среде заданного конечного набора алгоритмов) оптимальных законов параметрического регулирования; теоремы о непрерывной зависимости оптимальных значений критериев задач вариационного исчисления по синтезу и выбору оптимальных законов параметрического регулирования от значений неуправляемых параметров; теорема о достаточных условиях существования соответственно определенной точки бифуркации экстремалей рассматриваемой задачи вариационного исчисления выбору оптимальных законов параметрического регулирования.

В главе 2 [1] построены традиционные статические эконометрические модели макроэкономических рынков: IS , LM , $IS-LM$ и модели Кейнса, а также описана статическая эконометрическая модель открытой экономики малой страны. Приведе-

ны результаты исследований влияния экономических инструментов на статические равновесные решения в рамках указанных моделей.

Параметрическое регулирование статического равновесия национальной экономики сводится к решению задачи математического программирования по оценке оптимальных значений параметров экономической политики. Такие задачи решены на базе модели Кейнса и модели открытой экономики малой страны. Описаны результаты исследования зависимостей оптимальных значений критериев от набора неуправляемых экономических параметров (факторов).

Приводятся результаты исследований структурной устойчивости математических моделей цикла Кондратьева и Гудвина и решений задач параметрического регулирования на базе указанных математических моделей.

Предлагается алгоритм параметрической идентификации модели, учитывающий большую размерность модели и позволяющий находить глобальный экстремум функции большого числа (более тысячи) переменных. В алгоритме используются две целевые функции (два критерия идентификации – основной и дополнительный), что позволяет добиваться вывода значений идентифицируемых параметров из окрестностей точек локальных (и неглобальных) экстремумов, сохраняя при этом условия согласованного движения к глобальному экстремуму.

Описываются результаты анализа в ретроспективе и на среднесрочную перспективу многоотраслевых вычислимых моделей общего равновесия, включающие сектор знаний и теневой сектор [5]. На основе этих моделей приведены результаты исследования эластичности эндогенных переменных, источников экономического роста и положений теории конъюнктурных циклов. Приведены также результаты решений задач параметрического регулирования экономического роста.

Важным прикладным моментом является иллюстрация возможностей выработки рекомендаций по экономической политике. Так, выявленные зависимости оптимальных значений критериев оптимизационных задач для моделей Кейнса и малой открытой экономики страны, коэффициенты которых оценены по статистическим данным экономики Республики Казахстан, позволяют обоснованно предлагать в качестве рекомендаций по экономической политике, найденные оптимальные значения

экономических параметров для соответствующих фактических значений неуправляемых факторов (параметров). В качестве рекомендаций по экономической политике для регулирования бизнес-цикла в рамках сформулированных целей можно рассматривать соответствующие оптимальные законы параметрического регулирования в рамках моделей эволюции конъюнктурных циклов. Еще более детальные рекомендации получаются при использовании вычислимых моделей общего равновесия.

Авторы признательны Д.А. Новикову за плодотворные обсуждения.

Литература

- 1 АШИМОВ А.А., БОРОВСКИЙ Ю.В., СУЛТАНОВ Б.Т., АДИЛОВ Ж.М., НОВИКОВ Д.А., АЛШАНОВ Р.А., АШИМОВ Ас.А. *Макроэкономический анализ и параметрическое регулирование национальной экономики*. – М.: Физматлит, 2011.
- 2 АШИМОВ А.А., СУЛТАНОВ Б.Т., АДИЛОВ Ж.М., БОРОВСКИЙ Ю.В., НОВИКОВ Д.А., НИЖЕГОРОДЦЕВ Р.М., АШИМОВ Ас.А. *Макроэкономический анализ и экономическая политика на базе параметрического регулирования*. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2010.
- 3 БОБЫЛЕВ Н.А., ЕМЕЛЬЯНОВ С.В., КОРОВИН С.К. *Геометрические методы в вариационных задачах*. – М.: Магистр, 1998,
- 4 ИОФФЕ А.Д., ТИХОМИРОВ В.М. *Теория экстремальных задач*. М.: Наука, 1974.
- 5 МАКАРОВ В.Л., БАХТИЗИН А.Р., СУЛАКШИН С.С. *Применение вычислимых моделей в государственном управлении*. – М.: Научный эксперт, 2007.
- 6 УЛАМ С. *Нерешенные математические задачи*. – М.: Наука, 1964.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В БОЛЬШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Алфимов Р.В., Попович И.В.

*(Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ», Москва)*

roman-alfimov@yandex.ru, vndzzz@gmail.com

Рассмотрены существующие технологии виртуализации: виртуализация систем хранения данных, виртуализация сети, виртуализация представлений, виртуализация приложений, полная виртуализация, полная эмуляция, паравиртуализация, виртуализация уровня операционной системы. Определена классификация технологий виртуализации.

Ключевые слова: вычислительная инфраструктура, виртуализация, технологии виртуализации

Введение

Впервые виртуализация была применена компанией IBM более 30 лет назад в качестве методики логического разделения ресурсов ЭВМ на отдельные виртуальные машины. Наиболее раннее использование виртуализации включали IBM 7044, Compatible Time Sharing System (CTSS), разработанная Массачусетским Технологическим Институтом (Massachusetts Institute of Technology - MIT) на IBM 704 и проект Atlas Университета Манчестера (один из первых суперкомпьютеров в мире) [1].

Несмотря на широкую распространенность понятия "виртуализация", устоявшегося определения этого понятия нет. Как правило, термину "виртуализация" дается определение понятия "виртуализация в вычислениях" или "виртуализация ИТ-инфраструктуры", то есть используется следующее определение:

"Виртуализация" - процесс представления набора вычислительных ресурсов, или их логического объединения, который

даёт какие-либо преимущества перед оригинальной конфигурацией. Это новый виртуальный взгляд на ресурсы, не ограниченных реализацией, географическим положением или физической конфигурацией составных частей. Обычно виртуализированные ресурсы включают в себя вычислительные мощности и хранилище данных. [2]

Перспективы использования технологий виртуализации:

- Поддержка ИТ инфраструктурой новых задач бизнеса с сохранением уровня инвестиций

- Снижение затрат на аппаратуру и её эксплуатацию

- Уменьшение времени администрирования ресурсов

- Повышение надежности в предоставлении ИТ-услуг

Однако, существует и ряд проблем, которые могут возникнуть в результате их использования:

- Многообразие технологий виртуализации

- Отсутствие четкого понятия и классификации этих технологий

- Общепринятое мнение об их «обязательной» эффективности

- Многообразие продуктов.

1. Классификация технологий виртуализации

Проведя анализ существующих описаний технологий виртуализации, их основные типы можно отобразить с использованием иерархии представленной на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1 основные типы технологий виртуализации включают:

1. Виртуализацию систем хранения данных;

2. Виртуализацию сети;

3. Виртуализацию представления;

4. Виртуальные машины, которые в свою очередь подразделяются на технологии виртуализации аппаратной платформы и виртуализацию приложений;

5. Виртуализацию памяти.



Рис. 1. Основные технологии виртуализации

Полная эмуляция аппаратных средств представляет собой модель виртуализации, в которой аппаратные средства полностью эмулируются с помощью программных средств. Полная эмуляция аппаратных средств обладает существенным недостатком: очень низкой скоростью работы. Полную эмуляцию целесообразно использовать, когда требуется выполнять программный код, предназначенный для другой архитектуры.

Технология полной виртуализации использует виртуальную машину, которая осуществляет связь между гостевой операционной системой и родными аппаратными средствами. Посредником между гостевой ОС и фактическим оборудованием является гипервизор. Технология полной виртуализации является наиболее распространенной, поэтому она применяется во многих программных продуктах: VMWare vSphere, VMWare Workstation, Xen, z/VM, Sun VirtualBox, Oracle VM, Microsoft Hyper-V.

Технология паравиртуализации была разработана как альтернатива полной виртуализации, для того чтобы избежать проблем со старой архитектурой x86. При использовании данной технологии модифицируется только ядро ОС, а не библиотеки и приложения уровня пользователя.

Виртуализация уровня ОС, также имеющая название виртуализации с использованием виртуальных контейнеров, вир-

туализирует сервера на уровне операционной системы (ядра). При этом создаются изолированные контейнеры на одном физическом сервере и экземпляре ОС[3].

Виртуализация приложений позволяет убрать связь между установкой приложения и конкретной рабочей станцией. Приложение упаковывается в специальный контейнер, внутри которого создается виртуальное представление необходимых системных файлов и настроек.

Виртуализация представлений, представляет собой технологию, которая обеспечивает изоляцию процессорной обработки от графической подсистемы и средств ввода-вывода, что позволяет запускать приложение в одном месте, а работать с ним из другого места. При этом создаются виртуальные сеансы, удаленно предоставляющие пользовательский интерфейс приложений.

Технологии виртуализации сети позволяет развивать взаимодействие конечных устройств (не обязательно физических, они могут быть и виртуальными), разбивая их на логические сегменты, которые физически принадлежат одной сетевой среде. Наиболее распространенной технологией является VLAN.

Виртуализация систем хранения данных может быть рассмотрена как подтип технологии виртуализации аппаратных средств. Однако в случае виртуализации систем хранения данных подразумевается технология, которая позволяет виртуализировать и изолировать хранилища данных, предоставляя единый интерфейс для потребителей систем хранения данных, позволяя получать необходимую информацию по сети. Сеть, предоставляющую услуги виртуализации систем хранения называют SAN (Storage Area Network)..

Заключение

Как и любое системное изменение в организациях, внедрение технологий виртуализации должно быть обдуманно и рационально оправданным. При этом нужно учесть, что процесс изменений в инфраструктуре не должен отрицательно влиять на деятельность сотрудников. Иначе потери от предоставления услуг могут затмить выгоду от результатов внедрения.

Внедрение технологий виртуализации подразумевает полный пересмотр существующей инфраструктуры, используемого

оборудования, что может затронуть всю деятельность организации. Поэтому перед выполнением внедрения необходимо провести тщательный анализ, как всего процесса внедрения, так и его целесообразности, учитывая все возможные затраты.

Литература

1. *Виртуальный Linux. Обзор методов виртуализации, архитектур и реализаций.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-linuxvirt/index.html>
2. Chris Wolf, Erick M. Halter . *Virtualization: From the Desktop to the Enterprise.* Apress, 2005.
3. *Виртуализация ОС* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.parallels.com/ru/products/virtuozzo/os/>

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДНК-БЕЛКОВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ*

Анашкина А.А.¹, Кузнецов Е.Н.², Туманян В.Г.¹
(1 – *Институт молекулярной биологии РАН, Москва;*
2 – *ИПУ РАН, Москва*)
ken@ipu.ru

Поставлена задача компьютерного моделирования статистических закономерностей взаимного расположения аминокислотных остатков и оснований ДНК на границе между белками и ДНК, составляющими комплекс.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, ДНК-белковый комплекс, модели взаимодействия

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект 09-07-00503.

Введение

Распознавание специфической нуклеотидной последовательности ДНК связывающим белком определяется «прямыми контактами» между атомами аминокислот белка и атомами нуклеотидов ДНК [4]. Многочисленные исследователи, изучая группу гомологичных белков, определяют важные для распознавания и связывания аминокислоты в рамках данной группы, однако общих, универсальных правил или «кода» распознавания для всех белков по-прежнему не найдено [2]. Поставлена задача компьютерного моделирования статистических закономерностей взаимного расположения аминокислотных остатков и оснований ДНК на границе между белками и ДНК, составляющими комплекс. Для анализа были отобраны все доступные данные о структурах комплексов белок-ДНК в PDB [3]. Таких комплексов оказалось 1290.

1. Метод пространственного разбиения молекулярной структуры

В качестве геометрической основы исследования белок-ДНК контактов был выбран метод Вороного-Делоне [1]. Плоскости образуют вокруг каждого атома выпуклый многогранник, называемый полиэдром Вороного [1]. Имея данные о пространственных координатах всех атомов, можно, используя эти полиэдры, рассчитать площади контактов между элементами белка и ДНК. Для анализа случайного и специфического взаимодействия аминокислот и нуклеотидов на границе комплекса используется статистическая модель, в которой строится простая геометрическая модель перекрывающихся кругов. Предполагается, что распределение специфических контактов подчиняется нормальному закону с отличным от нуля средним. Модель перекрывающихся кругов. Предположим, что два круга одинакового радиуса r бросают случайным образом на квадратную область с длиной стороны R , и каждый раз фиксируют площадь перекрывания. Площадь каждого круга πr^2 , а площадь их перекрывания $S(l)$ лежит в диапазоне $[0, \pi r^2]$. Определим зависимость $S(l)$ от расстояния между центрами кругов l . Если $l \geq 2r$, то $S(l)=0$. А если $l \leq 2r$, то $S(l)$ будет равна

$$S(L) = 2[r^2 \arcsin(\sqrt{1 - L^2/4r^2}) - 0,5L\sqrt{r^2 - L^2/4}].$$

Модель контактов в ДНК-белковых комплексах. Вначале рассмотрим *случайные контакты*. Вероятность $P(0)$ того, что $S=0$, равно $P(0) = 1 - 2\pi r^2 / (R - 2r)^2$, а вероятность $P(L)$ того, что расстояние между центрами кругов больше L , выражается формулой $P(L) = (1 - \pi L^2) / 2(R - 2r)^2$. Плотности распределения вероятности $dP(L)/dS(L)$ запишем в параметрическом виде:

$$dP(L)/dS(L) = \pi L / r(R - 2r)^2 \sqrt{1 - L^2/4r^2},$$

$$S(L) = 2[r^2 \arcsin(\sqrt{1 - L^2/4r^2}) - 0,5L\sqrt{r^2 - L^2/4}].$$

По мере увеличения площади контакта число контактов резко уменьшается. Следовательно, среднее распределения близко к нулю. Другими словами, распределение для случайных контактов показывает наличие большого числа малых по площади контактов. **Специфические контакты.** Логично предположить, что специфические взаимодействия остатков и нуклеотидов стремятся образовать максимально большой контакт. В этом случае распределение расстояний между центрами кругов подчиняется нормальному закону, напоминая задачу о стрельбе по мишени. Распределение площадей таких контактов запишем тоже в параметрическом виде:

$$f(L) = (\sigma\sqrt{2\pi})^{-1} \exp[-(L - a)^2 / 2\sigma^2],$$

$$S(L) = 2[r^2 \arcsin(\sqrt{1 - L^2/4r^2}) - Lr/2\sqrt{1 - L^2/4r^2}].$$

Было проведено компьютерное моделирование обеих моделей контактов. Отметим, что площади специфических контактов имеет куполообразную форму, с существенно отличным от нуля средним значением (около 11 Å). В общем случае обе системы параметрических уравнений должны входить в суммарное уравнение, отражающее общее распределение (с весами, соответствующими «реальным» пропорциям между специфическими и случайными контактами).

Если предположить, что контакты между аминокислотами белка и нуклеотидами ДНК образуются случайным образом, то

ожидаемое число контактов в модели выборки с возвращением $C_{ij}^{ож}$ можно оценить по формуле: $C_{ij}^{ож} = n_i n_j / N$, где n_i - число контактов с i -ой аминокислотой, n_j - число контактов с j -ым нуклеотидом, N - сумма всех контактов между аминокислотами и нуклеотидами. Параметр $R_{ij} = C_{ij}^{наб} / C_{ij}^{ож}$ отражает соотношение наблюдаемого числа контактов и ожидаемого.

Практические результаты. По выборке ДНК-белковых комплексов описанным методом определены количества контактов $C_{ij}^{наб}$ между каждой парой «аминокислотный остаток - нуклеотид». Оказалось, что 32,3% всех контактов составляют контакты с положительно заряженными аминокислотами: *ARG* и *LYS*, *SER* и *THR* в сумме дают следующий по величине вклад – 15%. Аспарагин образует 6 % контактов, также как и глицин, а глутамин – 4,7%.

Если же рассматривать представленность контакта R_{ij} , отражающую отношение числа наблюдаемых контактов к числу ожидаемых, то можно выделить следующие предпочтения: для аденина – пролин; для тимина – гистидин, а также метионин, фенилаланин, валин; для гуанина – аспарагиновая кислота и с чуть меньшим предпочтением – метионин; для цитозина – триптофан, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, а также глутамин, цистеин, аланин. Отметим низкие значения представленности для взаимодействий аспарагиновой кислоты с тимином и очень высокие для взаимодействий с гуанином.

Итак, в работе удалось количественно оценить контакты аминокислота-нуклеотид в ДНК-белковых комплексах, что представляет интересный для молекулярной биологии результат – наибольший индекс предпочтительности дают аспарагиновые и глутаминовые кислоты.

Литература

1. МЕДВЕДЕВ Н. *Метод Вороного-Делоне в исследовании некристаллических структур*. Новосибирск: СО РАН, 2000.
2. BENOS P.V., LAPEDES A.S., STORMO G.D. *Is there a code for protein-DNA recognition?* / *Probab(ilstical)ly Bioessays*, N 24(5), 2002. P. 466–475.

3. BERMAN H.M., et al. *The Protein Data Bank* / *Nucleic Acids Res*, N 28(1), 2000. P. 235–242.
4. LUSCOMBE N.M., LASKOWSKI R.A., THORNTON J.M. *Amino acid-base interactions: a three-dimensional analysis of protein-DNA interactions at an atomic level* / *Nucleic Acids Res*, N 29(13), 2001. P. 2860–2874.

МОДЕЛИ КОРРУПЦИИ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Антоненко А.В., Угольницкий Г.А., Чернушкин А.А.
(*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*)
ougoln@mail.ru

Рассматриваются оптимизационные и теоретико-игровые модели коррупции в иерархических системах управления и их приложения к управлению устойчивым развитием эколого-экономических систем и инвестиционно-строительных проектов.

Ключевые слова: иерархическое управление, оптимизация, теоретико-игровые модели, коррупция, устойчивое развитие

Моделирование коррупции осуществляется на основе концепции иерархического управления устойчивым развитием [2–4]. В рамках предлагаемой концепции описание коррупции и методов борьбы с ней базируется на следующих положениях:

- как ведущий игрок (принципал), так и ведомый игрок (агент) для достижения своих целей используют методы принуждения (преимущественно административно-законодательные воздействия) и побуждения (преимущественно экономические воздействия); при математической формализации принуждение означает воздействие ведущего на множество допустимых стратегий ведомого, а побуждение – на функцию выигрыша ведомого;

- существуют значения административных и экономических воздействий, обеспечивающие выполнение условий гомеостаза для управляемой системы; достижение этих целевых значений представляет собой основную задачу ведущего игрока (принципала) в борьбе с коррупцией;
- коррупция представляет собой угрозу гомеостазу, поскольку взяточнику выгодно в обмен на взятку ослаблять требования гомеостаза;
- с другой стороны, коррупция есть специфическая форма обратной связи в иерархических системах управления, в силу которой управляющие воздействия становятся функциями величины взятки.

Статическую теоретико-игровую модель управления в трехуровневой иерархической системе можно записать в виде:

$$G(p, q_r, q_s, r, s, u, b_r, b_s) \rightarrow \max;$$

$$0 \leq p \leq 1; 0 \leq q_r \leq 1; 0 \leq q_s \leq 1;$$

$$G_0(p, q_r, q_s, r, s, u, b_r, b_s) \rightarrow \max;$$

$$0 \leq q_r \leq r \leq \bar{r} \leq 1; 0 \leq q_s \leq s \leq \bar{s} \leq 1;$$

$$g(p, q_r, q_s, r, s, u, b_r, b_s) \rightarrow \max;$$

$$0 \leq u \leq 1 - s; b_r \geq 0, b_s \geq 0, b_r + b_s \leq 1.$$

Здесь p – экономическое управление принципала; q_r, q_s – его административные управления, направленные на регулирование экономической и административной деятельности агента соответственно; r – экономическое управление агента (налог); s – административное управление агента (квота); u – действие клиента; b_r, b_s – налоговая и квотная взятки соответственно. Предполагается, что существуют значения налога r_0 и квоты s_0 , обеспечивающие выполнение требований гомеостаза для управляемой системы (не описываемой явно в статической модели). Функции $r = r(b_r), s = s(b_s)$ описывают экономическую и административную коррупцию соответственно.

Задача борьбы принципала с коррупцией в этой модели решается с помощью следующего алгоритма двухэтапной оптимизации:

- 1) зафиксировать значения управляющих переменных принципала и найти решение параметрической игры Γ_2 «агент-клиент» [1];
- 2) выбрать значения управляющих переменных принципала, обеспечивающие в найденном решении параметрической игры выбор агентом гомеостатических управлений r_0, s_0 .

Если функция взяточничества известна, то коррупция может быть описана оптимизационной моделью.

Рассматривается также теоретико-игровая динамическая модель коррупции в трехуровневой системе управления:

$$G = \int_0^T e^{-\alpha t} [c(1-p(t))x(t) \sum_{i=1}^n (r_0 - r_i(t))u_i(t) - \frac{q_r(t)}{r_0 - q_r(t)} - \frac{q_s(t)}{1 - s_0 - q_s(t)} - M\rho(\Delta x(t))] dt \rightarrow \max;$$

$$0 \leq p(t) \leq 1; 0 \leq q_r(t) \leq r_0; 0 \leq q_s(t) \leq 1 - s_0;$$

$$G_0 = c \int_0^T e^{-\alpha t} x(t) \sum_{i=1}^n [p(t)(r_0 - r_i(t)) + (b_{ri}(t) + b_{si}(t))] u_i(t) dt \rightarrow \max;$$

$$0 \leq r_i(t) \leq r_0 - q_r(t); 0 \leq s_i(t) \leq 1 - s_0 - q_s(t);$$

$$G_i = c \int_0^T e^{-\alpha t} [1 - (r_0 - r_i(t)) - (b_{ri}(t) + b_{si}(t))] u_i(t) x(t) dt \rightarrow \max;$$

$$0 \leq u_i(t) \leq s_0 + s_i(t); \sum_{i=1}^n u_i(t) \leq 1; b_{ri}(t) \geq 0; b_{si}(t) \geq 0; b_{ri}(t) + b_{si}(t) \leq 1;$$

$$\dot{x} = f(x(t), u_1(t), \dots, u_n(t)); x(0) = x_0; t \in [0, T]; i = 1, \dots, n;$$

$$\Delta x(t) = |x(t) - x^*|; M \gg 1; \rho(\Delta x(t)) = \begin{cases} 0, & \Delta x(t) \leq a; \\ 1, & \Delta x(t) > a; \end{cases}$$

$$a \geq 0; x_0 \geq 0; x^* > 0; c > 0; 0 \leq \alpha \leq 1; 0 \leq r_0 \leq 1; 0 \leq s_0 \leq 1.$$

Для исследования модели предлагается следующая четырехэтапная процедура (модифицированный метод обратной индукции).

1 этап. Решить обратную задачу управления, найдя множество $U^* = \{u^*(t) = (u_1^*(t), \dots, u_n^*(t))\}$ таких, что выполняется условие гомеостаза.

2 этап. Определить значения r_0, s_0 такие, что в игре агент-клиент $R^{opt}(r_0) \subseteq U^*, U(s_0) \subseteq U^*$ соответственно, где

$R^{opt}(r_0)$ – множество оптимальных реакций клиента на управление побуждения агента r_0 .

3 этап. Зафиксировать управляющие переменные принципала и найти решение параметрической динамической игры агент-клиент вида Γ_2 [1]. При принуждении управляющая переменная агента s рассматривается как функция квотной взятки клиента b_s , при побуждении соответственно управляющая переменная агента r рассматривается как функция налоговой взятки b_r , остальные переменные фиксируются. Можно рассматривать и более сложные комбинированные случаи.

4 этап. Найти равновесия в динамической игре принципал-агент, используя найденные на предыдущем этапе оптимальные значения управляющих переменных агента.

Рассматриваются приложения к задачам управления инвестиционно-строительными проектами и оптимальной эксплуатации биологических ресурсов.

Литература

1. ГОРЕЛИК В.А. КОНОНЕНКО А.Ф. *Теоретико-игровые модели принятия решений в эколого-экономических системах*. М.: Радио и связь, 1982. 144 с.
2. УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Иерархическое управление устойчивым развитием*. М.: Физматлит, 2010. 336 с.
3. УГОЛЬНИЦКИЙ Г., ДЕНИН К. *Математические модели коррупции. Теория и приложения*. – LAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 152 с.
4. УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А., УСОВ А.Б. *Управление устойчивым развитием иерархических систем в условиях коррупции // Проблемы управления*. 2010. №6. С.19–26.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА, ДАЮЩЕЙ МАКСИМАЛЬНЫЙ ДОХОД

Аснина А.Я., Баркалов С.А., Нильга О.С.
(Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет)
Nilga.OS_vrn@mail.ru

Формулируется условие, позволяющее определить последовательность реализации независимых мероприятий инвестиционного проекта, дающую максимальный доход.

Ключевые слова: последовательность мероприятий, максимальный доход, рента.

Рассмотрим проект, состоящий из n независимых мероприятий.

Под мероприятием будем понимать совокупность действий, нацеленных на выполнение единой задачи, по достижению которой можно получить определенный эффект (здесь финансовый).

Время выполнения каждого мероприятия t_i выражено в месяцах. Будем считать, что каждое следующее мероприятие начинается в момент завершения предыдущего. $T = \sum_{i=1}^n t_i$ – время

выполнения всех мероприятий проекта.

Для осуществления i -го мероприятия необходимы инвестиции в размере C_i , таким образом, суммарные инвестиции для осуществления проекта составят $C = \sum_{i=1}^n C_i$. Предполагается, что все они осуществляются в момент запуска проекта, т.е. в момент 0.

После выполнения каждого i -ого мероприятия прогнозируется ежемесячный доход в размере R_i в течение времени, оставшегося до окончания проекта.

При вычислении суммарного чистого дохода необходимо из суммарного дохода, полученного от реализации мероприятий проекта вычесть объем инвестиций. Однако так как объем инвестиций есть фиксированная величина C , то при анализе проекта ее можно не учитывать.

Правомерной является задача определения последовательности выполнения мероприятий проекта, такой, чтобы к моменту его завершения сумма всех полученных доходов была максимальной, т.е. определить такую перестановку $\sigma = (i_1, i_2, \dots, i_n)$, для которой суммарный доход $S(\sigma)$ был бы максимальным.

Таким образом, необходимо найти σ^* для независимых мероприятий проекта, такую чтобы $S(\sigma^*) \geq S(\sigma)$ для $\forall \sigma$.

При определении суммарного дохода следует учесть временную неравнозначность стоимости денег, т.е. вместо абсолютного суммарного дохода будем вычислять наращенный суммарный доход, учитывая процентную ставку α , которая отражает неравнозначность одного и того же дохода, полученного в разные периоды. Для вычисления суммарного дохода будем использовать понятие ренты постнумерандо. [1]

Если R – величина элемента ренты в i -м периоде, α – используемая в расчетах месячная ставка сложного процента, n – количество членов ренты (период в течение которого начисляются на величину R проценты по ставке α), то наращенная сумма определяется как

$$(1) \quad S = R \frac{(1 + \alpha)^n - 1}{\alpha}.$$

Найдем оптимальный порядок мероприятий проекта, т.е. σ^* . Пусть имеем две перестановки: $\sigma_1 = (1, 2, \dots, k, l, m, k+3, \dots, n)$, $\sigma_2 = (1, 2, \dots, k, m, l, k+3, \dots, n)$. Тогда наращенная сумма для σ_1 – $S(\sigma_1)$, а для σ_2 – $S(\sigma_2)$.

Найдем достаточное условие выполнения неравенства

$$(2) \quad S(\sigma_1) \geq S(\sigma_2).$$

Раскроем (2).

Так как

$$S(\sigma_1) = \sum_{r=1}^k S_r(\sigma_1) + S_l(\sigma_1) + S_m(\sigma_1) + \sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_1),$$

а

$$S(\sigma_2) = \sum_{r=1}^k S_r(\sigma_2) + S_m(\sigma_2) + S_l(\sigma_2) + \sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_2),$$

то (2) примет вид

$$(3) \quad \begin{aligned} & \sum_{r=1}^k S_r(\sigma_1) + S_l(\sigma_1) + S_m(\sigma_1) + \sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_1) \geq \\ & \geq \sum_{r=1}^k S_r(\sigma_2) + S_m(\sigma_2) + S_l(\sigma_2) + \sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_2). \end{aligned}$$

Первые k мероприятий обеих последовательностей проекта запущены в одинаковом порядке, из этого следует, что суммарный наращенный доход от k первых мероприятий для последовательностей σ_1 и σ_2 одинаковы и равны $\sum_{r=1}^k S_r(\sigma_1) = \sum_{r=1}^k S_r(\sigma_2)$,

а время выполнения τ этих мероприятий для обеих последовательностей $\tau = \sum_{r=1}^k t_r$.

Рассмотрим суммы $\sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_1)$ и $\sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_2)$. Запуск мероприятий с $k+3$ по n в обеих последовательностях происходит в одинаковом порядке, но необходимо доказать, что моменты запуска $(k+3)$ -го мероприятия в каждой последовательности совпадают.

Пусть T общее время выполнения проекта, τ момент окончания k первых мероприятий для обеих последовательностей проекта (т.е. момент их выполнения). Так как момент завершения любого мероприятия является моментом начала последующего, то, следовательно, что τ является моментом начала l -го и m -го мероприятий для последовательностей σ_1 и σ_2 соответ-

ственно. Тогда для последовательности σ_1 общее время выполнения k первых и l -го и m -го мероприятий составит $\tau + t_l + t_m$, для последовательности σ_2 соответственно $\tau + t_m + t_l$. Отсюда можно сделать вывод о том, что моменты запуска $(k+3)$ -го мероприятия в каждой последовательности совпадают.

Следовательно, $\sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_1) = \sum_{r=k+3}^n S_r(\sigma_2)$. Таким образом,

первое и четвертое слагаемые в обеих частях неравенства (3) совпадают и, исключив их, получим, что для выполнения (3) достаточно выполнение неравенства $S_l(\sigma_1) + S_m(\sigma_1) \geq S_m(\sigma_2) + S_l(\sigma_2)$, что соответствует

$$R_l \left(\frac{(1 + \alpha)^{T - \tau - t_l} - 1}{\alpha} \right) + R_m \left(\frac{(1 + \alpha)^{T - \tau - t_l - t_m} - 1}{\alpha} \right) \geq R_m \left(\frac{(1 + \alpha)^{T - \tau - t_m} - 1}{\alpha} \right) + R_l \left(\frac{(1 + \alpha)^{T - \tau - t_m - t_l} - 1}{\alpha} \right).$$

После некоторых преобразований получим следующее неравенство

$$(4) \quad R_l / (1 + \alpha)^{t_l} - 1 \geq R_m / (1 + \alpha)^{t_m} - 1.$$

Таким образом, (4) – достаточное условие выполнения неравенства (2).

Отсюда следует, что для того чтобы получить оптимальный порядок запуска мероприятий, необходимо для каждого мероприятия вычислить величину

$$(5) \quad R_i / (1 + \alpha)^{t_i} - 1$$

и упорядочить все мероприятия по невозрастанию (5).

Литература

1. АНЬШИН В.М. *Инвестиционный анализ* : Учеб.-практ. пособие. М.: Дело, 2000. – 208 с. – (Сер. “Библиотека современного менеджера”). ISBN 5-7749-0200-5.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ СОГЛАСОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Баева Н.Б., Бондаренко Ю.В.

(Воронежский государственный университет)

bond.juliav@mail.ru

Горошко И.В.

(Академия Управления МВД России, Москва)

В докладе предлагаются принципы согласованного управления региональной экономической системой, основанные на введении и исследовании многоуровневых мультидинамических моделей.

Ключевые слова: устойчивое развитие, региональная система, согласованное управление, элементарный преобразователь, мультидинамические модели

Приоритетным направлением экономической политики на современном этапе является устойчивая ориентация на достижение существенного роста конкурентоспособности, базовую основу которого составляет реализация инвестиционных программ модернизации и диверсификации экономики регионов. Эффективность выбранной стратегии развития всецело определяется способностью к разработке принципов и механизмов управления, направленных на раскрытие потенциала региональной системы (РЭС), определение оптимальной траектории ее сбалансированного движения и активации внутренних и внешних процессов, способствующих скорейшему достижению целей. Катализатором положительной динамики развития системы должны стать реализуемые принципы *согласованного управления* РЭС, основанные не только на тщательном сопряжении интересов системы и ее активных элементов, но и на механизмах согласования самих процессов развития экономической системы с эволюцией внешней среды.

Для интерпретации взаимного влияния системы и ее внешней среды необходимо выявить устойчивые состояния, которые проходит система в процессе эволюции, и моменты времени, когда зарождается очередное состояние равновесия. По мере усиления влияния внешней среды, осуществляемого путем установления многовариантных социально-экономических отношений, система выходит на новый виток развития.

Развитие, как известно, проявляется либо как экономический рост, либо как реструктуризация. Оба процесса протекают, естественно, во времени. Более того, по отношению к системе логично ввести собственное системное время – $t_{сис} \in [t_0, T]$ – время, выступающее как средство описания ее жизненного цикла, который содержит этапы – рождения, эволюции, умирания и гибели системы. При этом имеется и внешнее по отношению к системе время – время эволюции ее внешней среды, $\bar{t}_{внеш} \in [\bar{t}_0, \bar{T}]$, а также внутреннее время – время жизненного цикла подсистем, выделенных в процессе исследования в качестве ее основополагающих взаимосвязанных элементов – $\tau_i \in [\tau_i^0, \Pi_i]$, $i = \overline{1, n}$, где n – число элементов в структуре системы.

Таким образом, согласованное управление экономикой региона целесообразно строить на основе комплекса математического и программного инструментария, ядром которого предлагается выбрать мультидинамическую модель управления РЭС. При этом согласование интересов системы и ее активных элементов обеспечивается многоуровневой структурой модели, а необходимое согласование временных аспектов системы происходит на основе учета временных промежутков разного типа.

Базовой платформой предлагаемого инструментария является описание внешней среды, самой РЭС и ее подсистем, позволяющее учесть трехпараметрический временной режим.

1. Для формализации внешней среды рассмотрим следующую структуру: $A_{внеш}^i = \langle \Delta T_{внеш}, S_{внеш}^i \rangle$, где $\Delta T_{внеш} = (\bar{t}_0, \bar{t}, \bar{T})$ – время эволюции внешней среды; $S_{внеш}^i$ – множество факторов

внешней среды, оказывающих влияние на развитие и функционирование системы.

2. Региональную экономику предлагается описывать как динамическую активную целевую систему:

$$S_{cucm}^{t,t} = \langle \Delta T_{cucm}, S_{ucx}, U_{cucm}, W, C_t, Tech_{i,t}, \{X_{i,t}, Y_{i,t}\} \rangle,$$

где $\Delta T_{cucm} = (t_0, t, T)$ – системное время; $S_{ucx} = \langle \{S_i^{\bar{t}, t, \tau_i}\}_{i=1, \dots, n}, R_{i,t}^- \rangle$ – простейший описатель, содержащий элементы системы и связи между ними в момент времени t ; $U_{cucm} = \langle S_{ynp}, \bar{R}_{i,t}^- \rangle$ – управляющий блок, состоящий из управляющего Центра S_{ynp} и множества связей с элементами системы $\bar{R}_{i,t}^-$, определяющий $W = \{W_l(t)\}_{l \in L}$ – совокупность или структуру целей системы; $C_{i,t} = \langle C_i^{внеш}, C_{i,t}^{внутр} \rangle$ – совокупность внешних и внутренних факторов, влияющих на функционирование системы; $Tech_{i,t}$ – совокупность технологий, реализующих систему; $X_{i,t} \in \Theta^{ex}$, $Y_{i,t} \in \Theta^{bix}$ – входной и выходной потоки.

3. В качестве элементов региональной экономической системы будем рассматривать хозяйствующие субъекты, возможно агрегированные в более крупные подсистемы (например, виды экономической деятельности, кластеры и т.д.), развитие которых протекает в пределах интервалов собственного внутреннего времени $\tau_i \in [\tau_i^0, \Pi_i]$.

Функционирование каждого элемента системы $S_i^{\bar{t}, t, \tau_i}$ предлагается формализовать на базе введения специального объекта - *управляемого элементарного преобразователя (УЭП)*, под которым будем понимать структуру, состоящую из следующих взаимосвязанных подсистем: подсистема знаний; система управления; функциональная подсистема.

Ядром УЭП является функциональная подсистема, для описания которой вводится особый элемент - *элементарный преобразователь*:

$$\varphi_i^{\bar{t},t,\tau_i} = \left\langle c_i^{\bar{t},t,\tau_i}, \lambda_i^{\bar{t},t,\tau_i}, u_i^{x_i^{\bar{t},t,\tau_i}}, \delta_i^{\bar{t},t,\tau_i}, \gamma_i^{\bar{t},t,\tau_i}, \sigma_i^{\bar{t},t,\tau_i}, \rho_i^{\bar{t},t,\tau_i} \right\rangle,$$

состоящий из блока фильтрации входных потоков ресурсов: $\delta_{ji}^{\bar{t},t,\tau_i} : E_j \rightarrow E_i$; сумматоров материального производства и

расширения производства: $\sigma_i^{\bar{t},t,\tau_i}, \gamma_i^{\bar{t},t,\tau_i} : E_i^n \rightarrow E_i$; распределителя выходного потока $\rho_i^{\bar{t},t,\tau_i} : E_i \rightarrow E^{n+1} \times V$. При этом,

$c_i^{\bar{t},t,\tau_i} = \left(y_{i1}^{\bar{t},t,\tau_i}, \dots, y_{in}^{\bar{t},t,\tau_i}, z_i^{\bar{t},t,\tau_i}, \beta_i^{\bar{t},t,\tau_i} \right)$ – выходные потоки элементарного преобразователя, направляемые из i -го элемента системы во все остальные элементы $\left(y_{ij}^{\bar{t},t,\tau_i} \right)$, внешнюю среду $z_i^{\bar{t},t,\tau_i}$

и, как информацию о параметрах выходного потока $\beta_i^{\bar{t},t,\tau_i}$, в систему управления; $\lambda_i^{\bar{t},t,\tau_i} = \left(x_{i1}^{\bar{t},t,\tau_i}, \dots, x_{ni}^{\bar{t},t,\tau_i} \right)$ – входной поток

ресурсов; $u_i^{x_i^{\bar{t},t,\tau_i}}$ – поток управляющих воздействий.

В докладе предполагается подробно рассмотреть многоуровневую мультидинамическую модель согласованного управления региональной экономической системой, в основу которой положены принципы взаимосвязи и процессы согласованного функционирования описанных элементов, а также привести алгоритмы и результаты практических расчетов модели, выполненных на основе данных Воронежской области.

УПРАВЛЕНИЕ СТРАХОВЫМ ЗАПАСОМ В КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ СЛУЧАЕ*

Барладян И.И., Лапин А.В.,
Семенов Д.А., Токмакова А.Б.
(ИПУ РАН, Москва)

alexey.v.lapin@gmail.com, semenovd@gmail.com, iccpripu@ipu.ru

Рассматривается однопродуктовая задача управления страховым запасом, который создается для компенсации случайных возмущений спроса относительно выделенных на этапе прогнозирования трендов. Для параметров оптимальных стратегий управления запасами построены адаптивные алгоритмы.

Ключевые слова: управление страховыми запасами, тренд спроса, адаптивные алгоритмы

Задача управления компенсационными поставками является задачей с дискретным временем в интервале планирования целочисленной длины N . Значениями спроса в этой задаче являются разности между прогнозируемыми обобщенными трендами прогнозами и фактическим спросом $\{z_i(n) = \hat{y}_i(n) - y_i(n), n = 1, 2, \dots, N; \forall i \in \overline{1, I}\}$. Спецификой рассматриваемой ситуации является то, что спрос может быть отрицательным, поскольку выписанные выше разности вовсе “не обязаны” быть неотрицательными. Как отмечается в [1], операция взятия разности увеличивает вероятность формирования стационарного случайного процесса.

1. Формулировка задачи

Рассмотрим одномерный случай, т.е. будем считать, что выбранный вид товара обладает тем свойством, что спрос на него вероятностно не связан со спросом на другие виды товаров. Пусть

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-07-00195-а.

процесс изменения спроса описывается моделью взаимно независимых, одинаково распределенных случайных величин $\{z(t), t = 1, 2, \dots, N\}$ с неизвестной функцией распределения $F(z)$. Тогда, если в качестве критерия планирования используется минимум суммарных средних затрат на периоде планирования, можно записать следующие уравнения динамического программирования

$$(1) \quad C_1^*(x) = \min_{u \geq 0} \left\{ AI(u) + cu + h \int_{-\infty}^{x+u} (x+u-z) dF(z) + d \int_{x+u}^{\infty} (z-x-u) dF(z) \right\};$$

$$(2) \quad C_t^*(x) = \min_{u \geq 0} \left\{ AI(u) + cu + h \int_{-\infty}^{x+u} (x+u-z) dF(z) + d \int_{x+u}^{\infty} (z-x-u) dF(z) + \alpha \int_{-\infty}^{x+u} C_{t-1}^*(x+u-z) dF(z) \right\},$$

$$n = 2, 3, \dots, N.$$

Здесь $\mathbf{1}(u)$ – функция Хэвисайда, $\alpha, 0 \leq \alpha < 1$ – коэффициент дисконтирования, а $C_t^*(x)$ – минимальное значение затрат на t последних шагах, если за t шагов до конца периода планирования уровень запасов в системе x .

2. Решение задачи

Известно [2], что в системе, оптимизация которой задается уравнениями (1)-(2), оптимальны двухуровневые (R, r) -стратегии управления запасами. Это означает, что для каждого момента времени t (при отсчете времени от конца периода планирования) существует пара чисел $R_t, R_t > 0$, и $r_t, r_t < R_t$, таких, что правило подачи заказов $u(x)$ за t шагов до конца периода планирования может быть задано следующей формулой:

$$(3) \quad u(x) = \begin{cases} R_t - x, & \text{если } x \leq r_t, \\ 0, & \text{если } x > r_t. \end{cases}$$

Известно также, что в стационарном режиме (когда N и t стремятся к ∞) в силу существования пределов $R = \lim_{t \rightarrow \infty} R_t$ и $r = \lim_{t \rightarrow \infty} r_t$

найдутся два числа R и r , которые полностью задают оптимальную стационарную стратегию управления запасами.

Поскольку распределение $F(z)$ неизвестно, необходимо воспользоваться адаптивными алгоритмами. Как показано в работе [3], адаптивные алгоритмы для вычисления значений параметров R и r имеют вид

$$(4) \quad \hat{R}_{n+1} = \hat{R}_n - \gamma_n' \left[\frac{c+h}{\hat{R}_n - \hat{r}_n} \bar{z}_n + \frac{1}{(\hat{R}_n - \hat{r}_n)^2} \left\{ (A + \hat{R}_n(c+h+2d) + \hat{r}_n(c-d)) \bar{z}_n - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{c}{2} \bar{z}_n^2 + (h+d)\eta_2(\hat{R}_n, \hat{r}_n; z_n) - d \frac{\hat{R}_n^2 - \hat{r}_n^2}{2} \right\} \right],$$

$$(5) \quad \hat{r}_{n+1} = \hat{r}_n + \gamma_n'' \left[\frac{1}{\hat{R}_n - \hat{r}_n} (A + \hat{R}_n(c+h) - c\hat{r}_n + (c-h)\bar{z}_n) + \right. \\ \left. + \frac{1}{(\hat{R}_n - \hat{r}_n)^2} \left\{ (A + \hat{R}_n(c+h+2d) + \hat{r}_n(c-d)) \bar{z}_n - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{c}{2} \bar{z}_n^2 + (h+d)\eta_2(\hat{R}_n, \hat{r}_n; z_n) - d \frac{\hat{R}_n^2 - \hat{r}_n^2}{2} \right\} \right],$$

где n – это так называемой “прямое” время: $n + t = N$,

$$(6) \quad \bar{z}_n = \frac{n-1}{n} \bar{z}_{n-1} + \frac{1}{n} z_n,$$

$$(7) \quad \bar{z}_n^2 = \frac{n-1}{n} \bar{z}_{n-1}^2 + \frac{1}{n} z_n^2,$$

а запись функции $\eta_2(R, r; z) = \int_0^R \int_0^x \mathbf{1}(y-z) dy dx$ можно найти в [3].

Значения γ_n' и γ_n'' в (4) и (5) удовлетворяют известным условиям на коэффициенты алгоритмов стохастической аппроксимации:

$$(9) \quad \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n' = \infty, \quad \sum_{n=1}^{\infty} (\gamma_n')^2 < \infty, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n'' = \infty, \quad \sum_{n=1}^{\infty} (\gamma_n'')^2 < \infty,$$

и за счет разумного выбора этих коэффициентов можно существенно ускорить работу алгоритмов (4) и (5). Эксперименты, результаты которых приводятся в [4], показали, что уже на 8–12 шагах работы этих алгоритмов значения оценок \hat{R}_n и \hat{r}_n отличаются от истинных значений параметров R и r не более чем на 5 %.

Из последнего факта следует, что даже для нестационарного случая, когда вместо одного общего распределения $F(z)$ имеет место семейство распределений $\{F_t(z)\}$, и при достаточно плавном со временем t изменении статистических характеристик распределения $F_t(z)$ алгоритмы (4) и (5) оказываются вполне работоспособными.

Литература

1. БОКС ДЖ., ДЖЕНКИНС Г. *Анализ временных рядов*. М.: Мир, 1974. 288 с.
2. ХЕДЛИ Д., УАЙТИН Т. *Анализ систем управления запасами*. М.: Наука. 1969. 512 с.
3. МАНДЕЛЬ А.С., СЕМЕНОВ Д.А. *Адаптивные алгоритмы оценки параметров оптимальных стратегий управления запасами при ограниченном дефиците* // Автоматика и телемеханика. 2008. №6. С. 117–128..
4. BELYAKOV A.G., MANDEL A.S., SEMENOV D.A. *Expert-Statistical Processing of Data and the Method of Analogs in Solution of Applied Problems in Control Theory* / In: Preprints of the 17th World Congress. July 6-11, 2008, Seoul, Korea. P. 3180–3185.

ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ ЗАПАСАМИ ПО ОБОБЩЕННЫМ ТРЕНДАМ*

Барладян И.И., Токмакова А.Б.

(ИПУ РАН, Москва)

iccpripu@ipu.ru, forabt@ipu.ru

Рассматривается задача управления многономенклатурными запасами по обобщенным трендам спроса. Для ее решения предлагается использовать известные и вновь разработанные методы, основанные на вариационном исчислении и аппарате математического программирования.

Ключевые слова: управление запасами, обобщенный тренд, детерминированные модели, вариационное исчисление, математическое программирование

Набор оценок основных закономерностей изменения спроса $\{\hat{y}_i(\tau), t \leq \tau \leq T+t, \forall i \in \overline{1, I}\}$, сформированный на этапе прогнозирования обобщенных трендов спроса по всем видам товаров $\forall i \in \overline{1, I}$, в которых учитывается эффект сезонности спроса, становится исходной информацией для постановки и решения детерминированной задачи управления многономенклатурными запасами в периоде планирования. Будем также считать, что по всем видам товаров период запаздывания поставки (время от момента подачи заказа до его получения складом) пренебрежимо мало. Рассмотрим сначала одномерный случай.

1. Однономенклатурная задача

В периоде планирования $[0, T]$ задан детерминированный график изменения спроса на товар $\{\hat{z}(t), 0 \leq t \leq T\}$. Издержки,

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-07-00195-а.

связанные с поставками (пополнениями запасов), задаются двумя компонентами – фиксированной стоимостью подачи заказа A и стоимость одной единицы поступающего на склад товара c . Пусть $x(t)$ – уровень запасов на складе в момент времени t и

$$(1) \quad x^+(t) = \begin{cases} x(t), & \text{если } x(t) > 0, \\ 0, & \text{если } x(t) \leq 0, \end{cases} \quad \text{а } x^-(t) = \begin{cases} -x(t), & \text{если } x(t) < 0, \\ 0, & \text{если } x(t) \geq 0. \end{cases}$$

Тогда, если удельные затраты на хранение продукции (стоимость хранения единицы продукции в единицу времени) равны h , а удельные издержки вследствие дефицита (финансовые потери от существования единичного дефицита в течение одной единицы времени) равны d , то суммарные затраты системы управления запасами в периоде планирования при условии, что в моменты времени t_k , $k = 1, 2, \dots, K$, такие, что $0 < t_1 < t_2 < \dots < t_K < T$, были поданы заказы размера u_k , $k = 1, 2, \dots, K$, а начальный запас (в момент времени $t = 0$) был равен $x(0) = x_0$, то суммарные затраты в периоде планирования составят

$$(2) \quad D(x_0; u_1, t_1; u_2, t_2; \dots; u_K, t_K) = KA + c \sum_{k=1}^K u_k + h \int_0^T x^+(t) dt + d \int_0^T x^-(t) dt,$$

где траектория изменения уровня запаса $x(t)$ рассчитывается по формуле

$$(3) \quad x(t) = x_0 + \sum_{k: t_k \leq t} u_k - \int_0^t \hat{z}(t) dt.$$

В общем виде задача минимизации функционала (2) посредством выбора значений $x_0; u_1, t_1; u_2, t_2; \dots; u_K, t_K$ в разных вариациях ее постановки решена в работах [1] и [2]. В частном случае, когда спрос постоянен: $\hat{z}(t) = \lambda = Const$, – ответом является классическая, известная с 1915 г. формула Уилсона [3].

2. Многономенклатурная задача

Существенное и, прежде всего, методологическое обобщение формулы Уилсона на случай многономенклатурной задачи управления запасами предложено в работе [4]. В работе [5] в развитие результатов, полученных в [4], рассмотрен общий случай функций изменения спроса $\{ \hat{z}_i(\tau), 0 \leq t \leq T, \forall i \in \overline{1, I} \}$. При этом в [5] осуществлена кусочно-линейная аппроксимация произвольных функций изменения спроса и доказан ряд теорем, которые позволили свести общую задачу управления многономенклатурными запасами к использованию видоизмененной формулы Уилсона. Сначала осуществляется разбиение множества всех товаров по ABC-методу и для товаров групп А и В решается многономенклатурная задача управления запасами, все параметры которой получают в дополнение индекс номера товара $i \in \overline{1, I}$. Это обусловлено тем, что в плане оптимизации (в данном случае, минимизации затрат) существенный интерес и возможность заметного выигрыша предоставляют группы А и В. В работе [5] учтены также дополнительные технологические ограничения, которые, в частности, обусловлены целесообразностью возможности достаточно ритмичной и бесперебойной деятельности. Отсюда вытекает, что для товаров групп А и В желательно выбирать один и тот же (для каждой из групп – свой) интервал времени между соседними во времени поставками – период поставки. Причем важность для склада товаров группы А подчеркивается тем, что для все товаров с номерами i из группы А полагается, что удельные и издержки вследствие дефицита $d_i = \infty$ (то есть дефицит этих товаров полностью исключается). Результатом решения задачи становятся значения интервалов между соседними во времени поставками T_A и T_B , а также размеры поставок $u_1^{(i)}, u_2^{(i)}, \dots, u_{N_A}^{(i)}, \forall i \in A$, товаров группы А в моменты времени $0, T_A, 2T_A, \dots, (N_A - 1)T_A$, и размеры поставок $u_1^{(i)}, u_2^{(i)}, \dots, u_{N_B}^{(i)}, \forall i \in B$, товаров группы В в моменты времени $0, T_B, 2T_B, \dots, (N_B - 1)T_B$, где считается, что

длина периода планирования T кратна периоду поставки T_A для группы А с коэффициентом N_A и периоду поставки T_B для группы В с коэффициентом N_B . В результате задача управления дополнительными поставками с целью компенсации случайных возмущений спроса (управления страховыми запасами) для товаров из групп А и В становится задачей управления запасами с периодическим контролем за состоянием запасов и дискретным временем n , $n = 0, 1, 2, \dots, N$ [2]. В зависимости от группы величина N может принимать значения N_A и N_B .

Литература

1. ХЭНССМЕНН Ф. *Применение математических методов в управлении производством и запасами*. М.: Прогресс, 1966. 276 с.
2. ЛОТОЦКИЙ В.А., МАНДЕЛЬ А.С. *Методы управления запасами в АСУП*. М.: ИПУ РАН, 1975. 64 с.
3. ХЕДЛИ Д., УАЙТИН Т. *Анализ систем управления запасами*. М.: Наука. 1969. 512 с.
4. КАЛИНИН Н.А., ХОБОТОВ Е.Н. *Модели управления многопродуктовыми запасами при постоянном спросе // Автоматика и телемеханика*. 2008. № 9. С. 156–169.
5. ХОБОТОВ Е.Н. *Использование кусочно-линейной аппроксимации функций расхода для построения методов управления запасами // Проблемы управления*. 2011. № 6.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРЕНДОВ СПРОСА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ ЗАПАСАМИ*

Беляков А.Г.
(ИПУ РАН, Москва)
ab24@moscow.portal.ru

Рассматривается задача прогнозирования обобщенных трендов спроса при управлении многономенклатурными запасами в условиях неопределённости и нестационарности. Для ее решения предлагается комбинация стандартных алгоритмов прогнозирования и экспертно-статистического метода аналогов.

Ключевые слова: управление запасами, спрос, обобщенный тренд, прогнозирование, метод аналогов

В многоэтапной схеме управления многономенклатурными запасами в условиях неопределенности и нестационарности одним из первых этапов по формированию управленческих решений (следующим после первого этапа – этапа ABC-анализа) является этап прогнозирования обобщенный трендов. Будем считать, что идентифицируемый на этом этапе обобщенный тренд спроса включает в себя и сезонную составляющую изменений спроса.

1. Постановка задачи

Считается [1], что временные ряды $\{z_i(\tau), t'_i \leq \tau \leq t''_i, 0 \leq t'_i < t''_i \leq t, \text{ для некоторых } i \in \overline{1, I}\}$ могут быть представлены суммой трёх (иногда полагают, что четырёх) составляющих:

- 1) систематическая составляющая – тренд (демонстрирует основную тенденцию, принципиальный характер изменения процесса, представленного рядом, во времени);
- 2) относительно плавные колебания в окрестности тренда, ко-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-07-00195-а.

торые происходят с большей или меньшей регулярностью (и в частности, эффект сезонности, иногда рассматривающийся как отдельная составляющая);

- 3) случайные отклонения (говорят также о несистематических или нерегулярных колебаниях).

Традиционно статистические методы прогнозирования временных рядов в большинстве своём сводятся к разложению последовательности результатов наблюдений на указанные выше составляющие, к прогнозированию каждой составляющей и к последующему объединению построенных отдельно прогнозов [1]. В контексте данной статьи для каждого вида товара под обобщенным трендом понимается сумма двух компонент временного ряда: собственно тренда (пункт 1) и сезонной компоненты (пункт 2).

2. Алгоритмы прогнозирования

В том случае, когда для рассматриваемого вида товара с номером $i \in \overline{1, I}$ имеется достаточно длинная предыстория $\{z_i(\tau), t_i' \leq \tau \leq t_i'', t_i'' - t_i' \gg T\}$ для идентификации тренда можно воспользоваться любой из известных статистических процедур, (см., например, [1]).

Если достаточно полные данные о прошлых значениях спроса отсутствуют (например, когда на рынок выводятся новые товары, предыстории спроса нет вообще), наиболее целесообразным инструментом выявления трендов и обобщенных трендов представляются экспертно-статистические методы и, прежде всего, метод аналогов [2, 3].

Суть метода аналогов заключается в том, что к решению проблемы прогнозирования подключаются эксперты, участие которых в ее решении базируется на выделении ими – экспертами, – аналогов прогнозируемого процесса, выбираемых из числа ранее наблюдавшихся объектов. При этом предполагается, что по ранее наблюдавшимся процессам имеется достаточно представительная статистическая информация, которая может быть использована наряду с весьма ограниченным статистическим материалом, касающимся непосредственно прогнозируемого процесса.

В результате взаимодействия эксперта с экспертно-статистической системой (ЭСС) прогнозирования формируется

множество Z аналогов рассматриваемого объекта прогнозирования (ОП). Для данного множества аналогов в базе данных ЭСС прогнозирования содержится информация о “полных”, то есть представленных гораздо более длинными временными рядами реализациях процесса функционирования объектов-аналогов. Эта информация представляет собой набор $\{z_k(t), k \in Z, t = 0, 1, 2, \dots, N_k\}$, где $N_k \gg T$. Кроме того, заданы также множества значений коэффициентов похожести $\{l_k, k \in Z\}$ и коэффициентов масштаба $\{s_k, k \in Z\}$.

Теперь для вычисления прогноза значений временного ряда ОП в моменты времени $n, n > N$, можно воспользоваться следующей формулой:

$$(1) \hat{y}(t) = \frac{1}{L} \sum_{k \in Z} l_k s_k z_k(t),$$

где $L = \sum_{k \in Z} l_k$.

Если окончательное решение о прогнозе выбирается лицом, принимающим решения, (ЛПР) на основании значений прогнозов $\{\hat{y}_m(t), m = 1, M\}$, построенных m независимыми экспертами, то окончательный вариант прогноза задается следующим соотношением:

$$(2) \hat{y}(t) = \frac{\sum_{m=1}^M K_{\text{дов}}^{(m)} \hat{y}_m(t)}{\sum_{m=1}^M K_{\text{дов}}^{(m)}},$$

где $K_{\text{дов}}^{(m)}$ – коэффициент доверия ЛПР к прогнозам m -го эксперта. Этот коэффициент, в принципе, может со временем изменяться (см. работу [2], в которой выбираемые значения коэффициентов доверия обусловлены предысторией предыдущих прогностических действий каждого из экспертов).

В результате для всех видов товаров на этом этапе формируется набор прогнозов обобщенных трендов $\{\hat{y}_i(\tau), t \leq \tau \leq T + t, \forall i \in \overline{1, I}\}$.

Литература

1. БОКС Дж., ДЖЕНКИНС Г. *Анализ временных рядов*. М.: Мир, 1974. 288 с.
2. БЕЛЯКОВ А.Г., МАНДЕЛЬ А.С. *Предсказание временных рядов на основе метода аналогов (элементы теории экспертно-статистических систем)*. М.: ИПУ РАН, 2002. 60 с.
3. МАНДЕЛЬ А.С. *Метод аналогов в прогнозировании коротких временных рядов: экспертно-статистический подход // Автоматика и телемеханика*. 2004. № 5. С. 143-152.

ОБ ОДНОМ ЭФФЕКТЕ ЛИБЕРАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Богачкова Л.Ю., Карева А.С.

(Волгоградский государственный университет)

bogachkova@mail.ru, kareva9097@yandex.ru

На основе анализа эмпирических данных показано, что в российской электроэнергетике происходит диспропорциональное распределение финансовых потоков и капитала между транспортировкой и сбытом электроэнергии. В сетевом бизнесе собственный капитал не окупается по рыночной стоимости, что угрожает устойчивости развития сетей.

Ключевые слова: реструктуризация электроэнергетики, эффекты либерализации рынков электроэнергии, распределительные электрические сети, сбыт электроэнергии.

В середине 2000-х гг. вертикально-интегрированные монополии в российской электроэнергетике были реструктурированы: естественно монопольное ядро – транспортировка (передача и распределение) электроэнергии по сетям – отделено от потенциально конкурентных генерирования и сбыта. В настоящее время на региональных (розничных) энергорынках сфера сбыта

является не конкурентной, а монополизированной. Здесь доминируют крупные компании – гарантирующие поставщики (ГП) и другие энергосбытовые организации. В условиях отсутствия в РФ развитых ликвидных финансовых рынков, обслуживающих электроэнергетику, действуют правила, при которых сбытовые компании практически свободны от коммерческих рисков. Последние возлагаются на сетевые предприятия и, в конечном счете, перекладываются на потребителей.

Действующий порядок естественно-монопольного регулирования сетевого бизнеса и антимонопольного регулирования сферы сбыта характеризуется типичными с позиций мирового опыта либерализации электроэнергетики недостатками. К их числу относится диспропорциональное распределение финансовых потоков между сетевым и сбытовым видами деятельности, и, как следствие, обострение дефицита инвестиций в сети, что представляет угрозу для их устойчивого развития.

В табл. 1 представлены результаты расчета рентабельности собственного капитала в среднем за период 2006-2009 гг. для крупных сетевых и сбытовых предприятий – ОАО, действующих на территории Волгоградской, Воронежской, Курской, Московской, Мурманской, Оренбургской, Свердловской и Тюменской областей. Эти данные получены для случаев полных и скорректированных совокупностей компаний.

Таблица 1. Описательная статистика средней за 2006-2009 гг. рентабельности собственного капитала энергосетевых и энергосбытовых компаний (в %)

	Сети	Сети, скорр.	Сбыт, ГП	Сбыт, ГП, скорр.	Сбыт, не ГП	Сбыт, не ГП, скорр.
Среднее	12,62	8,17	47,20	30,60	44,83	51,75
СКО	20,82	11,05	76,39	11,21	59,50	11,36
Max	30,42	13,99	279,63	70,23	103,63	103,63
Min	1,03	1,03	-13,49	-13,49	-82,08	7,46
Max-min	29,38	12,95	293,12	83,72	185,71	97,09

В первом случае среднее значение рентабельности собственного капитала для совокупности сетевых компаний (12,62%) значительно уступает соответствующему среднему для совокупности сбытовых компаний-ГП (47,20%) и среднему для совокупности компаний, не имеющих статуса ГП (44,83%). Во втором случае корректировка осуществлена путем исключения из рассмотрения предприятий с аномально высокими или, напротив, низкими значениями рентабельности собственного капитала. Для сетей было отброшено МРСК Центра (+30,42% по сравнению с диапазоном от +1,03% до +13,99% для др.); для ГП исключен из рассмотрения Волгоградэнергосбыт (+279,63% по сравнению с диапазоном от -13,49% до +70,23% для др.); для сбытовых компаний – не ГП, удалено ВАЭС (-82,08% по сравнению с диапазоном от +7,46 до +103,63% для др.).

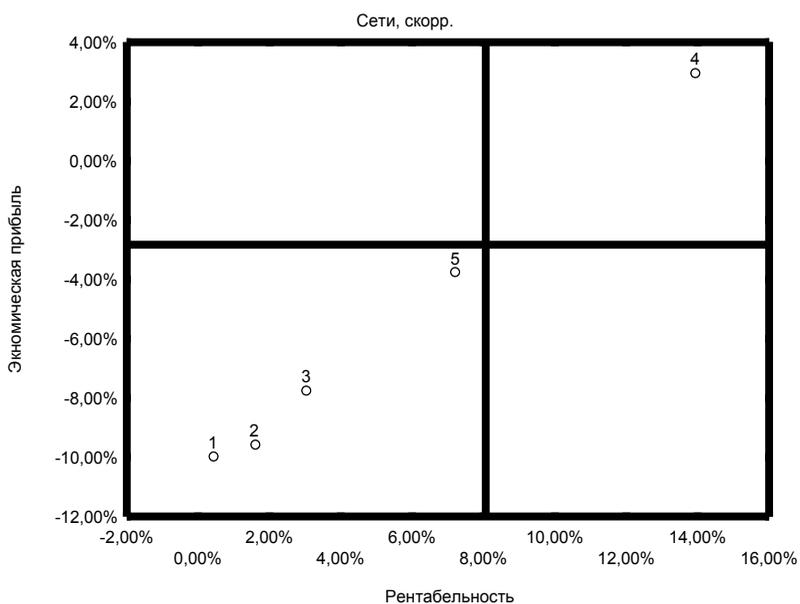


Рис.1. Показатели для распределительных сетевых компаний (в среднем за 2006-2009 гг.): 1 - МРСК Юга; 2 - МРСК Волги; 3 - МРСК Северо-Запада; 4 - МРСК Урала; 5 – МОЭСК

Скорректированные средние за период 2006-2009 гг. значения рентабельности собственного капитала и экономической прибыли для компаний трех рассматриваемых типов проиллюстрированы на рис. 1-3, где горизонтальная и вертикальная линии соответствуют средним по совокупности компаний значениям. Экономическая прибыль¹ здесь моделируется как разность между рентабельностью собственного капитала и средневзвешенной стоимостью капитала – ставкой рефинансирования.

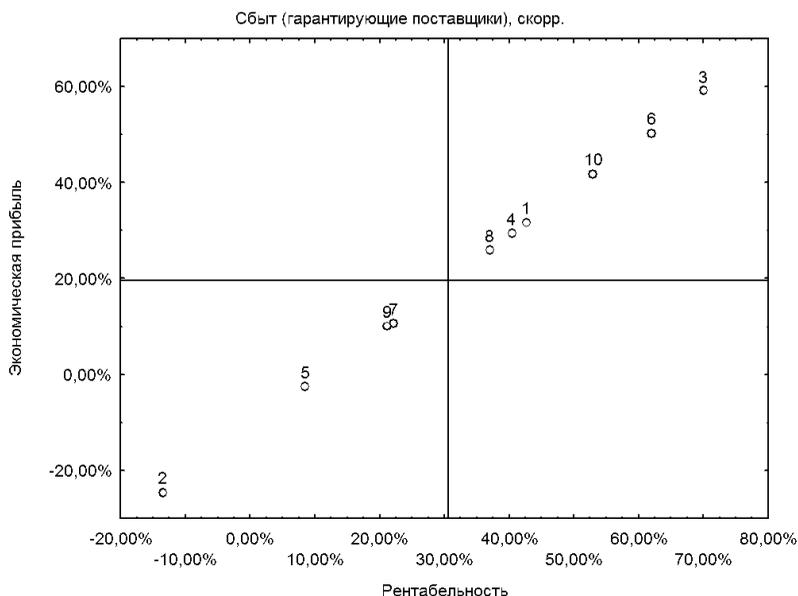


Рис. 2. Показатели для сбытовых компаний, ОАО, ГП (в среднем за 2006-2009 гг.): 1 - Оренбургэнергосбыт; 2 - Колэнергосбыт; 3 - Тюменская энергосбытовая компания; 4 - Тюменьэнергосбыт; 5 - Свердловэнергосбыт; 6 - ЕЭНС; 7 - Воронежская энергосбытовая компания; 8 - Курскэнергосбыт; 9 - Мосэнергосбыт; 10 - Электросеть, Мытищи

¹ Экономическая прибыль – это чистая прибыль, остающаяся у предприятия после вычета всех затрат, включая альтернативные издержки.

Данные табл. 1 и рис. 1–3 позволяют заключить, что, в целом, предположение о неравномерности распределения финансовых средств подтверждается. Четыре из шести рассмотренных сетевых компаний имеют отрицательную экономическую прибыль. Это означает, что собственный капитал в сетевом бизнесе не окупается по рыночной стоимости, нет стимулов для инвестиций, и существует угроза развитию сетей при действующей практике их регулирования.

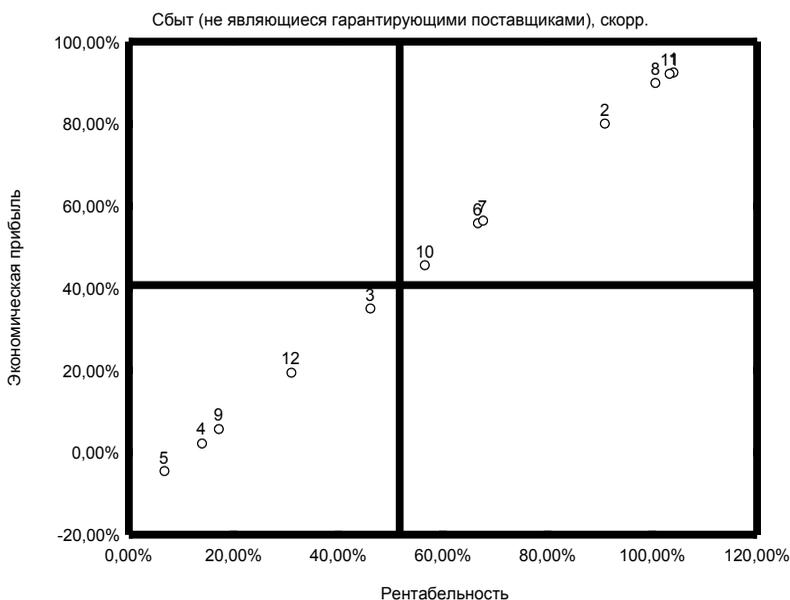


Рис. 3. Показатели для сбытовых компаний, ОАО, не ГП (в среднем за 2006-2009 гг.): 1 - Оптовая электрическая компания; 2 - Межрегионэнергосбыт; 3 - ЕЭСК-Центр; 4 - Энергосбытовая компания «Восток»; 5 - СЭГК; 6 - Сибурэнергоменеджмент; 7 - КМА-Энергосбыт; 8 - ВСК-Энерго; 9 - ЭСКМО; 10 - АтомЭнергоСбыт; 11 - Промышленная энергетика; 12 - Мосгорэнерго

АКТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ С РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ.

Букалова А.Ю.

*(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)*

alina_bukalova@mail.ru

Приводятся результаты исследования относительно возможностей активного налогообложения с регулирующей деятельностью управляющих недвижимостью.

Ключевые слова: механизмы налогообложения, целевая функция, максимизация целевых функций.

На современном этапе развития общества налог представляет собой обязательный безвозмездный взнос денежных средств органам государства и местного самоуправления в законодательно установленных размерах.[1] В случае с недвижимостью фискальная функция налога на землю носит регулирующую функцию. Данная функция предполагает влияние системы налогообложения на экономические процессы. Посредством налогового механизма государство может регулировать деятельность хозяйствующего субъекта.

Ниже приводятся результаты исследования относительно возможностей активного налогообложения с регулирующей деятельностью управляющих недвижимостью функцией.

Система взаимодействия хозяйствующего субъекта и государственных органов представляет собой двухуровневую организационную (активную) систему, состоящую из управляющего органа – центра (государственного органа), в задачу которого входит налогообложение объектов недвижимости, и управляемых экономических субъектов – активных элементов.

В теории активных систем предполагается, что интересы участников выражены их целевыми функциями, поэтому в рамках теоретико-игровых моделей рациональным считается поведение игроков, заключающееся в максимизации их целевых функций.[2]

Пусть, активный элемент способен выбирать из множества допустимых действий A некоторое действие y , касающееся использования конкретного объекта недвижимости. Выбору действия y соответствует результат деятельности $Z(y)$ активного элемента (доход). Его целевая функция $H(y)$ будет представлять собой разность между доходом от действия y и затратами $C(y)$ на выполнение выбранного действия, а так же налогом на недвижимость ζ . Таким образом, целевая функция активного элемента будет иметь следующий вид:

$$(1) H(y) = Z(y) - C(y) - \zeta(k_V y_V);$$

$$(2) \zeta(k_V y_V) = (\zeta'(k_V), \zeta''(Z(y_V)),$$

где $\zeta'(k_V)$ – налог на землю, зависящий от выбранного агентом вида использования V в форме коэффициента k_V , $\zeta''(Z(y_V))$ – налог на доход (полезность) от недвижимости, зависящий от действия y при выбранном виде V , т.е. y_V .

Целевая функция центра определится как сумма налогов на землю $\zeta(s)$ и дохода от недвижимости(2).

$$(3) \Phi(y_V^+) = (\zeta'(k_V), \zeta''(Z(y_V^+)),$$

где y_V^+ – действие агента, максимизирующее его целевую функцию (1).

Управляющее (стимулирующее) действие центра на объект недвижимости предполагает надлежащий выбор функций стимулирования ζ' , ζ'' и k_V допустимого множества «троек» A_0^3 , обеспечивающий центру максимальный доход из всех возможных доходов, получаемых им в результате выбора агентом действия $y+V$, максимизирующего его целевую функцию в условиях каждой контекстной (тройки) ζ''^+ , ζ''^+ и k_V^+ .

Поясним существо и особенности функционирования активных механизмов налогообложения с регулирующей функцией на примере.

Пусть, составляющие целевых функций будут иметь вид линейных функций. $\zeta'(k_V) = k_V S$, где S – площадь участка; $Z(y) = p_V y$, где p_V – цена единицы произведенного продукта типа v ; $c(y) = ay^2$; $\zeta''(Z(y_V)) = k_V p_V y$.

Целевая функция агента будет иметь следующий вид:

$$H(y) = Z(y) - C(y) - \xi(k_V y_V) = k_V S - p_V y - ay^2 - k_V p_V y = \\ = ay^2 + (p_V - k_V p_V)y - k_V S$$

и может иметь экстремум при условии

$$(4) \quad \frac{d(H_y)}{d_y} = -2ay + P_v - k_v p_v = 0.$$

Тогда выражение, описывающее действие агента, максимизирующего его целевую функцию, примет вид:

$$(5) \quad y_V^+ = \frac{-P_v + k_v p_v}{-2a} = \frac{p_v - k_v p_v}{2a} = \frac{p_v(1 - k_v)}{2a}.$$

Следовательно, максимизация целевой функции активного элемента достигается в случае, когда $k_V p_V > p_V$, т.е. $k_V < 1$

Целевая функция центра в рассматриваемом примере описывается выражением:

$$(6) \quad \Phi(y) = k_V S + k_V p_V y^+ = k_V S + k_V p_V \frac{(p_V - k_V p_V)}{2a} = \\ = k_V S + k_V \frac{(1 - k_V)}{2a}$$

и может иметь экстремум при условии

$$(7) \quad \frac{d\Phi(k_V)}{dk_V} = \frac{1}{2a} - \frac{k_V}{a} = 0,$$

когда $k_V^{opt} = \frac{1}{2}$ и максимальное значение целевой функции центра описывается выражением

$$\Phi_{\max}(y_V^+) = k_v s + \frac{1}{8a},$$

что подтверждает возможность налога на доход от результата выбранного действия $\zeta^t(Z(y))$.

Литература

1. КОРАСТЕЛЕВ С.П. *Кадастровая оценка недвижимости*. М.: Маросейка, 2010. 356с.
2. НОВИКОВ Д.А., ПЕТРАКОВ С.Н. *Курс теории активных систем*. М.: СИНТЕГ, 1999. 108с.

МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА НЕРАВНОВЕСНЫХ РЕЖИМАХ

Валитов Р.Р., Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Карташева Т.А.,
(Уфимский государственный авиационный
технический университет)
ilyasov@tc.ugatu.ac.ru, ea-makarova@mail.ru

В статье описана методология моделирования неравновесных режимов функционирования макроэкономической системы, представленная в виде трех взаимосвязанных триад.

Ключевые слова: макроэкономическая система, динамическая модель, неравновесный процесс, финансовый поток.

Введение

Методология системного моделирования и управления поведением макроэкономической системы (МЭС) на неравновесных режимах с учетом запасов ресурсов и рыночных регулирующих механизмов представлена в виде трех взаимосвязанных триад: триады подходов, составляющих концепцию исследования, моделирования и управления МЭС как большой системы; триады моделей, описывающих поведение МЭС, и триады принципов и методов, применяемых при построении системы управления воспроизводственным процессом МЭС с учетом ограниченных запасов и неравновесных рыночных условий.

1. Концепция системного моделирования и управления МЭС (первая триада методологии)

Концепция исследования, системного моделирования и управления воспроизводственным процессом в МЭС (первая триада методологии) основана на интеграции системного, динамического, когнитивного, сценарного и других общенаучных подходов [1]. Применение системного подхода позволяет провести структуризацию МЭС путем последовательного выполнения декомпозиции различными способами: сначала путем выделения концептов в

виде макроэкономических агентов (МЭА) и макроэкономических рынков с замкнутыми по финансовым потокам контурами и корректирующими информационными связями и построения когнитивной модели; а затем путем выделения функциональных процессов, выполняемых секторами МЭС и планируемых с учетом запасов и рыночных факторов, и построения функциональной схемы динамической модели МЭС.

Особенности применения динамического подхода заключаются, во-первых, в исследовании динамически неравновесных режимов функционирования МЭС, связанных как с нарушениями баланса темпов расходов и доходов секторов экономики, так и с существованием неравенства между спросом и предложением на макроэкономических рынках, и, во-вторых, в проведении анализа динамики МЭС с помощью взаимосвязанного изменения во времени системных факторов, объединенных в две триады факторов. Первая триада включает системные факторы, которые описывают неравновесные состояния секторов экономики в виде: темпов расходов и доходов; запасов; а также управления как корректировки темпов расхода финансовых ресурсов и выбора моментов времени принятия решений по корректировке темпов финансовых потоков. Вторая триада включает факторы, описывающие неравновесные состояния макроэкономических рынков: спрос и предложение; цену как фактор, формирующийся в результате взаимодействия спроса и предложения и регулирующий темпы расходов ресурсов секторами экономики (элемент первой триады факторов); а также чувствительность рыночного механизма.

Применение когнитивного и сценарного подходов позволяет: выявить причинно-следственные цепочки процессов формирования доходов и расходов МЭА и их взаимодействия на макроэкономических рынках; сгенерировать различные сценарии функционирования МЭС и выявить закономерности развития неравновесных рыночных ситуаций при различных вариантах государственного регулирования.

2. Когнитивные и динамические модели МЭС (вторая триада методологии)

В рамках второй триады методологии разработаны две когнитивные модели МЭС [2]. При построении первой когнитивной модели МЭС в качестве концептов выделены четыре макроэкономических агента: фирмы; домашние хозяйства; финансовые учреждения; государство. Особенность модели заключается в описании

макроэкономического кругооборота финансовых потоков, охватывающего все стадии воспроизводственного процесса, в виде трех замкнутых контуров: основного, системообразующего контура «производство–потребление» и двух корректирующих контуров «сбережения–инвестиции» и «налоги–госзакупки», формирующих утечки и инъекции относительно основного контура.

Сформулированные системные принципы моделирования управляемого поведения МЭА определяют множества последовательно-параллельных процессов формирования расходов, доходов, накопления и одновременного использования запасов для всех секторов МЭС. Сформулированы правила формирования и корректировки плановых темпов расхода ресурсов на основе информации о запасах, поведении других МЭА и состоянии рынков. Сформулированные системные правила построения структур динамических моделей управляемого поведения МЭА являются инвариантными по отношению к множеству функций, выполняемых МЭА в соответствии с их ролью в воспроизводственном процессе МЭС.

Вторая когнитивная модель функционирования МЭС с учетом рыночных условий включает семь концептов, три из которых – макроэкономические рынки. Роль рынка благ состоит в аккумулировании основных финансовых потоков потребления и накопления, а также в формировании уровня цен как фактора, регулирующего процесс обмена на динамически неравновесных режимах. Роль рынка труда состоит в формировании информационных показателей уровня безработицы и заработной платы, характеризующих социальное благополучие МЭС. Роль рынка денег, тесно взаимодействующего с рынком благ, состоит в формировании ставки процента как информационного регулирующего фактора, воздействующего на инвестиционный спрос.

3. Методы и принципы построения управляемой МЭС (третья триада методологии)

В рамках третьей триады методологии предложены принципы построения систем управления воспроизводственным процессом МЭС в рыночных условиях, которые предполагают: формирование целей управления в виде достижения требуемых темпов функционирования МЭС на основе информации об объемах запасов и ры-

ночных факторах; построение системы управления в классе иерархических систем, содержащей три уровня управления с использованием принципов обратной связи, адаптации и ситуационного управления; применение нейросетевых и продукционных моделей; применение имитационного моделирования для объединения в единой информационной среде динамических и интеллектуальных моделей и согласования их работы в режиме модельного времени.

Литература

1. НОВИКОВ А.М., НОВИКОВ Д.А. *Методология научного исследования*. М.: Либроком, 2009. 280 с.
2. ИЛЬЯСОВ Б.Г., ДЕГТЯРЕВА И.В., МАКАРОВА Е.А., ПАВЛОВА А.Н. *Регулирование неравновесных процессов макроэкономического кругооборота финансовых потоков* // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. №1. С. 120–128.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКА В МОДЕЛЯХ КОАЛИЦИИ ИПОТЕЧНЫХ ЗАЁМЩИКОВ

Венцкут И.Ю., Ерешко Ф.И.,

Сытов А.Н., Шаньгин М.Д.

(Вычислительный центр РАН, Москва

Московский физико-технический институт)

fereshko@yandex.ru

Работа посвящена численному анализу модели финансирования банком коалиции ипотечных заемщиков. Рассмотрены возможные механизмы такого финансирования. Рассчитывается потребность банка во внешнем финансировании и чистый дисконтированный доход банка. На основе анализа этих показателей проводится оценка эффективности.

Ключевые слова: банк, коалиция заёмщиков, процентные ставки, самофинансирование, потребность во внешнем фи-

нансировании, чистый дисконтированный доход, вычислительные эксперименты.

Введение

Проводится сравнительный анализ двух модельных проектов организации ипотечных контрактов. Первый проект соответствует случаю стандартной ипотеки, когда заёмщики взаимодействуют непосредственно с банком. Во втором проекте заемщики объединяются в коалицию, образуя ссудно-сберегательную кассу (ССК). ССК представляет собой посредника между банком и заемщиками. ССК взаимодействует с участниками, принимая от них депозитные вклады и выдавая им по мере необходимости требуемые кредиты, а также преследуя коалиционные интересы в смысле уменьшения кредитной ставки и обеспечения самофинансирования – добываясь, чтобы собственный капитал коалиции в конце проекта был равен нулю.

Рассматривается вопрос, насколько приемлемы и эффективны данные проекты с точки зрения банка.

Численные расчеты и их анализ

Подробное описание модели ССК приведено в работе [1]. Основные соотношения, посредством которых моделируются рассматриваемые проекты, выписаны в работе [2]. Для каждого из проектов фазовой переменной, которая характеризует состояние банка в момент времени t , является баланс денежных средств банка B_t . Показателями эффективности функционирования банка являются потребность банка во внешнем финансировании M и чистый дисконтированный доход банка NPV . Эти показатели определялись следующими соотношениями

$$NPV = B_0 + \sum_{t=1}^T \beta^{-t} \cdot (B_t - B_{t-1}),$$

$$M = \beta^{-\tau} \cdot B_{\tau}, \quad \tau = \arg \min_{t \in [0, T]} B_t, \quad B_{\tau} = \min_{t \in [0, T]} B_t,$$

где T – продолжительность проекта, β – коэффициент дисконтирования для банка.

Шаг расчетов по времени составлял 1 месяц. Предполагалось, что цены на жилье являются постоянными и равными 160000. Процентная ставка по внешним кредитам составляла 11% (здесь и далее процентные ставки относятся к 1 году). Процентная ставка по внутренним депозитам считалась равной процентной ставке по внешним депозитам – 4%. Изучались зависимости M и NPV от числа участников коалиции N и размеров платежей участников V . Число участников коалиции варьировалось в интервале 1-800, а размер платежей участников в интервале 800-2200. Коэффициент дисконтирования для банка в каждом из проектов соответствовал процентной ставке, равной 11%. Ниже в графическом виде представлены результаты расчетов для случая, когда порог накопления участника коалиции (минимальный размер накоплений участника вместе с начисленными на них процентами, при накоплении которого он получает кредит) равен 0.55.

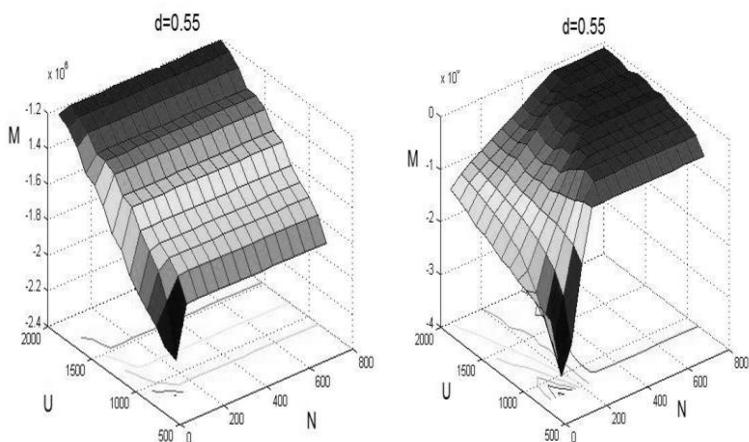


Рис. 1. Зависимость потребности банка во внешнем финансировании от числа участников и размеров платежей участников для проекта 1 (рис. слева) и для проекта 2 (рис. справа)

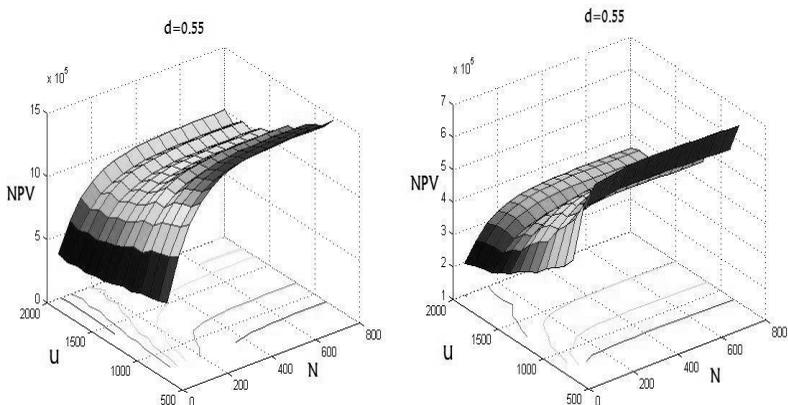


Рис. 2. Зависимость чистого дисконтированного дохода от числа участников и размеров платежей участников для проекта 1 (рис. слева) и для проекта 2 (рис справа)

Анализируя представленные зависимости, можно заметить, что при увеличении числа участников коалиции, а так же при увеличении размера платежей участников коалиции, потребность банка во внешнем финансировании в модели 2 уменьшается. При этом аналогичный показатель для банка в модели 1, при фиксированном размере платежей участников коалиции, практически не изменяется с ростом числа участников коалиции, начиная с некоторого их количества.

Для банка в проекте 2 чистый дисконтированный доход меньше чем аналогичный показатель в проекте 1. При фиксированном числе участников коалиции можно отметить уменьшение NPV банка как в проекте 1, так и в проекте 2, при увеличении размера платежей участников коалиции.

Литература

1. ГАСАНОВ И.И., ЕРЕШКО Ф.И. *Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием* // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. М.: ВЦ РАН, 2007. 60 с.
2. ЕРЕШКО Ф.И., СЫТОВ А.Н. *Сравнительный анализ банковских технологий в проектах ипотеки* / Международная кон-

ференция “Управление развитием крупномасштабных систем”. М.: ИПУ РАН, 2011.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОАЛИЦИИ ЗАЁМЩИКОВ В РАМКАХ КРУПНОЙ КОМПАНИИ

Гасанов И.И.

(Вычислительный центр РАН, Москва)

fereshko@yandex.ru

Рассматривается организация ссудно-сберегательной кассы в форме очереди, как отдельного проекта в рамках крупной компании. Устанавливается факт самофинансирования данного проекта при естественных условиях на процентные ставки займов и инвестиций и исследуется соотношение внутренней кредитной ставки и коэффициента IRR (значение показателя эффективности инвестиций Компании).

Ключевые слова: ссудно-сберегательная касса, ипотечное кредитование, очередь, самофинансирование, очередь, инвестиционный проект Компании (Банка), внутренняя норма прибыли.

Введение

В связи с внедрением в России программ ипотечного кредитования возрос интерес к так называемым ССК – в зависимости от специфики учреждения аббревиатура раскрывается как строительно-сберегательная или ссудно-сберегательная касса. Развитие ипотеки сдерживают высокая стоимость жилья и высокий уровень кредитных ставок. Последний показатель, в свою очередь, обусловлен темпами инфляции.

1. Принципы организации ССК. Модель очереди

Предполагается, что согласно Договору, клиент в течение определенного периода времени делает равные периодические вклады под оговоренный процент на счета ССК. По окончании этого периода ССК покупает для клиента жилье, соответствующее параметрам, указанным в Договоре. Клиент получает в пользование приобретенное жилье, которое до окончания действия Договора остается в залоге у ССК. С момента приобретения жилья до окончания действия Договора клиент равными долями (аннуитет) выплачивает проценты по кредиту и его основную сумму, которая составляет разницу между стоимостью жилья и вкладами клиента вместе с начисленными на них процентами. Договоры, составляющие очередь, заключаются через промежутки времени τ так, что каждый раз оформляется ровно один договор. С той же периодичностью клиентами очереди производятся вклады и кредитные выплаты. Пусть первый договор очереди заключается в момент 0, остальные договоры заключаются в последовательные моменты $1, 2, \dots, M$ ровно по одному договору в каждый из моментов времени. M – точка обрыва очереди, промежутков времени между открытием очереди и ее обрывом равен $M \cdot \tau$.

Договор с клиентом очереди характеризуется следующими параметрами: $t=k$ – начало действия договора k ; r – максимальное количество периодических вкладов клиентов очереди вплоть до момента приобретения жилья; U_k – размер периодических вкладов клиента k ; $u_k(t)$ – проценты по периодическим вкладам клиента k , начисляемые на его счет в ССК; d – доля от стоимости приобретаемого жилья, после накопления которой клиент очереди получает кредит на приобретение жилья; S – количество кредитных выплат, производимых клиентом очереди после приобретения жилья; v_k – проценты по кредиту, выданному клиенту k . Первый вклад клиентом k производится в момент заключения договора k , и затем в последовательные моменты t . Пусть C_t – стоимость жилья, соответствующего дого-

вору k в момент времени t . Если в некоторый момент времени i сумма вкладов клиента k вместе с начисленными на них процентами превышает величину $d \cdot C_i$, то клиент получает кредит и приобретает жилье даже в том случае, если количество сделанных им вкладов меньше r . Иначе, клиент k производит последний вклад, получает кредит и приобретает жилье в момент $i=k+r-1$.

Аннуитетные выплаты кредита клиента k рассчитываются по формуле:

$$V_k = R_k \cdot 0.01 \cdot v_k \cdot \frac{(1 + 0,01 \cdot v_k)^s}{(1 + 0,01 \cdot v_k)^s - 1}.$$

Временно свободные средства размещаются на внешних вкладах под рыночный процент ζ_t . Если в результате операций по приобретению жилья все накопления оказываются исчерпанными, то очередь вынуждена прибегать к заимствованию средств на кредитном рынке по текущей ставке γ_t . Динамика балансом очереди величины G_t описывается следующей формулой.

$$G_{t+1} = (1 + 0,01 \cdot \lambda_t)^r \cdot G_t + W_{t+1}^1 + W_{t+1}^2 - Y_{t+1}$$

Здесь: $\lambda_t = \zeta_t$, если $G_t > 0$ и $\lambda_t = \gamma_t$, если $G_t < 0$; W_{t+1}^1 – текущие вклады клиентов очереди, еще не получивших кредит; W_{t+1}^2 – текущие поступления от возврата кредита клиентами очереди, купившими жилье; Y_{t+1} – текущие расходы на приобретение жилья для клиентов очереди.

Для описанной модели установлен факт самофинансирования, т.е. существования ставки ν строго меньшей, чем внешняя кредитная ставка γ .

2. Проект Компании

ССК может формироваться как инвестиционный проект крупной Компании.. Если $G_T = 0$, то ставка γ показывает эф-

фektivность вложений Компании в очередь. Это, так называемая, внутренняя ставка дохода (IRR).

У компании (банка) всегда стоит задача, куда инвестировать свободные денежные активы так, чтобы это было наиболее выгодно. Если не учитывать факторы риска, то "наиболее выгодно" надо понимать, как вложение средств, дающее наибольшую прибыль на единицу инвестируемых средств в единицу времени, т.е. вложение с наибольшей нормой прибыли. Будем придерживаться следующего подхода при оценке нормы прибыли для инвестиций в некоторый проект. Рассмотрим расписание инвестиций в проект от начала до его окончания. При этом надо учесть только те инвестиции, которые требуют привлечения новых средств, не задействованных ранее в проект. Средства, которые поступают как доходы от проекта и рефинансируются в него, в потоке инвестиций не учитываются. В то же время эти средства могут вкладываться вне проекта и приносить прибыль. Эта прибыль должна быть учтена в конечной сумме доходов. В итоге в конце проекта образуется некоторый капитал, состоящий из суммы вложенных средств и доходов. Далее рассчитывается норма прибыли или ставка дохода у инвестиций, делающихся по расписанию инвестиций проекта, чтобы образовалась та сумма капитала, которая образуется по окончании проекта.

Поскольку при планировании инвестиций трудно оценить, как именно будут использоваться доходы от проекта в процессе его реализации, роль такой оценки приближённо выполняет IRR. Эта ставка равна такому коэффициенту дисконтирования, при котором сумма всех распределённых во времени финансовых потоков проекта равна 0. При этом так же, по той же ставке учитываются и доходы от проекта, т.е. делается предположение, что они будут размещаться по этой же ставке IRR. В наших примерах, в которых нет промежуточных доходов от инвестиций в ССК, нет этих проблем, и значение IRR в точности совпадает с той ставкой, которая описана выше.

За счет неравенства $IRR > \nu$ инвестирование в очередь оказывается для Компании более выгодным, нежели использование обычной схемы ипотечного кредитования. Как нетрудно понять, если бы при тех же ставках клиенты заключали договоры с Компанией одновременно, делали те же r вкладов и затем одновременно получали от Компании кредиты, то значение IRR по этим инвестициям Компании равнялось бы ν .

Литература

1. ГАСАНОВ И.И. *Организация ссудно-сберегательной кассы по принципу очереди*// Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. М.: ВЦ РАН, 2007. 45с.

СЕМЬ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ НА ТЕОРИЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАК НАУКУ: ПОИСК КОМПРОМИССА

Гинсберг К.С.
(ИПУ РАН, Москва)
ginsberg@ipu.ru

Приводятся высказывания Заде (L.A. Zadeh), Р. Калмана (R.E. Kalman), А.А. Красовского, Перре (R. Perret), Е.П. Попова, В.А. Трапезникова, Хо (Y.C. Ho) о теории автоматического управления (ТАУ) как науке. Ищется компромисс в виде гипотетически возможной ТАУ.

Ключевые слова: теория автоматического управления, инженерная практика, уравнения состояния, структурные параметры, теория параметрической идентификации, инженерное моделирование, структурная идентификация.

Введение

Приводятся высказывания Заде (L.A. Zadeh) [1], Р. Калмана (R.E. Kalman) [2], А.А. Красовского [3, 4], Перре (R. Perret) [5], Е.П. Попова [6, с. 171 - 173], В.А. Трапезникова [7], Хо (Y.C. Ho) [8] о теории автоматического управления (ТАУ) как науке.

Обсуждаются разные точки зрения на содержание ТАУ и соответствующие им образы ТАУ. Ищется компромисс в виде гипотетически возможной ТАУ, для которой все указанные образы являются лишь идеализированными представлениями определенных ее аспектов.

Высказывается гипотеза о возможном расширении содержания современной ТАУ за счет разработки прикладной теории инженерного моделирования и структурной идентификации слабо изученных объектов управления.

1. В.А. Трапезников

«Практикам нужно понять, что увеличение удельного веса теории – это не временное увлечение и не мода, которая вскоре пройдет, – это результат необходимости. Природа вещей диктует необходимость все более широко и глубоко заниматься теорией... С другой стороны, теоретики должны понять вещи, которые не все из них подчас достаточно ясно представляют. Теория автоматического управления – это не раздел математики; это технико-теоретическая дисциплина, и поэтому любые теоретические описания в этой области должны иметь ясную целенаправленность. В перспективе, конечно, не немедленно (такая точка зрения была бы чересчур наивной), они должны вести к реальным практическим результатам... В общем, работая над теорией, теоретики не должны забывать о достижении конечных практических целей; кстати, сама по себе теория от такой целенаправленности только выиграет. Только имея перед собой практическую цель, можно построить настоящую теорию» [6, с. 4].

Заключение

На наш взгляд, замена в 60-х годах XX века непараметрических основ теории автоматического управления математическим аппаратом с уравнениями состояния был своевременен и абсолютно необходим. Данная замена, в основном, была обусловлена причинами теоретического характера: желанием иметь теорию, обла-

дающую эффективными методами и средствами для теоретических исследований проблем управления. Однако за желание быть ближе к математическому идеалу традиционно приходится «платить» увеличением абстрактности теории. Так было и в рассматриваемом случае.

Как известно, уравнения состояния содержат различные буквенные константы (параметры), значения которых разработчик САУ должен определить по экспериментальным данным, если он хочет в процессе внешнего и внутреннего проектирования использовать стандартные задачи и методы ТАУ. Как показывает исторический опыт, самостоятельно разработчик это сделать не в состоянии. Поэтому переход на новый математический аппарат привел к существенному увеличению разрыва между ТАУ и инженерной практикой, что отметили в начале 70-х годов многие известные специалисты по автоматическому управлению [1, 3 - 5].

Создание теории параметрической идентификации только частично уменьшило данный разрыв, не ликвидировав главную его причину: высокую интеллектуальную трудность структурной идентификацией, т.е. поиска адекватных эмпирических значений структурных параметров уравнения состояния. Структурным параметром здесь называется буквенная константа, которая интерпретируется как порядок уравнения или размерность вектора, или как множество допустимых значений переменной, параметра, вектора переменных или параметров.

Общепризнано, что субъектом структурной идентификации является разработчик САУ и данная идентификация не может быть абсолютно формализована, как это имеет место для параметрической идентификации. Поэтому необходим специальный подход к постановке и решению проблем структурной идентификации, который до сих пор не удается «нащупать» из-за междисциплинарно-гуманитарно-технического содержания указанных проблем.

В настоящее время наиболее перспективной представляется следующая идея. Необходимо перейти от теоретических исследований структурной идентификации самой по себе, изолированно от процессов, частью которых оно является, к ее научному изучению как необходимой компоненты инженерного моделирования слабо изученных объектов управления.

Считается, что создание прикладной теории инженерного моделирования и структурной идентификации позволит существенно уменьшить разрыв между ТАУ и инженерной практикой. Желательно, в идеале, так разработать прикладные разделы ТАУ, чтобы ее язык стал профессиональным языком разработ-

чиков реальных САУ. Данная цель, по нашему мнению, точно соответствует истинному назначению теории автоматического управления.

Литература

1. ЗАДЕ (L.A. ZADEN). *Разумное обоснование «размытого» управления* // Труды американского общества инженеров – механиков. Серия G. Динамические системы и управление. 1972. № 1. С. 20–21.
2. КАЛМАН Р. *Элементарная теория управления с современной точки зрения* / Р. Калман, П. Фалб, М. Арбиб. Очерки по теории систем. М.: Мир, 1971. С. 34–81.
3. КРАСОВСКИЙ А.А. *Предисловие* / Справочник по теории автоматического управления / Под. ред. А.А. Красовского. М.: Наука, 1987. С. 13–18.
4. КРАСОВСКИЙ А.А. *Исторический очерк развития и состояния теории управления* / А.А. Красовский. Избранные труды: Самые ранние – самые новые. М.: Наука, 2003. С. 474–507.
5. ПЕРРЕ (R. PERRET). *Автоматическое управление как наука управления* // Труды американского общества инженеров – механиков. Серия G. Динамические системы и управление. 1972. № 1. С. 13–16.
6. *Дискуссия на заключительном заседании* / Труды II Всесоюзного совещания по теории автоматического регулирования. Том III. М.-Л.: АН СССР, 1955. С. 166–179.
7. ТРАПЕЗНИКОВ В.А. *Из вступительного слова академика В.А. Трапезникова* / Самонастраивающиеся системы. М.: Наука, 1965. С. 3–4.
8. ХО (Y.C. HO). *Теория автоматического управления, прикладная математика и техника управления* // Труды американского общества инженеров – механиков. Серия G. Динамические системы и управление. 1972. № 1. С. 10–13.

МОДЕЛИ ФИНАНСОВЫХ КОНТРАКТОВ ДЛЯ СЛОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРОЕКТОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Голенко-Гинзбург Д.И.

(Университет им. Бен-Гуриона,

Университетский Центр Самарии, Израиль)

dimitri@bqu.ac.il

Рассматриваются стохастические альтернативные сетевые модели (АСМ) с многовариантными исходами и с точками ветвления двух видов: детерминированными (т.е. точки принятия решений) и вероятностными (точки ветвления неуправляемого характера). Разработанные модели заключения финансовых контрактов для такого рода проектов основаны на анализе АСМ с последующим выбором оптимального варианта движения проекта к цели. Контракты заключаются не однократно на весь объем проекта в целом, а поэтапно, в последовательные моменты времени по ходу реализации проекта. Это позволяет максимально демпфировать высокий уровень неопределенности и избежать возможных финансовых потерь.

Ключевые слова: альтернативные стохастические сетевые проекты; ветвящиеся события; многовариантные исходы; финансовые контракты; модели принятия решений.

В настоящее время важным фактором развития научно-технического прогресса является разработка и создание сложных комплексов, основанных на новых научно-технических идеях и технологических принципах (инновациях), не имеющих близкого прототипа либо реализуемых в ранее не встречавшихся условиях. При этом ряд процессов создания сложных комплексов реализуется в условиях неопределенности, которая проявляется не только в вероятностных параметрах продолжительности выполнения элементарных операций, но и в вероятностном характере структуры разветвления процесса. Последнее обусловлено многовариантностью и стохастичностью возможных путей и способов дос-

тижения конечных или промежуточных результатов, а нередко и самой формулировкой этих результатов. Случайный характер процессов создания новых сложных комплексов связан как с субъективной неопределённостью, возникающей при прогнозировании будущих событий и обстановки, так и с объективной неопределённостью, обусловленной стохастической природой исследуемых процессов (испытательные, поисковые и разведочные работы, а также процессы, зависящие от климатических и геологических условий).

При этом создание нового сложного, а нередко и уникального комплекса с многовариантностью достижения цели носит *альтернативный* характер. В работах [2-4] впервые были рассмотрены управляющие альтернативные сетевые модели (АСМ). В этих работах даётся определение смешанной (детерминировано-стохастической) сети, включающей как чисто стохастические ситуации ветвления альтернатив $\bar{\alpha}$ (неконтролируемые проектировщиком в момент разработки модели процесса), так и точки ветвления детерминированного характера $\underline{\alpha}$, в которых может быть произведён управляемый выбор того или иного варианта развития процесса. Каждому из стохастических вариантов, ветвящихся в $\bar{\alpha}$, соотносится априорная вероятность его реализации. Управляемым альтернативам, исходящим из $\underline{\alpha}$, соответствуют единичные вероятности, что показывает осуществимость этих вариантов независимо от будущих условий их реализации. Подобное дополнительное подразделение множества альтернативных вершин стохастического графа на два подмножества вершин детерминированного и стохастического типов, на наш взгляд, приводит к большей адекватности такого рода неоднородных сетевых моделей многим важным производственным процессам (например, разработка целой научно-технической проблемы или технической системы и др.) и открывает новые возможности в развитии методов анализа и управления для систем с многовариантными исходами.

В последние годы вопросы заключения финансовых контрактов на выполнение проектов с высоким уровнем неопределенности (а для АСМ в особенности!) стали предметом весьма острой полемики (см., например, [1]). Причиной такого рода си-

туации является несоответствие между детерминированным объемом контракта на проект и случайным характером реализации последнего. Чтобы избежать финансовых потерь и неизбежной при этом дискредитации процедуры финансирования АСМ, мы предлагаем новую поэтапную процедуру финансирования.

Контракты заключаются не однократно на весь объем проекта в целом, а поэтапно, в последовательные моменты времени по ходу реализации проекта. Это позволяет максимально демпфировать высокий уровень неопределенности и избежать возможных финансовых потерь.

Литература

1. АНАНЬИН В. *Неопределенность при контрактациях* // Труды Международного Симпозиума по Управлению Проектами. Нижний Новгород, 2007.
2. ГОЛЕНКО-ГИНЗБУРГ Д.И. *Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками*. Воронеж: Научная Книга, 2010.
3. ГОЛЕНКО Д.И., ЛИФШИЦ С.Е., КЕСЛЕР С.Ш. *Статистическое моделирование в технико-экономических системах (управление разработками)*. Л.: изд. ЛГУ, 1977.
4. GOLENKO-GINZBURG D. *Controlled alternative activity networks in project management* // Eur. J. Oper. Res. 1988. V. 7. P. 336–346.

О ПРОБЛЕМЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГОСАВТОИНСПЕКЦИИ

Горошко И.В., Кибиткина Ю.А.

(Академия Управления МВД России, г. Москва)
garrygo@mail.ru, kibitochkayu@mail.ru

Щепкин А.В.

(ИПУ РАН, Москва).
sch@ipu.ru

Рассматривается деятельность подразделений Госавтоинспекции в виде активной системы с учётом различных внешних факторов, значительно влияющих на состояние дорожного движения и возможность совершения дорожно-транспортных происшествий

Ключевые слова: активная система, комплексная оценка, Госавтоинспекция.

Аварийность на автомобильном транспорте - актуальная для большинства стран мира проблема. Российская Федерация одна из таких стран. Приходится констатировать, что существующий уровень безопасности дорожного движения представляет серьезную государственную проблему, решение которой имеет огромное социальное и политическое значение.

Причины высокой аварийности на дорогах страны

Основным субъектом государственного контроля и надзора в области обеспечения БДД является государственная инспекция безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации (ГИБДД).

Напряженное состояние дел в сфере обеспечения БДД ставит перед подразделениями ГИБДД новые задачи, связанные с повышением эффективности их функционирования. Решение данной задачи можно осуществить на основе глубокого и всестороннего изучения вопросов организации деятельности ГИБДД и разработки системы мер, направленных на совершенствование механизмов управления основными подразделениями ГИБДД. Для решения поставленной задачи могут быть применены методы теории активных систем [1], с помощью которых разрабатываются и исследу-

ются свойства механизмов функционирования, учитывающих активность элементов системы.

Представим деятельность подразделений ГИБДД в виде модели активной системы, как показано на рис. 1.

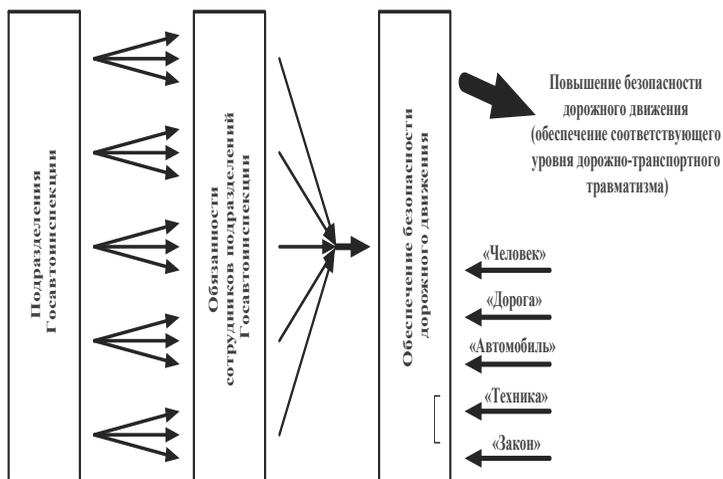


Рис. 1. Модель системы функционирования подразделений ГИБДД

Нетрудно заметить, что представленная система обладает всеми характерными признаками активных систем: составом, совокупностью информационных, управляющих и других связей между участниками системы, порядком функционирования, информированностью участников системы.

Согласно «Положению о ГИБДД МВД РФ» (в ред. Указа Президента РФ от 02.07.2002 г. № 679) сотрудники различных подразделений ГИБДД выполняют множество возложенных на них функций и обязанностей, направленных на обеспечение БДД. Основной целью деятельности ГИБДД считается повышение БДД, снижение количества ДТП, снижение тяжести их последствий [2]. Однако крайне неверно рассматривать систему деятельности подразделений ГИБДД без учёта различных внешних факторов, значительно влияющих на состояние дорожного движения и возможность совершения ДТП. Следова-

тельно, от степени влияния каждого из данных факторов будет зависеть эффективность деятельности подразделений ГИБДД. Для дальнейшего исследования целесообразно учитывать следующие «внешние факторы»:

- «человек», включает в себя основных участников дорожного движения (водитель, пешеход, пассажир), их поведение в системе дорожного движения и степень влияния каждого из них на вероятность совершения ДТП;

- «дорога» - фактор, подразумевающий рассмотрение показателей, характеризующих состояние улично-дорожной сети (проектирование, сооружение, содержание, обслуживание и технический ремонт дорог, дорожных сооружений и технических средств организации дорожного движения, контроль эксплуатации, обслуживания и ремонта) и основные показатели деятельности дорожных служб и организаций;

- «среда» - степень влияния погодных условий на уровень дорожно-транспортной аварийности и тяжесть последствий в результате ДТП;

- «автомобиль», исследование данного фактора предполагает оценку степени влияния уровня автомобилизации и структуры автомобильного парка России на дорожно-транспортную аварийность;

- «техника» - показатель оснащённости деятельности подразделений ГИБДД и улично-дорожной сети в целом специальными техническими средствами, использование информационных систем и технологий, необходимых для несения службы в современных условиях;

- «закон» - фактор, подразумевающий рассмотрение законодательно-правовой стороны системы дорожного движения, изучение основных нормативно-правовых документов, регламентирующих деятельность Госавтоинспекции в области обеспечения БДД.

В рассматриваемой сложной системе для выработки эффективных управляющих воздействий, начиная с целеполагания и заканчивая этапом оперативного управления, управляющему органу (Центру) необходимо обладать достаточной информацией о поведении управляемых субъектов и, в частности – относительно результатов их деятельности. В силу ограниченности возможно-

стей центра по переработке информации или в силу отсутствия детальной информации целесообразно в данном случае использовать механизмы комплексного оценивания, которые позволят осуществлять свертку показателей, то есть агрегировать информацию о результатах деятельности отдельных активных элементов системы.

Существующая методика расчёта комплексной оценки деятельности Госавтоинспекции не учитывает влияние показателей предложенных выше факторов и содержит общие принципы оценки деятельности управлений ГИБДД МВД РФ в области безопасности дорожного движения.

Оценка деятельности осуществляется по показателям, содержащимся в утвержденных формах статистической отчетности, путем сравнения показателей работы управлений ГИБДД МВД РФ со среднероссийскими показателями. Система показателей сформирована с учетом решения задач, стоящих перед МВД.

Оптимальное функционирование исследуемой системы приведет к гармонизации каждого элемента системы и естественным образом оптимизирует деятельность подразделений ГИБДД по повышению БДД, обеспечивая соответствующий уровень дорожно-транспортного травматизма.

Литература

1. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А. *Теория активных систем: состояние и перспективы*. М.: СИНТЕГ, 1999. 128 с.
2. ДМИТРИЕВ С.Н. *Дорожно-патрульная служба: Пособие для сотрудников ГИБДД*. М.: Спарк, 2000. 656 с.

**УПРАВЛЯЕМОСТЬ В БОЛЬШИХ СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ПОЗИЦИИ
РАЗДЕЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ
(ИПУ РАН, 14 - 16 НОЯБРЯ 2011 ГОДА)**

Грибковская И.В.¹, Дмитриев М.Г.²
(¹*Molde University College, Molde, Norway,*
²*НИУ «Высшая школа экономики», г. Москва*)
Irina.Gribkovskaia@hiMolde.no,

Ключевые слова: многомасштабные системы, управляемость, разделение движений, сингулярные возмущения, пограничные слои

Язык теории управления дает богатые возможности не только для объяснения и трактовки разнообразных сложившихся, традиционных механизмов принятия решений, но и для поиска новых нестандартных моделей поведения в социально-экономических системах.

Здесь, с позиции моделей сингулярно возмущенных управляемых систем, теория которых активно развивается [1], рассматриваются различные аспекты управляемости в многомасштабных управляемых системах, к которым, без большой натяжки, можно отнести и социально-экономические системы, например транснациональные корпорации (ТНК). Социальный аспект таких систем, связан, в первую очередь, с наличием человеческого фактора в системе и его влиянием на производство и механизм принятия решений.

Итак, рассмотрим для примера транснациональную корпорацию (ТНК), которую можно принять условно как иерархическую трехуровневую систему: Центр – Страны(регионы) – Предприятия(фирмы). Очевидно, что в такой системе присутствуют такие характерные черты:

- стратегические решения вырабатываются на уровне Центра;
- системы, расположенные на каждом уровне, должны быть управляемыми и могут
- быть связанными;

- наличие разных темпов динамики у объектов на каждом уровне;
- многокритериальность;
- различия в характере переходных процессов, в первую очередь, предопределены различными стартовыми условиями.

В докладе для построения динамической модели принятия решений в такой системе предлагается использовать иерархическую трехтемповую модель управления [2] – медленный темп принятия решений (стратегический уровень) связан с верхним уровнем - уровнем Центра, и именно здесь формируются магистральные участки решений, быстрый темп – с уровнем Регионов и, наконец, сверхбыстрый темп связан с уровнем Предприятий. На последних двух низших уровнях, формируются пограничные слои, обусловленные быстрыми переходами от граничных условий в окрестности магистралей.

Так как самый главный вопрос при моделировании связан с адекватностью модели, в работе, с помощью приближенной декомпозиции свойства управляемости, на примере линейной управляемой системы изучается взаимодействие и взаимовлияние всех управляющих сигналов в иерархии и возможности модели по отражению качественных свойств модели ТНК.

Схематически опишем структуру модели и характер декомпозиции исходной системы на три подсистемы. На каждом уровне имеется свое уравнение динамики, которое в качестве переменных состояния имеет собственные переменные, описывающие функционирование подсистемы и собственные управляющие переменные. Все три подсистемы связаны сильными и слабыми связями между собой. Различные масштабы времени учитываются при формализации введением малых множителей при производных – в быстрой подсистеме этот множитель есть некоторый малый параметр, а в сверхбыстрой – его квадрат. Приближенная декомпозиция модели исходной системы приводит нас к трем управляемым подсистемам, естественно связанных с тремя уровнями управления.

С точки зрения социального аспекта всех больших систем у низших уровней управления всегда у сотрудников системы имеется желание быть в курсе всех деталей процесса принятия

решений на всех уровнях, это соответствует представлениям об открытости, демократичности стилей управления, а следовательно, в той иной степени, влиять на выбор, общих для всех уровней, управляющих переменных.

Реальная практика, однако, демонстрирует, многообразие организационных форм и управленческих структур, фактически, иллюстрирующее для каждой большой системы индивидуальное сочетание централизованного и децентрализованного управления. Под централизованным управлением будем здесь понимать общий вектор управления для всех подсистем в условиях полной информации, а под децентрализованным управлением – способ управления в большой системе, когда общий вектор управления складывается из векторов управления подсистем и эти вектора управления подсистем верхних уровней, напрямую присутствуют и на нижних уровнях, но не наоборот.

В связи с этим возникает следующие вопросы:

Может ли существовать в большой, многоуровневой системе централизованное управление, не препятствующее функционированию системы, с позиции общесистемных свойств (управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и др.)?

Можно ли организовать, с помощью подбора параметров контуров управления такую систему децентрализованного управления, которая обеспечивает сохранение общесистемных свойств?

Отметим, что при декомпозиции исходной системы, для неограниченного множества сочетаний ее параметров, могут возникнуть следующие случаи:

Одна или даже все подсистемы неуправляемы.

Часть координат общего вектора управления в подсистемах может отсутствовать.

Анализ подсистем и условий управляемости в подсистемах линейной, трехтемповой системы [2]-[3] показывает, что управляемость исходной линейной, трехтемповой системы на основе общего вектора управления вытекает из условий управляемости в трех подсистемах. Т.е. централизованное управление должно сопровождаться управляемостью подсистем. Но отметим при этом, что это централизованное управление обеспечивается многочисленными связями между параметрами всех подсистем,

что является существенным недостатком такого способа управления, т.к. нарушения каких либо связей может привести к отсутствию управляемости в подсистемах, а, следовательно, и к отсутствию управляемости в системе в целом.

Последующий анализ условий управляемости подсистем приводит нас к ряду дополнительных выводов.

Первый – условия управляемости верхних уровней зависит от параметров систем нижних уровней, а условия управляемости нижних уровней не зависят от параметров систем верхних уровней.

Второй - децентрализованное управление в многомасштабной системе при некоторых дополнительных условиях можно осуществить путем настройки параметров контуров управления.

Третий – неуправляемые координаты в подсистемах нижних уровней должны затухать, т.е. нижние подсистемы должны быть стабилизируемыми.

Литература

1. ДМИТРИЕВ М.Г., КУРИНА Г.А. *Сингулярные возмущения в системах управления*// *АиТ*, 2006, №1, С. 3–53.
2. ГРИБКОВСКАЯ И.В., КАЛИНИН А.И. *Асимптотическая оптимизация линейной сингулярно возмущенной системы, содержащей при производных матрицы различных порядков малости*// *ЖВММФ*, 1995, том 35, № 9, С.1299–1312.
3. ГРИБКОВСКАЯ И.В. *Асимптотическая оптимизация линейных динамических систем, содержащих при производных параметры различных порядков малости*// Кандидатская диссертация по спец. 01.01.02 на соиск.уч. степени к.ф.-м.н. Белорусский государственный университет. Минск, 1997. 93 с.

ОБ ИГРАХ МНОГИХ ЛИЦ С ИНФОРМАЦИОННЫМ ПОСРЕДНИКОМ

Грибов А.Г.

(Московский физико-технический институт,
Вычислительный центр РАН, Москва)
fereshko@yandex.ru

Рассматриваются постановки игровых задач при наличии посредников, участвующих в информационном обмене игроков. Вводится понятие метарасширения Ховарда ранга 1 и устанавливаются необходимые и достаточные условия существования равновесия.

Ключевые слова: информационные обмены, принятие решений, теория игр, множества управлений, игры в нормальной форме, расширение Ховарда, равновесие.

Введение

При наличии трех и более игроков, число различных вариантов постановок задач оказывается весьма значительным. Ниже мы рассмотрим лишь некоторые из них.

Определения. Игрой p лиц в нормальной форме называется набор $\Gamma = \langle \{1, 2, \dots, p\}, U^1, \dots, U^p, g^1, \dots, g^p \rangle$, где $\{1, 2, \dots, p\}$ – множество, содержащее p элементов, U^1, \dots, U^p – произвольные множества, g^1, \dots, g^p – функции, каждая из которых отображает произведение $U^1 \times \dots \times U^p$ в множество действительных чисел R .

Числа $i \in \{1, 2, \dots, p\}$ интерпретируются как номера игроков, множество U^i представляет собой множество управлений (стратегий) игрока i , а функция g^i – его критерий (функция выигрыша). Будем считать, что цель игрока состоит в максимизации его критерия.

Нормальная форма подразумевает, что, выбирая свое управление, каждый игрок не имеет никакой информации о выборах своих партнеров по игре.

Набор $u=(u^1, \dots, u^p)$ управлений всех игроков будем называть ситуацией в рассматриваемой игре или исходом той игры. Множество всех ситуаций $U^1 \times \dots \times U^p$ будем обозначать буквой U без индекса.

Будем полагать, если рассматривается только одна игра, то термин «стратегия» будет использоваться как полный синоним термина «управление», а термин «исход» – как синоним термина «ситуация».

Введем удобное обозначение. Пусть $u=(u^1, \dots, u^p)$ – ситуация, а $v^i \in U^i$ – управление i -го игрока. Символом $(u | v^i)$ будем обозначать такую ситуацию $w=(w^1, \dots, w^p)$, что

$$w^j = \begin{cases} u^j, & \text{при } j \neq i, \\ v^i, & \text{при } j = i. \end{cases}$$

Определение. Ситуация u называется ситуацией равновесия по Нэшу в игре $\Gamma = \langle \{1, 2, \dots, p\}, U^1, \dots, U^p, g^1, \dots, g^p \rangle$, если для любого $i \in \{1, 2, \dots, p\}$ и любого $v^i \in U^i$ выполняется неравенство $g^i(u | v^i) \leq g^i(u)$.

Метарасширение Ховарда ранга 1

На случай игр многих лиц понятие метарасширения Ховарда Γ_* может быть обобщено несколькими способами. Один из них будем называть метарасширением Ховарда ранга 1. Предполагается, что имеется один выделенный игрок, скажем, первый. Все остальные игроки выбирают свои управления независимо и не имея никакой информации о выборах партнеров. А первый игрок, выбирая свое управление имеет полную информацию об управлениях, выбранных остальными игроками. Таким образом, его стратегиями являются функции

$u_*^1 \in \Phi \left(\prod_{i=2}^p U^i, U^1 \right)$, а выигрыши игроков в соответствующей игре вычисляются по формулам

$$g_*^i(u_*^1, u_*^2, \dots, u_*^p) = g^i(u_*^1(u_*^2, \dots, u_*^p), u_*^2, \dots, u_*^p), \quad i=1, 2, \dots, p.$$

Далее будем считать, что в игре имеется некий посредник, который имеет полную информацию об управлениях, выбран-

ных игроками $2, 3, \dots, p$ и может ответить первому игроку на любые вопросы, касающиеся этих управлений.

Более конкретно. Первый игрок вправе задать посреднику n вопросов относительно выбранных остальными игроками управлений $(u^2, u^3, \dots, u^p) \in U^2 \times U^3 \times \dots \times U^p$ и получить на них правдивые ответы. Каждый из этих вопросов должен допускать ответ «да» или «нет». Будем кодировать ответ «да» единицей, а ответ «нет» – нулем. Окончательный выбор своего управления $u \in U$ первый игрок осуществляет после получения ответов на свои вопросы. Однако он заранее выбирает список вопросов и план своих действий при всех возможных вариантах ответов. Остальные игроки выбирают свои управления, не рассчитывая на получение какой-либо информации о выборе партнера. Нас будут интересовать ситуации равновесия по Нэшу в такой игре.

О равновесии

Справедлива **Теорема 1**. Для того, чтобы исход $u = (u^1, \dots, u^p)$ был равновесным необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия

$$g^1(u^1, u^2, \dots, u^p) = \max_{v^1 \in U^1} g^1(v^1, u^2, \dots, u^p),$$

$$\min_{(u^{1,1}, u^{1,2}, \dots, u^{1,m-1}) \in (U^1)^m} \max_{(v^2, \dots, v^p) \in V} \min_{r \in N} \max_{2 \leq i \leq p} [g^i((u \| v^i) \| u^{1,r}) - g^i(u)] \leq 0,$$

где $u^{1,0} = u^1$.

Литература

1. HOWARD N. *The theory of meta-games* // General systems. 1966. Vol. 11. P. 187–200.
2. КУКУШКИН Н.С. *Точки равновесия в метаиграх* // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. 1974. Т. 14. № 2. С. 312–320.
3. ГОРЕЛОВ М.А. *Теоретико-множественная постановка задачи синтеза рациональных процедур обмена информацией в иерархической игре двух лиц* // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. 2003. Т. 43. № 3. С.376–387.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКАЗА В СИСТЕМЕ «ЗАКАЗЧИК-ПОСТАВЩИК» С УЧЁТОМ РЕПУТАЦИИ ФИРМ

Гришанова А.Д.

(Самарский государственный
аэрокосмический университет)

Тюлевина Е.С.

(ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Самара)
tjulevina@rambler.ru

В настоящее время репутация фирмы и ее поведение в различных ситуациях имеют большое значение при выборе поставщика различных товаров и услуг. Среди определенных фирм возникает конкурентная борьба за получение заказа. В случае, когда суммарный заказ и договорная цена поставки фиксированы – единственным фактором, которым тот или иной поставщик может воздействовать на заказчика, является его репутация, зависящая в свою очередь от различных параметров, характеризующих состояние поставщика. В данной статье рассматривается модель экономической эффективности фирмы, которая достигается за счет финансовых вложений, нацеленных на поддержания и повышения репутации каждого поставщика, что в свою очередь ведёт к получению большего заказа на поставку комплектующих.

Ключевые слова: конкурентное преимущество, репутация, заказ, инвестиции, потенциал, поставщик.

Повышение экономической эффективности фирмы функционирующей в рыночных условиях, одна из важных задач сегодняшнего дня. Существенную роль в решении этой задачи играют механизмы взаимодействия с поставщиками и потребителями. Это взаимодействие во многом зависит от установленных норм деятельности и связанную с ней репутацию фирм. В связи с этим необходимо рассмотреть задачи управления по-

ставками с учётом воздействия на нормы деятельности и репутации фирмы[3].

Под нормой деятельности будем понимать выбор действий со стороны подразделений фирмы в различных ситуациях при заданных ограничениях на состояние системы. Таким образом, под репутацией будем понимать агрегированную характеристику деятельности фирмы включающей характеристику продукции (цена, качество, надёжность), а также условия взаимодействия с потребителем (выполнение поставок по срокам, объёмам и др.) и организация поставок.

Рассмотрим активную систему, состоящую из заказчика, выпускающего сложное изделие и поставщиков, конкурирующих за получение заказа. Исследуем процесс конкурентного взаимодействия между поставщиками в ситуации, когда суммарный заказ, выполняемый поставщиками постоянен, а договорная цена поставки комплектующих изделий фиксирована. В этом случае единственным фактором, которым тот или иной поставщик может воздействовать на заказчика, является его репутация, зависящая в свою очередь от различных параметров, характеризующих состояние поставщика[2].

Сформируем модель конкурентной среды, в которой участвуют n фирм поставляющих один вид комплектующих. Пусть затраты на производство комплектующих i -ым поставщиком $Z_i(q_i)$ представляет собой сумму постоянных издержек c_{i0} и переменных издержек $c_i q_i$, где c_i удельные переменные издержки, а q_i объём поставок i -м поставщиком, определяемый заказчиком, то есть $Z_i(q_i) = c_{i0} + c_i q_i$, $i \in N$, $i = \{1, n\}$ – множеству поставщиков. Если договорная цена поставки p фиксирована, то точка безубыточности для каждого поставщика соответствует объёму поставки $q_i^{min} = \frac{c_{i0}}{(p - c_i)}$, $i \in N$.

Пусть $r_i(u) \geq 0$ – репутация i -го поставщика, величина которого зависит от вектора параметров $u = (u_1, \dots, u_m)$, характеризующая состояние поставщика. Обозначим вектор репутаций $r(u) = (r_1(u), \dots, r_n(u))$, вектор репутаций конкурентов i -го поставщика $r_{-i}(u) = (r_1(u), \dots, r_{i-1}(u), r_{i+1}(u), \dots, r_n(u)) \in \mathbb{R}^{n-1}$.

Оценка репутации поставщика формируется из частных оценок по различным направлениям его деятельности: оценки репу-

тации по уровню качества продукции, уровню организации поставок, лояльности поставщика к заказчику, финансово-экономическому состоянию поставщика и другие. Оценка репутации по каждому из направлений деятельности осуществляется по заданной совокупности оценочных показателей. Обозначим через M -количество оценочных показателей системы поставок. Множество направлений деятельности через K , а уровень репутации по k -му направлению через

$$(1) \quad r_{ik} = \psi_{ik}(r_{kl}(u_{kl}), l_k \in m_k), i \in N, k \in K,$$

где ψ_{ik} - функция оценки уровня репутации i -го поставщика по k -му направлению деятельности; r_{kl} - оценка уровня репутации по l_k -му показателю k -го направления деятельности, зависящего от величины показателя u_{kl} ; m_k - множество оценочных показателей по k -му направлению деятельности,

$$\sum_{k \in K} m_k = M.$$

Пусть известна функциональная зависимость репутации поставщика по каждому направлению его деятельности от величины оценочного показателя

$$(2) \quad r_{kl} = h_{kl}(u_{kl}), l_k \in m_k, k \in K.$$

Учитывая, что поставщики производят однородную продукцию, то оценка уровня репутации каждому виду деятельности не зависит от значимости продукции. Общую оценку репутации i -го поставщика по всем направлениям его деятельности определим в соответствии с уравнением $r_i(u) = \eta_i(r_{ik}, k \in K)$, $i \in N$.

Предположим, что заказ на поставку комплектующих i -м поставщиком $q_i(r, Q)$ определяется его репутацией $r_i(u)$, а также репутацией конкурентов $r - i(u)$ и суммарным заказом $Q = \sum_{i=1}^n q_i$, то есть $q_i(r, Q) = \varphi_i(r_i(u), r_{-i}(u), Q)$, $i \in N$.

Наложим на функцию заказа $\varphi_i(r, Q)$ следующие требования:

$$(3) \quad \begin{aligned} & - \forall r \in \mathfrak{R}^n \quad \partial \varphi_i(\cdot) / \partial r_i > 0; \\ & - \forall r \in \mathfrak{R}^n \quad \partial \varphi_i(\cdot) / \partial Q > 0; \\ & - \forall r \in \mathfrak{R}^n, \forall j \neq i, \partial \varphi_i(\cdot) / \partial r_j > 0. \end{aligned}$$

В соответствии с введенными требованиями, чем выше репутация поставщика или чем выше суммарный заказ, тем выше заказ на поставку, и, следовательно, наоборот.

Пусть репутация поставщика зависит от инвестиций на её создание и поддержание. Обозначим через $z_i \geq 0, i \in N$, затраты i -го поставщика на свою репутацию, а функциональная зависимость репутации от затрат на неё через $r_i(z_i) = \vartheta_i(z_i)$.

С учётом введённых обозначений модель задачи определения инвестиций в репутацию, примет вид:

$$(4) \quad \begin{aligned} f_i(z) &= (p - c_i)q_i(r(z), Q) - c_{i0} - z_i = \\ &= (p - c_i)\varphi_i(r(z), Q) - c_{i0} - z_i \xrightarrow{z_i \in Z_i} \max, \end{aligned} \quad i \in N.$$

В результате получена модель конкурентного взаимодействия между участниками рынка поставок, включающей целевые функции поставщиков, каждый из которых выбирает объём инвестиций в свою репутацию. Если функции $r_i(x_i) = v_i(x_i)$ непрерывны, а функция $\varphi_i(\cdot)$ непрерывна по совокупности переменных и вогнута по r_i , то при фиксированном суммарном заказе Q , существует равновесие Нэша. Определим равновесие Нэша, исследуем его свойства, найдём значение целевых функций в зависимости от выбранной поставщиками стратегий.

Введём обозначение $x_i(x_{-i}) = \arg \max_{x_i} f_i(x_i, x_{-i})$ множество чистых стратегий i -го поставщика являющимся наилучшим его ответом по выбору объемов инвестиций в свою репутацию на обстановку x_{-i} .

Рассмотрим случай, когда для устойчивости конкурентного взаимодействия между поставщиками необходимо, чтобы для каждого участника системы поставок выполнялись следующие условия:

$$(5) \quad \{x_1(x_{-1}) \cap x_2(x_{-2}) \cap \dots \cap x_n(x_{-n}) \neq \emptyset\} \wedge \\ \wedge \{\forall i \in N, p - c_i > 0\} \wedge \{\forall i \in N, x_i^p > 0\}$$

где $x_i^p \in x_i(x_{-i})$ – равновесный объём инвестиций в репутацию i -м поставщиком.

Таким образом, если множество эффективных решений, выбираемых каждым поставщиком пересекается и эти решения не являются нулевыми и убыточными, то они устойчивы, а это означает, что в процессе взаимодействия между поставщиками конкурентная среда сохраняется.

При найденных значениях равновесных объемов инвестиций в репутацию не трудно определить равновесные значения репутаций $r_i^p = \vartheta_i(x_i^p), i \in N$, и соответствующие им равновес-

ные объёмы заказа, $q_i^p = \varphi_i(r_i^p, Q)$, $i \in N$, а также равновесную прибыль, получаемую от реализации заказа каждым поставщиком $f_i^p(r^p) = (p - c_i)\varphi_i(x_i^p, Q) - c_{i0} - x_i^p$, $i \in N$.

Пусть заказ определяется в соответствии с уравнением

$$(6) \quad q_i(x_i) = \varphi_i(r(x_i), Q) = \frac{r_i(x_i)}{\sum_{i=1}^n r_i(x_i)} Q = \\ = \frac{r_i(x_i)}{R(x)} Q = \omega_i(r_i(x_i)) Q, \quad i \in N,$$

где $R(x) = \sum_{i=1}^n r_i(x_i)$ - суммарный уровень репутации по всем участникам системы поставок; $\omega_i(r_i(x_i))$ - доля репутации i -го поставщика в общей их сумме $R(x)$, $\sum_{i=1}^n \omega_i(r_i(x_i)) = 1$.

Тогда,

$$(7) \quad \omega_i(x) = 1 - \frac{R(x)}{Q} \left[(p - c_i) \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} \right]^{-1} = 1 - \frac{R(x)}{Q \gamma_i}, \quad i \in N,$$

где $\gamma_i = (p - c_i) \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i}$, $i \in N$.

Из полученной системы уравнений определяются эффективные объёмы инвестирования на поддержание и повышение репутации каждым поставщиком. Следовательно, поставщик с высоким уровнем конкурентного потенциала получит больший заказ на поставку комплектующих.

Рассмотрим другой случай, определив условия параметрической устойчивости конкурентного взаимодействия между поставщиками в виде следующего утверждения.

Для параметрической устойчивости конкурентного взаимодействия между поставщиками необходимо выполнение следующих условий на параметры системы поставок:

$$(8) \quad \{ \forall i (n - 1) < \min_i (k_i, i \in N) \} \wedge \{ \forall i p > (\min_i c_i, i \in N) \} \wedge \\ \wedge \left\{ \forall i \frac{\partial \varphi_i(x_i)}{\partial x_i} > 0 \right\}$$

где $k_i = \sum_{j=1}^n k_{ij} = \sum_{j=1}^n \frac{\gamma_i}{\gamma_j}$ - суммарный уровень конкурентного преимущества i -го поставщика относительно каждого участника системы поставок.

Содержательный смысл первого неравенства в фигурных скобках состоит в том, что суммарный наименьший из всех участников по поставкам уровень конкурентного преимущества

$\min_i \left(k_i = \sum_{j=1}^n k_{ij} = \sum_{j=1}^n \frac{y_i}{y_j}, i \in N \right)$, каждого поставщика не должен быть меньше величины $(n-1)$, выполнение двух других неравенств означает наличие у каждого поставщика конкурентного потенциала по затратам и по репутации. Одновременное выполнение всех неравенств для каждого поставщика обеспечивает сохранение конкурентного взаимодействия между поставщиками в точке равновесия[1].

Полученные данные помогают сформировать модель эффективного объёма инвестирования на поддержания и повышения репутации каждым поставщиком, что в свою очередь ведёт к высокому уровню конкурентного потенциала и, следовательно, к получению большого заказа на поставку комплектующих.

Литература

1. АЗОЕВ Г.Л. *Конкуренция: анализ, стратегия и практика*. М.: Центр экономики и маркетинга, 2003. 208 с.
2. ГУБКО М.В., НОВИКОВ Д.А. *Теория игр в управлении организационными системами*. М.: Синтег, 2002. 148 с.
3. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами*. М.: МЛСИ, 2005. 584 с.

ТЕХНОЛОГИИ ОБОСНОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ВАЛЮТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Гуреев К.А., Голубева О.С.

*(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)*
nedstf@pstu.ru, gureev.prof@gmail.com

Предлагается подход к разработке технологии обоснования перспективных направлений валютной политики на основе системного анализа и свёртки факторов экспортно-импортного баланса и валютных курсов.

Ключевые слова: валютная политика, экспортно-импортный баланс, валютный курс, матричная и линейная свёртки.

Среди возможных целей валютного регулирования одной из наиболее важных считается содействие государственной политике по достижению устойчивого экономического роста. В современной экономической теории [1] «под экономическим ростом обычно понимаются не кратковременные взлеты и падения реального объема производства относительно естественного значения, а долгосрочные изменения естественного уровня реального объема производства, связанные с развитием производительных сил на долгосрочном временном интервале». Сегодня говорить о росте одновременно во всех отраслях экономики не только не разумно с позиции реалистичности, но и не целесообразно с экономической точки зрения. Очевидно, что в ряде экономических направлений изменения не предвидятся, да и особой потребности в них нет. Страна, занимая лидирующие позиции в некотором направлении производства, вполне может себе позволить импортировать недостающий перечень товаров. Этот подход позволяет также высвободить часть внутренних ресурсов и направить их в отрасли, перспективные в плане экспорта. Государству, в лице правительства и экономически активных секторов, требуется выработать стратегический план развития экономики, конечной оценкой эффективности которого будет являться экспортно-импортный баланс. Параметры экспортно-импортного баланса могут быть весьма различны в зависимости от стоимостей валют стран-контрагентов и регулирующих действий правительства. Приведём несколько примеров вмешательства Центрального Банка РФ в валютную торговлю, положительно отразившегося на экономической ситуации.

23 января 2009 года верхняя граница валютного коридора стоимости бивалютной корзины была установлена на уровне 41 рубль. Это действие ЦБ можно оценивать с нескольких позиций: 1) ЦБ в ситуации дестабилизации валютных курсов принял решение о поддержке национальной валюты, мотивируя это, в частности, неадекватным поведением валютных трейдеров, «метавшихся» на рынке с целью поиска оптимального пути сохранения собственного капитала; 2) данное решение было призвано защитить производителей, направлявших основные продукты производства на экспорт; 3) подобный контроль также призван

снизить колебания рыночных цен, коррелирующих с ценами импортируемых товаров. Мнения экспертов при оценке этих позиций сошлись, указывая на то, что имело место наиболее приемлемое решение ЦБ в тот период.

Другим частным примером является применение интервенции ЦБ, целью которой также является регулирующим воздействием на валютный рынок.

Необходимо отметить, что Центральный Банк весьма богат инструментами регулирования валютных курсов. Однако, в результате поиска информации о единой государственной политике в вопросе влияния на стоимость национальной валюты удалось определить, что среди перечня всевозможных документов и актов, а также планов развития, отсутствует ясное аргументированное изложение правительственной стратегии в области валютного регулирования. В работе предлагается подход к разработке технологии обоснования перспективных направлений валютной политики на основе системного анализа и свёртки факторов экспортно-импортного баланса и валютных курсов.

Одним из основных вопросов упомянутого системного анализа является определение «положительного» соотношения курсов валют для устойчивого экономического развития страны. Здесь уместно напомнить классические макроэкономические утверждения: «Высокий реальный курс национальной валюты делает относительно дешевыми импортные товары и относительно дорогими – национальные. Потребители предпочитают иностранные товары, экспорт национальных товаров затруднен. Низкий реальный курс национальной валюты стимулирует экспорт из страны, вызывает рост цен на импортные товары. Население предпочитает отечественные товары». Вывод очевиден. Если государственная политика в настоящий момент ориентирована на импорт, то правительству, во главе с ЦБ, следует направлять свои усилия в сторону укрепления позиций национальной валюты, в противном случае – в сторону занижения её стоимости. При этом дозирование усилий должно осуществляться с учётом существенно нечётких исходных посылок.

В качестве «отправного пункта» принимаем утверждение, что политика валютного регулирования должна опираться на уровень развития и направленное движение экономики. Если в текущий момент времени и в целом на некоторый долгосрочный период экономика ориентирована на импорт (в данном случае

речь идёт про отношения с конкретной страной), то требуется оценить торговые с ней взаимоотношения. Задача многофакторная, но на данном этапе примем во внимание лишь наиболее существенные из них: экспортно-импортный баланс и валютный курс. Они интерпретируются человеческим фактором - предпочтениями государственных органов и представителей крупного бизнеса. Данное обстоятельство делает обоснованным применение в этих задачах интеллектуальных технологий, использующих нелинейные свёртки [2].

С целью квантирования факторов представим экспортно-импортные взаимоотношения между странами в виде отношения известного объёма импортируемых товаров в валюте страны-импортёра к соответствующему количеству экспортируемой продукции в валюте страны-экспортёра или в иной валюте с учётом особенностей принятого между странами порядка расчёта, а также - отношение национальных валют. Предпочтения полномочных и заинтересованных в управлении валютным рынком лиц проявляются уже на этапе формирования функций приведения квантированных факторов к качественной шкале комплексного оценивания при установлении рабочего интервала и местоположения экстремума, обозначающего их оптимальные значения.

Для двухфакторной модели предпочтений достаточно бинарной свёртки, описывающей уровень соответствия показателей эффективности валютной политики и экономических отношений с конкретным государством. Положим, что отношения с другими партнёрами оцениваются той же свёрткой. Тогда комплексный уровень взаимосоответствия показателей эффективности можно выразить модифицированной линейной свёрткой [3, 4] в локальной области линеаризации нелинейной свёртки.

Полученный результат позволяет формализовать направление государственной стратегии валютного регулирования в ближайший период, а в итерационном варианте – на долгосрочную перспективу.

Литература

1. РАЙЗБЕРГ Б.А. *Курс экономики: Учебник*. 2-е изд., доп. М.: Инфра-М, 1999. 716 с.

2. ХАРИТОНОВ В.А. [И ДР.]. *Интеллектуальные технологии обоснования инновационные решений: монография* / Под ред. В.А. Харитонова. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. 363 с.
3. ГУРЕЕВ К.А., ХАРИТОНОВ В.А. *Аналитические исследования моделей рынка арендных отношений на основе линеаризации функций спроса и предложения* / Вестн. Самар. гос. экон. ун-та, 2010, №7 (69). 6 с.
4. ХАРИТОНОВ В.А., АЛЕКСЕЕВ А.О. *Сетевые механизмы анализа многофакторных рисков* / Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». М.: ИПУ РАН, 2010. С. 197–218.

МЕТОД СТРУКТУРНО-КЛАССИФИКАЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ НЕРЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ ВЫБОРОК*

Дорофеев Ю.А., Чернявский А.Л.
(ИПУ РАН, Москва)
dorofeyuk_julia@mail.ru

В работе предложен новый метод сглаживания для малых выборок, позволяющий получать достаточно точные оценки без уменьшения оперативности мониторинга. Он основан на современной методологии интеллектуального анализа сложноорганизованных данных. Постановка задачи и описание метода даётся на примере сглаживания данных мониторинга уровня безработицы в разрезе регионов.

Ключевые слова: нерепрезентативные выборки, метод формирования виртуального региона, алгоритм эталонной клас-

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проекты 11-07-00178, 11-07-00735, 10-07-00210.

сификации, процедура масштабирования, линейная модель сезонного сглаживания.

Введение

Ключевым инструментом анализа и моделирования развития социально-экономических объектов является мониторинг соответствующих показателей в разрезе субъектов РФ (далее – регионов). Основным поставщиком таких данных являются органы государственной статистики. Главная проблема, с которой сталкиваются статистики развитых стран, – это проблема коррекции статистических данных для малых (нерепрезентативных) выборок, которые обычно возникают из-за недостаточного финансирования выборочных обследований. В настоящей работе предложен новый метод анализа малых выборок, позволяющий получать достаточно точные оценки без уменьшения оперативности мониторинга. Он основан на современной методологии интеллектуального анализа сложноорганизованных данных, в том числе на алгоритмах структурно-классификационного анализа [1,2]. Постановка задачи и описание метода даётся на примере данных мониторинга уровня безработицы в регионах.

1. Метод структурно-классификационной коррекции временных рядов для малых выборок

В настоящее время по вопросам экономической активности, занятости и безработицы ежемесячно опрашивается около 69 тыс. человек в возрасте 15-72 года (0,06% населения данного возраста). Для большинства регионов достоверно оценить по этим данным уровень безработицы (УБ) не удаётся. Результаты мониторинга нуждаются в коррекции (сглаживании). Простейшим методом сглаживания является метод скользящего среднего (СС) [3]. При его применении полученная выборка достаточно представительна, кривая довольно гладкая. Но для расчёта значения СС за текущий месяц нужны данные выборочного обследования за следующий месяц. Далее описан новый метод сглаживания, устраняющий этот недостаток.

Метод эталонной группировки регионов (МЭГР). Идея метода состоит в объединении помесечных выборок нескольких регионов, близких по динамике исследуемого показателя, в одну выборку, по которой получают надежную оценку показателя. МЭГР описан как метод оценки УБ в i -м регионе в k -ом месяце (этот регион и месяц называются *расчётными*). Метод включает 4 этапа: 1) *сглаживание данных*, для чего используется метод скользящего среднего (МСС); 2) *эталонная классификация регионов* – формирование группы (класса) регионов, близких к расчётному (эталон для этой группы) по динамике УБ, объединение выборок регионов, вошедших в эту группу, которая рассматривается как один *виртуальный регион* (ВР) (ассоциируемый с расчётным регионом); 3) нахождение по этой выборке, с использованием *процедуры масштабирования*, оценки УБ для расчётного региона на расчётный месяц; 4) *сезонное сглаживание* временного ряда оценок УБ, полученного на третьем этапе.

Формирование виртуального региона. Для формирования ВР используется адаптированный *алгоритм эталонной автоматической классификации* динамических объектов [2] на выборочных данных за 14 месяцев (расчётный месяц и предыдущие 13 месяцев). На каждом шаге алгоритма в группу (ВР) добавляется регион, наиболее близкий (в определённом ниже смысле) к расчётному. Региону присваивается номер в том порядке, в котором он входит в ВР (расчётный регион имеет номер 1). Рассмотрим $(i+1)$ -й шаг алгоритма. К началу этого шага ВР включает i регионов и представлен следующей информацией: а) Временной ряд значений СС в расчётном регионе за 12 месяцев, предшествующих расчётному, а также полусумма исходных значений УБ расчётного и предыдущего месяца для этого региона (оценка СС для расчётного месяца). Этот временной ряд называется *эталон* и обозначается y_{cc}^1 . б) Временной ряд числа безработных в ВР за те же 13 месяцев $n_{безд}^i$. в) Временной ряд численности экономически активного населения в ВР $n_{за}^i$. г) Временной ряд значений УБ в ВР за 13 месяцев $y_{безд}^i$. д) Коэффициент корреляции между временным рядом значений УБ в сформированном к $(i+1)$ -му шагу ВР и эталон $r_i = r(y_{безд}^i, y_{cc}^1)$. На $(i+1)$ -м шаге алгоритма из всех ещё не во-

шедших в группу регионов выбирается такой k -й регион, добавление которого к группе доставляет максимум коэффициенту корреляции r_{i+1} : $r_{i+1}(k) = \max_j r(y_{\text{безр}}^{i+1}(j), y_{\text{cc}}^1)$. Если $r_{i+1} \geq r_i$, то этот регион вводится в ВР с номером $(i+1)$; если $r_{i+1} < r_i$, то работа алгоритма заканчивается. **Процедура масштабирования (ПМ)**. Мера близости рядов – значение коэффициента корреляции, поэтому смещение на константу и изменение масштаба его не меняет. Цель процедуры масштабирования – с помощью линейного преобразования кривой УБ в ВР так совместить её с кривой СС для расчетного региона, чтобы сумма квадратов разностей между этими кривыми по всем месяцам была минимальной. **Сезонное сглаживание**. Производится выделение линейного тренда и сезонной составляющей полученного на третьем этапе ряда УБ. Так как ежемесячные обследования безработицы проводятся только с августа 2009г., то, по крайней мере, до конца 2012г. единственным надёжным способом сезонного сглаживания остаётся нахождение линейного тренда. Использование нелинейных функций требует намного более длинного временного ряда.

Эффективность МЭГР была подтверждена результатами расчётов оценок УБ за период 09.2010–04.2011 по всем регионам РФ. Оказалось, что оценки УБ, полученные МСС и МЭГР, достаточно близки, но МЭГР имеет решающее преимущество – он позволяет получать оценки параметра сразу же после получения данных за расчётный месяц.

Литература

1. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А. *Классификационный анализ данных* // Труды Международной конференции по проблемам управления. Том 1. -М.: СИНТЕГ, 1999. С. 62-67.
2. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А., ДОРОФЕЮК Ю.А. *Методы динамического структурного анализа многомерных объектов*. / Четвертая международная конференция по проблемам управления (МКПУ-IV): Сборник трудов. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 338-343.
3. БОКС ДЖ., ДЖЕНКИНС Г. *Анализ временных рядов. Прогноз и управление*. М.: Мир, 1974. 406 с.

МОДЕЛЬ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ

Дранко О.И.

(Московский физико-технический институт)

dranko@mail.mipt.ru

Прогнозирование движения денежных средств (ДДС) для оценки стоимости доходным методом – достаточно объемная задача, требует больших и кропотливых расчетов. Экспресс-модель финансового прогнозирования позволяет сформировать движение денежных средств и провести оценку стоимости за короткое время с приемлемой точностью.

Ключевые слова: прогнозирование, модель стоимости.

1. Экспресс-модель финансового прогнозирования

Модель финансового прогнозирования описана в нескольких источниках, но широкого распространения в России не получила. Основная идея: использовать балансовые соотношения финансовой отчетности и увязать изменение балансовых статей с факторами бизнеса [1].

Свободный денежный поток предприятия формируется при превышении пассивов над активами (косвенная форма движения денежных средств). В терминах приращения

$$(1) \quad CF = \Delta E + \Delta D - \Delta FA - \Delta WC,$$

где E - собственный капитал, D - чистый долг (разница кредитов и денежных средств), FA - внеоборотные активы, WC - собственный оборотный капитал.

Ключевая связь, увязывающая два основных финансовых документа (баланс и план/отчет по прибылям/убыткам) состоит в увеличении собственного капитала на величину нераспределенной прибыли NI .

$$(2) \quad \Delta E = NI = (S - C) * (1 - \gamma) = S * (1 - kC) * (1 - \gamma),$$

где NI – нераспределенная прибыль, S – продажи, C – расходы, kC – удельные затраты, γ – доля чистой прибыли на потребление (выплату дивидендов).

Объем продаж – величина, задаваемая извне явно или прежнему темпу роста.

Оборотный капитал растет пропорционально объему продаж (без изменения бизнес-технологий):

$$(3) \Delta WC = \Delta S * kWC,$$

где $kWC = WC / S$ – срок оборачиваемости собственного оборотного капитала

Для крупного бизнеса США изменение активов происходит пропорционально объему продаж [2]:

$$(4) \Delta FA = kFA * \Delta S,$$

где $kFA = FA / S$ – фондоотдача. Для пассивной кредитной политики $\Delta D = 0$:

$$(5) CF = S * (1 - kC) * (1 - \gamma) - kS * (kFA + kWC),$$

где $kS = \Delta S / S$ – темп роста объемов продаж.

2. Экспресс-модель стоимости по дисконтированным денежным потокам

Считается [3], что наиболее высокую корреляцию со стоимостью бизнеса показывает метод дисконтирования денежных потоков.

$$(6) EV = MC + D = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{CF_t}{(1+r)^t},$$

где EV – стоимость бизнеса, MC – стоимость акционерного капитала, D – долг, r – ставка дисконтирования.

Распространенный подход к оценке следующий:

1. период прогноза разбивается на два: прогнозный и постпрогнозный;
2. в прогнозном периоде строится прогноз денежных потоков в явном виде с использованием экспресс- модели финансового прогнозирования для расчета ДДС;
3. в постпрогнозном периоде используется предположение о фиксированной скорости роста денежного потока.

$$(7) MC + D = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=N+1}^{\infty} \frac{CF_t}{(1+r)^t} = EV_1 + EV_2,$$

где EV_1, EV_2 – расчет стоимости бизнеса в прогнозный и постпрогнозный периоды соответственно.

Модель финансового прогнозирования позволяет рассматривать возможные проекты развития, в данной работе для упрощения рассмотрим модификацию модели с постоянными параметрами. При постоянстве параметров системы EV_1 – это сумма геометрической прогрессии

$$(8) \quad EV_1 = k_{CF} * S_0 * \frac{1+k_S}{r-k_S} * \left(1 - \left(\frac{1+k_S}{1+r} \right)^N \right),$$

где S_0 – объем продаж в начальный год.

Стоимость бизнеса в постпрогнозный период

$$(9) \quad EV_2 = \frac{CF_{N+1}}{(1+r)^N} * \frac{1}{r-g} = k_{CF} * S_0 * \frac{(1+k_S)^{N+1}}{(1+r)^N} * \frac{1}{r-g}.$$

3. Пример оценки стоимости

Для примера (таблица 1) рассматривается одна из крупнейших компаний России ОАО «Лукойл». Исходная информация, предположения опущены из-за краткости статьи.

Расчеты по экспресс-модели отличаются от консенсус-прогноза на 16%, что сопоставимо с разбросом оценок различных экспертов и волатильностью рынка.

Таблица 1. Оценка капитализации компании

№	Расчет стоимости	Млн.USD
1.1	Рыночная стоимость	50 388
1.2	Консенсус-прогноз, на 11.01.11	62 927
2	Чистые активы	59 608
3	Мультипликатор* по EBITDA	88 821
4	Дисконтированные денеж.потоки	75 349
4.1	Прогнозная стоимость - прибыль	38 567
4.2	Прогнозная стоимость - инвестиции	-25 313
4.3	Постпрогнозная стоимость - прибыль	144 346
4.4	Постпрогнозная стоимость - инвестиции	-66 491
4.5	Долги	15 759

Заключение

Рассмотренная модель позволяет за короткое время с приемлемой точностью оценивать стоимость крупного бизнеса.

* Мультипликатор – обратная величина к ставке дисконтирования.

Экспресс-оценки стоимости в рассматриваемом виде можно использовать для аналитических исследований.

Литература

1. ДРАНКО О.И. *Модель финансового прогнозирования и сценарии внутренних инвестиций* // Проблемы управления. 2007. № 1.
2. ДРАНКО О.И., ФИЛИМОНОВ В.С. *Оценка темпов роста бизнеса по экспериментальным данным* // Труды «Управление большими системами». Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2011.
3. КОУПЛЕНД Т., КОЛЕР Т., МУРИН Д. *Стоимость компаний: оценка и управление*. – М.: Олимп-Бизнес, 2005.

ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ СТОИМОСТИ: ДИВИДЕНДНАЯ ПОЛИТИКА

Дранко О.И., Филимонов В.С.

(Московский физико-технический институт)
vsfilimonov@yandex.ru, olegdranko@gmail.com

Рассматривается модель стоимости бизнеса, основывающаяся на дисконтированных денежных потоках в дискретном виде. Полученное аналитическое выражение позволяет исследовать задачу максимизации стоимости в зависимости от соответствующих параметров.

Одним из рассматриваемых параметров является распределение прибыли на накопление и потребление (дивидендная политика). Проводится сопоставление с фактическими данными компаний США.

Ключевые слова: модель стоимости, дивидендная политика, дисконтированный денежный поток.

Введение

При рассмотрении стоимости бизнеса перед собственником возникает вопрос, какое влияние окажет выбранная стратегия распределения прибыли. С одной стороны, вывод всех свободных денежных средств из бизнеса приводит к получению максимальных текущих дивидендов, с другой, полное реинвестирование прибыли хоть и увеличивает капитализацию компании, не приносит собственнику никакого осязаемого результата. Возникает проблема выбора оптимальной дивидендной политики для максимизации стоимости бизнеса.

1. Модель

В соответствии с выявленной в работе [1] линейной зависимостью объема продаж от активов предприятия, можно рассмотреть следующую модель: $S = kA$, где S – объем продаж, A – активы, k – коэффициент пропорциональности. Расходы компании состоят из переменных затрат v , зависящих от S , и условно-постоянных затрат F . Тогда прибыль – π компании может быть представлена следующим образом:

$$(1) \quad \pi = S(1-v) - F = mA - F,$$

где m – маржа (от активов).

Исходя из выражения (1), рост активов за счет реинвестированной прибыли можно представить в следующем виде:

$$(2) \quad \Delta A = \gamma\pi = \gamma(mA - F).$$

Предполагая, что на рассматриваемом рынке не наступает насыщения в процессе роста, формула для активов в n -ом периоде для дискретного приращения имеет вид:

$$(3) \quad A_n = \left(A_0 - \frac{F}{m}\right)(1 + \gamma m)^n + \frac{F}{m}.$$

Тогда стоимость EV можно представить следующим образом [2]:

$$(4) \quad EV = \sum_{t=1}^n \frac{(1-\gamma)(A_t m - F)}{(1+i)^t},$$

где i – ставка дисконтирования.

Для постоянных параметров γ , m , k , i возможно следующее аналитическое представление EV :

$$(5) \quad EV = (1 - \gamma)(mA_0 - F) \frac{(1 + \gamma m)}{(i - \gamma m)} \left(1 - \left(\frac{1 + \gamma m}{1 + i} \right)^n \right).$$

Таким образом, стоимость определяется основными показателями компании, в том числе и дивидендной политики (коэффициент реинвестирования γ).

2. Моделирование

Разобьем жизненный цикл компании на прогнозный и постпрогнозный периоды [2]. Так как значительная часть стоимости компании создается в постпрогножном периоде, рассмотрим его, определив соответствующие параметры для моделирования результатов согласно полученному выражению (5).

Значение EV монотонно зависит от m , n (растет), i , F (падает), что легко проинтерпретировать с содержательной точки зрения (маржу повышать, постоянные затраты сокращать). Зависимость EV от γ не имеет однозначной зависимости (дивидендная политика).

Результаты моделирования стоимости EV в зависимости от доли реинвестирования прибыли γ для разных значений m приведены на рис.1 и в таблице 1 для ставки дисконтирования $i=10\%$, горизонта прогнозирования $n = 50$ лет.

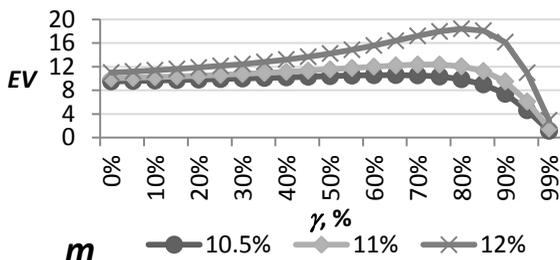


Рис.1. Зависимость стоимости компании от коэффициента реинвестирования

Таблица 1. Зависимость оптимального коэффициента реинвестирования прибыли от маржи по активам

<i>m, %</i>	8	10	12	14	16	18	20
<i>γ, %</i>	42	62	72	78	82	84	86

3. Исследование коэффициента реинвестирования реальных компаний

Информация по усредненным коэффициентам реинвестирования прибыли по классам надежности для 969 компаний США по итогам 2009 года приведена в таблице 2.

Таблица.2. Маржинальная прибыль и доля реинвестирования прибыли по категориям надежности компаний

Категория	A++	A+	A	B++
<i>m, %</i>	13.6	11.4	12.2	8.3
<i>γ статистическая, %</i>	63	64	63	66
<i>γ оптимальное, %</i>	66	45	55	-50%

В случае, когда ставка дисконтирования i превышает долю реинвестирования прибыли γ , оптимальное решение согласно модели – вывод средств из компании (оптимальное γ отрицательно для категории B+).

Выводы

Исходя из представленного в работе исследования видно, что одним из основных параметров управления стоимостью компании является коэффициент реинвестирования прибыли. Применив рассмотренную модель, можно получить оптимальные значения коэффициента реинвестирования, при этом добившись максимальных значений стоимости компании. Предложенный метод может быть использован для экспресс-оценки принимаемых собственниками решений.

Литература

1. ДРАНКО О.И., ФИЛИМОНОВ В.С. *Оценка темпов роста бизнеса по экспериментальным данным* / Труды «Управление»

ние большими системами». Магнитогорск: МГТУ им. Г.И.Носова, 2011. С. 243 – 248.

2. Коупленд Т., Колер Т., Мурин Д. *Стоимость компаний: оценка и управление*. М.: Олимп-Бизнес, 2005. – 576 с.

МНОВОВАРИАНТНЫЙ ПРОГНОЗ УРОВНЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НАСЕЛЕНИЕМ Г. НОВОКУЗНЕЦКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Дружилов А.С., Киселева Т.В.

*(Сибирский государственный индустриальный
университет, Новокузнецк)*

kis@siu.sibsiu.ru

С целью более обоснованного планирования объема закупок на лекарственные препараты рассматривается многовариантный прогноз уровня их потребления населением г. Новокузнецка. Предложенный многовариантный прогнозатор объединяет как классические, так и построенные на базе нейросетевых технологий прогнозаторы, что позволило значительно повысить точность прогноза, а значит более точно планировать закупки на лекарственные препараты.

Ключевые слова: классические прогнозаторы, многослойный перцептрон, радиальная сеть, сеть Кохонена, многовариантный прогноз, относительная ошибка.

Введение

Целью данного исследования является разработка надежной процедуры прогнозирования потребности населения в лекарственных препаратах для создания единой системы их заказов Кустовым медицинским информационно-аналитическим центром (КМИАЦ) г. Новокузнецка.

В последнее время является актуальным вопрос о планировании закупок лекарственных препаратов в муниципальные аптеки и аптечные пункты при больницах. Зачастую объем закупок на будущий период делается на основе оценки закупок, произведенных в предыдущие периоды планирования. При этом часто оказывается, что потребность отдельных лекарственных препаратов превышает закупленный объем, а другие препараты остаются невостребованными в конце планируемого периода, так как их объем превышает спрос.

1. Описание используемых прогнозаторов и результаты прогноза

Для более обоснованного планирования объема закупок предложено прогнозировать спрос на наиболее востребованные лекарственные препараты.

Исследование проводилось в несколько этапов. В качестве методов прогнозирования на первом этапе были взяты классические и нейросетевые прогнозаторы. Среди классических использованы наиболее популярные: экспоненциальный сглаживатель (ЭС) с экстраполяцией, простая сдвигка, алгоритмы Холта и Холта-Муира. Нейросетевые прогнозаторы представлены многослойным перцептроном, радиальной сетью и нейронной сетью Кохонена. Для использования классических прогнозаторов необходимо сначала оптимизировать их настроечные параметры. Нейросетевые прогнозаторы нужно вначале обучить.

При выборе структуры нейросетевых прогнозаторов проводится предварительный анализ рядов данных с целью выявления их особенностей. Для каждого прогнозируемого ряда данных можно выделить несколько информативных признаков, которые затем используются для повышения качества нейронной сети [1, 2]. Например, отбраковывая лишние данные и увеличивая весовые коэффициенты информативных признаков, можно привести ряд данных к удобному для обучения нейронной сети виду (повысить скорость обучения, точность и целостность прогнозных значений). Выделенные информативные признаки подаются на входы нейронной сети в виде отдельных реализаций, которые затем объединяются по сходным признакам, способствующим более точному

прогнозу. Способами выделения информативных признаков и приведения ряда данных к виду, удобному для обработки нейронной сети, служат: нормирование, свертка, фильтрация шумов, разделение ряда на периодическую и аperiodическую составляющие и т.д.

Названные выше классические и три вида нейронных прогнозаторов были использованы для прогнозирования объема потребления одного из наиболее востребованных лекарственных средств - церебролизина. Сравнительный анализ точности прогноза с помощью различных алгоритмов был сделан для недельного потребления этого препарата. При прогнозировании на одну неделю относительная ошибка прогноза с помощью ЭС с экстраполяцией составила 18,36 %; простой сдвиги - 7,8 %; алгоритма Холта - 5,4 %; Холта-Муира - 7,5 %. Таким образом, при использовании классических прогнозаторов наилучшим оказался алгоритм Холта.

Нейронный прогнозатор на базе многослойного персептрона построен с тремя слоями: входной слой состоит из девяти входных элементов, промежуточный слой - из семнадцати нейронов, а выходной слой включает либо один параметр, либо пять в зависимости от длительности прогноза (на одну или пять недель). Относительная ошибка при прогнозе на одну неделю составила 9,2 %. Прогнозатор, основанный на радиальной нейронной сети, имеет три слоя: входной слой включает один элемент, промежуточный слой состоит из восьми нейронов, а выходной - из одного линейного нейрона. Относительная ошибка составила 6,3 %. При использовании прогнозатора Кохонена, полученная относительная ошибка равна 18,6 %.

Сопоставительный анализ точности показал, что нейросетевые прогнозаторы при прогнозе даже на одну неделю не являются самыми точными. Однако при увеличении интервала прогнозирования их точность падает в меньших размерах, чем классических прогнозаторов.

2. Структура многовариантного прогнозатора и результаты его использования

На втором этапе исследования была сделана попытка улучшить качество прогноза путем объединения результатов прогнозирования, полученных на первом этапе.

Для получения устойчивого качественного прогноза потребления церебролизина на одну, две и т.д. пять недель предложена структура многовариантного прогнозатора, включающего все указанные выше алгоритмы прогноза. Итоговый прогноз на каждом шаге принимался как сумма результатов прогнозирования, полученных каждым алгоритмом, взятых с весовыми коэффициентами, которые корректируются на каждом шаге прогнозирования в зависимости от текущей точности работы каждого варианта прогноза.

Целесообразность разработки многовариантной структуры прогнозатора диктуется следующими соображениями:

1. В связи с тем, что рассматриваемые реализации характеризуют в большинстве случаев нестационарные процессы, текущие статистические характеристики которых непрерывно изменяются, для прогнозирования таких реализаций целесообразно привлекать несколько алгоритмов.

2. Для сравнительного анализа различных алгоритмов прогнозирования, обучения и испытания, а также повышения надежности функционирования прогнозирующих устройств и человеко-машинных прогнозирующих систем.

Постановка задачи построения многовариантного прогнозатора приведена ниже.

Дано: 1. Реализации прогнозируемых данных. 2. Нейросетевые и классические прогнозаторы, взятые для построения многовариантного алгоритма. 3. Структура многовариантного прогнозатора. 4. Ограничение: относительная ошибка прогноза на 1 – 5 недель не должна превышать 10 %. 5. Критерий точности прогнозирования: среднемодульная ошибка прогноза.

Требуется: 1) построить многовариантный прогнозатор, удовлетворяющий ограничению и минимизирующий критерий; 2) проверить точность многовариантного прогноза на контрольной выборке.

В многовариантном прогнозаторе выполняются следующие операции: 1) параллельно производится прогнозирование по всем используемым алгоритмам, результаты которых привлекаются для формирования первичных вариантов прогнозных оценок; 2) в блоке расчета критериев качества оцениваются значения текущих показателей точности прогноза (среднемодульная

ошибка, коэффициент детерминации и т.д.). По этим показателям оцениваются весовые коэффициенты, с которыми результаты объединяются в многовариантных прогноз.; 3) Полученный результат сравнивается с предыдущими и, если качество прогноза ухудшилось, то с привлечением эксперта производится адаптация многовариантного прогнозатора к новым условиям, которая заключается в следующем: а) изменение настроечных параметров алгоритмов прогнозирования; б) изменение структуры прогнозаторов (гибридизация алгоритмов, элиминирование алгоритмов, которые систематически не обеспечивают заданную точность); в) присоединение новых алгоритмов; г) выявление и добавление новых факторов, влияющих на прогноз.

Результаты многовариантного прогноза вместе с результатами, полученными отдельными прогнозаторами, и факторами, влияющие на прогноз, представляются эксперту, который после анализа выдает итоговый прогноз лицу, принимающему решение о планировании закупок лекарственных препаратов. Эксперт может воздействовать на входные данные, варьируя их в некотором диапазоне, если они не вызывают у него доверия, а также с целью моделирования возможных последствий при действии нестационарных возмущений.

Точность прогноза многовариантного алгоритма, оцененная с помощью относительной ошибки для реализации недельного потребления церебролизина (для сравнения с этим показателем, полученным при использовании отдельных прогнозаторов), составила 4,1 %, что подтверждает целесообразность его применения. СМО равна 0,101. Кроме того, следует отметить, что при увеличении интервала прогноза от одной недели до пяти точность прогнозирования у многовариантного алгоритма падает гораздо с меньшей интенсивностью, чем у отдельных прогнозаторов. Так, при интервале прогнозирования в две недели относительная ошибка составляет 5,8 %; при интервале в три недели – 7,1 %; а при прогнозе на пять недель она равна для контрольного ряда 9,4 %. Такая точность позволяет констатировать, что с помощью многовариантного прогнозирования необходимая надежность обеспечена.

На рисунке 1 приведена реализация недельного уровня потребления церебролизина и его прогнозные оценки, полученные многовариантным прогнозатором.

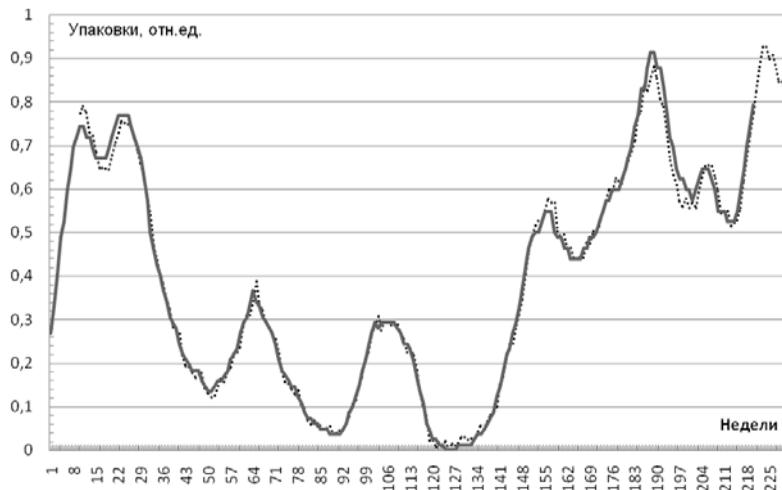


Рис. 1. Реализация недельного уровня потребления церебролизина и его прогнозные оценки

Использование результатов прогноза для формирования плановых закупок на лекарственные препараты позволит более обосновано удовлетворять потребность в лекарственных средствах население г. Новокузнецка.

Литература

1. ОСОВСКИЙ С. *Нейронные сети для обработки информации*. М.: Финансы и статистика, 2004. 343 с.
2. ЛИВШИЦ В.Б., БУЛДАКОВА Т.И., КОЛЕНТЬЕВ С.В. *Статистический и нейросетевой методы идентификации и прогнозирования в медицине // Информационные технологии*. 2004. № 3. С. 60–63.

ДВОЙНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В МОДЕЛЯХ ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Ерешко А.Ф.

(Вычислительный центр РАН, Москва)

fereshko@yandex.ru

Рассматриваются формальные модельные соотношения для описания рефлексивных взаимодействий на финансовых рынках. Первые модели были выписаны в дискретном времени, процесс взаимного влияния двух сторон имел прерывный характер, что представляет одну из возможных схематизаций. Предлагается игровая модель с обратными связями в непрерывном времени между скоростными характеристиками, что отражает мгновенные особенности протекания финансовых процессов. Последующие исследования направляются на установление связей между дискретным описанием и непрерывным, поскольку вычислительные процедуры принципиально вытекают из конечных вычислительных схем и алгоритмов.

Ключевые слова: финансовые процессы, обратные связи, представление, отражение, рефлексия, скорости изменения параметров, взаимодействие фьючерсных и спотовых цен.

Введение

В задачах управления портфелем финансовых инструментов одно из центральных мест занимает проблематика построения моделей формирования неопределенных факторов, что проявляется в построении моделей цен. В работе Сороса Дж. [1] было предложено учитывать в построении моделей цен элементы рефлексивных взаимодействий, присутствующих на различных рынках. В теории управления, принятия решений и теории игр рефлексивное поведение и рефлексивное управление (управление с рефлексией) уже давно привлекает внимание исследователей [2]. Основной содержательный мотив в этих работах связан с попытками активных участников предвосхитить, предугадать действия или намерения окружающих с тем, чтобы улучшить или вообще сформировать стратегию управления, с наличием в процедурах принятия решений эле-

ментов рассуждений, когда участник в текущий момент формирует мысленно прогноз развития процесса, опираясь на текущее положение, а в текущее положение включается мысленный прогноз, размышление участника. Сорос Дж. в вербальных моделях допускает положение, когда взаимоотношения между переменными не должны быть внутренне непротиворечивыми [1, стр. 86], что недопустимо при формальном определении. С формальной точки зрения рефлексии можно рассматривать как проявление двойной обратной связи в динамических моделях управляемых систем.

1. Модель одного из вариантов взаимодействия

Настоящая работа развивает подходы, предложенные в [3], основное внимание уделяется возможностям описания моделей в непрерывном времени. Рассмотрим сетевое взаимодействие N участников экономической системы, связанных взаимными инвестициями и займами. В каждом узле сети располагается экономически активный участник, который характеризуется парой: активами $A_i(t)$ и обязательствами $L_i(t)$.

Относительно взаимодействия характеристик примем следующие предположения, отражающие характер двойной обратной связи [3]. Положим, что

а) характеристика $A_i(t)$ является более инертной; $L_i(t)$ более мобильная, с большей изменчивостью;

б) характеристики имеют “растущий” характер в соответствии с ростом всего рынка, и их рост характеризуется коэффициентом δ ;

в) коэффициенты ε и $\alpha(t)$ соотносят скорости изменения характеристик L_i и A_i ;

г) характеристики A_i и L_i могут “притягиваться” друг к другу, могут отталкиваться, и “сила взаимодействия” определяется величиной $\gamma(t)$;

д) влияние L_i на A_i запаздывает во времени на шаг ζ , и коэффициент $\beta(t)$ соотносит скорости соответствующих изменений характеристик.

е) влияние приращения A_i на L_i запаздывает во времени на шаг τ , где τ – характерный период времени, который учитывает рынок, отслеживая изменения в показателе финансового благополучия компании A_i , и коэффициент $\alpha(t)$ соотносит скорости соответствующих изменений характеристик

В соответствии с принятыми допущениями, описывающие изменения характеристик L_i и A_i без взаимодействия с другими экономическими агентами в непрерывном времени, запишутся в виде:

$$\frac{dL_i(t)}{dt} = \delta \varepsilon L_i(t) + \alpha(t)(A_i(t) - A_i(t - \tau)) + \gamma(t)(A_i(t) - L_i(t)),$$

$$\frac{dA_i(t)}{dt} = \delta A_i(t) + \beta(t)L_i(t - \zeta).$$

2. Модель рефлексивных взаимодействий финансовых инструментов

Предлагается соответствующая формализация для фьючерсного рынка. Принципиально для данного подхода, что генерируемые кривые, полученные в результате вычислительных экспериментов, близки по формам к реальным кривым, приведенным в книге [1] и отражающим взаимное рефлексивное влияние на рынках финансовых инструментов.

На фьючерсном рынке, где действуют реальные и спекулятивно настроенные трейдеры, а также регуляторы, предлагается формализация: $f(t, T)$ – фьючерсная цена актива в момент времени t на момент времени T , $p(t)$ – реальная цена (спот) актива в момент времени t , $t_0 \leq t < \infty$, $t_0 \leq T < \infty$. λ – безрисковая ставка.

$$\frac{\partial f(t, T)}{\partial t} = e^{\lambda(T-t)} \frac{dp_s(\tau)}{d\tau} + \alpha W_f(t, T), \quad \frac{\partial f(t, T)}{\partial T} = \lambda f(t, T) + \beta W_f(t, T),$$

$$\frac{dp_s(t)}{dt} = \delta \frac{df(\tau, t)}{d\tau} + \gamma W_p(t),$$

где коэффициенты α , β , γ – соотносят внешние воздействия и скорости изменения цен, ζ – интервал запаздывания, τ – момент времени предшествующий t , $\tau = t - \zeta$, δ – коэффициент

соотнесения скоростей изменения цен, $W_f(t)$, $W_p(t)$ – сценарии воздействия внешних условий на изменения цен.

Предлагаемые соотношения для формирования сценариев цен с учетом рефлексии являются только первым приближением к одной из возможных технологий генерирования неопределенных факторов в задаче управления портфелем финансовых инструментов. Использование метода Монте-Карло в сочетании с варьированием коэффициентов модели и начальных условий предоставляет далее широкие возможности для генерирования практически реализуемых сценариев возможных реализаций неконтролируемых неопределенных факторов.

Литература

1. СОРОС ДЖ. *Алхимия финансов*. М.: Инфра-М, 1996. 416 с.
2. ГЕРМЕЙЕР Ю.Б. *Игры с противоположными интересами*. М.: Наука, 1976. 326 с.
3. ЕРЕШКО Ф.И., *Моделирование рефлексивных стратегий в управляемых системах*. М.: ВЦ РАН, 2001. 47 с.

ИГРОВОЙ АЛГОРИТМ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КОАЛИЦИИ ИПОТЕЧНЫХ ЗАЁМЩИКОВ

Ерешко А.Ф.

(Вычислительный центр РАН, Москва)

fereshko@yandex.ru

Рассматривается процесс формирования коалиции заёмщиков в их взаимодействии с инвестором. Предлагается игровая итеративная процедура для описания последовательных выборов активных участников, опирающаяся на схему декомпозиции, вытекающую из поиска седловой точки лагранжиана.

Ключевые слова: экономические агенты, коалиция заёмщиков, общая модель, функция Лагранжа, декомпозиция.

1. Модель одного из вариантов Коалиции

Рассмотрим ситуацию, когда в свободной экономической среде функционируют экономические агенты, имеющие возможность свободного финансового выбора в желании приобрести жилье. Обозначим номера агентов $k = 1, \dots, K$, время принимает дискретные значения $t = 0, \dots, T$. Положим, что некоторый финансовый институт предлагает агентам набор договоров со следующими условиями: на первом этапе происходит накопление средств на счету агента с заданными ставками процентов на депозит. Затем через некоторое число шагов агент получает возможность получить в пользование жилье и заключает договор на получение кредита для приобретения данного жилья. На следующем шаге происходит объединение участников в пул (Коалицию) при их согласии. Инициатор (финансовый институт) создания пула в управлении финансами Коалиции располагает возможностями использовать различные финансовые инструменты и, в частности, организовывать выпуски облигационных займов под залог жилья Коалиции и суммарного потока платежей отдельных участников Коалиции.

Введем соответствующие обозначения: t_k^1 – момент начала депозитного договора агента номера k с банком, z_t^k – процентные ставки на депозитный вклад агента k в момент t , d_t^k – вклады агента k в моменты времени t , $D_{t_k^k}^k$ – накопленная сумма на депозите агентом k в момент $t = t_k^2$, $D_{t+1}^k = D_t^k(1 + 0.01z_t^k) + d_t^k$, $t = 0, \dots, t_k^2 - 1$, t_k^2 – момент передачи жилья в пользование агента, начало кредитного договора, $C_{t_k^2}^k$ – величина получаемого кредита = $H_{t_k^2}$ (стоимость приобретаемого жилья) – $D_{t_k^2}^k$ (накопленная сумма на депозитном счете); g_t^k –

процентные ставки на полученный агентом кредит, c_t^k – выплаты кредита по принятой схеме, t_k^3 – момент времени завершения участником выплат по кредиту и получения жилья в собственность.

Таким образом, возможности и обязательства агента определяются набором следующих параметров: $\{t_k^1, t_k^2, t_k^3, d_t^k, c_t^k\}$.

В ситуации, когда агенты объединяют свои возможности и обязательства, будем предполагать, что финансовый институт – инициатор объединения решает лексикографическую задачу: во-первых, стремится согласовать финансовые потоки всех участников и Коалиции с заданным уровнем обеспеченности и затем, во-вторых, решает задачу максимизации собственного капитала.

Динамику финансовых средств компании запишем в виде:

$$S_t = S_{t-1} + f_t - \varphi_t + C_t - l_t + cf_t - H_t - Q_t - q_t,$$

Здесь S_t – суммарные финансовые средства Коалиции в кассе и на расчетном счете, f_t – объем изъятия с депозитного счета Коалиции, φ_t – объем размещения средств на депозитном счете Коалиции, C_t – объем средств, взятых Коалицией в кредит в момент t , l_t – объем возвращаемых Коалицией кредитов, Q_t – объем средств, полученных коалицией за счет выпуска облигаций, q_t – объем возвращенных коалицией средств по облигационным займам. Поток платежей k -го участника выглядит следующим образом:

$$cf_t = \begin{cases} 0, & 0 \leq t < t_k^1 \\ d_t^k, & t_k^1 \leq t \leq t_k^2 \\ c_t^k, & t_k^2 \leq t \leq t_k^3 \\ 0, & t_k^3 < t \leq T \end{cases},$$

где t_k^1 – момент времени заключения договора участника с Коалицией, t_k^2 – момент времени завершения участником периода накопления средств, t_k^3 – момент времени завершения участником выплат после получения жилья в пользование и получения жилья в собственность.

Динамика средств на депозитном счете компании:

$$D_t = (1 + z_{t-1})D_{t-1} - f_t + \varphi_t,$$

где z_t – процентная ставка на депозитный вклад Коалиции во внешних банках. Динамика обязательств Коалиции на кредитном счете компании:

$$L_t = (1 + g_{t-1})L_{t-1} - l_t + C_t + Q_t - q_t,$$

где g_{t-1} – процентная кредитная ставка для Коалиции во внешних организациях.

Ограничения на выбор f_t и φ_t : $f_t - D_t \leq 0$, $\varphi_t - S_t \leq 0$.

Функционал относится к конечному финансовому состоянию Коалиции и имеет вид: $S_T + D_T \rightarrow \max$.

В общем виде соотношения можно записать в виде: $Ax \leq b$, где $x = \{S_t, D_t, f_t, \varphi_t, C_t^1, \dots, C_t^L\}$, $t = 1, \dots, T$, $b = (cf_t - H_t)$, cf_t – суммарный поток платежей участников компании, $H_t = 0$, $t \neq t_k^2$, $H_{t_k^2}$ – стоимость квартиры k -го участника, $(c, x) = S_T + D_T \rightarrow \max$

2. Схема анализа и интерпретации

Воспользуемся приемом преобразования исходной оптимизационной задачи к задаче поиска седловой точки функции Лагранжа и построения итеративных игровых методов.

Соотношения игрового метода, основанного на поиске седловой точки функции Лагранжа, имеют вид:

$$L(x, y) = (c, x) - y(Ax - b), \quad x \in X, \quad y \in Y,$$

где X, Y – параллелепипеды, определяемые из условия совпадения решения исходной задачи и поиска седловой точки функции Лагранжа, x – исходные переменные, y – двойственные переменные, оценки банковских кредитов.

Итеративный алгоритм запишется в виде:

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= x_n + \alpha_n \Delta x_n, \quad \Delta x_n = \tilde{x}_n - x_n, \quad \alpha_n \geq 0, \quad \alpha_n \rightarrow 0 \\ y_{n+1} &= y_n + \beta_n \Delta y_n, \quad \Delta y_n = \tilde{y}_n - y_n, \quad \beta_n \geq 0, \quad \beta_n \rightarrow 0, \end{aligned}$$

где \tilde{x}_n определяется из решения задачи $\max_{x \in X} [(c - y_n A)x]$ и \tilde{y}_n из решения задачи $\max_{y \in Y} [y(Ax - b)]$.

Предложенный подход пригоден для задач секьюритизации.

Литература

1. ГАСАНОВ И.И., ЕРЕШКО Ф.И. *Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием* // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. М.: ВЦ РАН, 2008. 60 с.
2. ЕРЕШКО А.Ф. *Устойчивость очереди ипотечных заёмщиков* / Материалы Второй международной конференции “Управление развитием крупномасштабных систем”. М.: ИПУ РАН, 2008.

МЕТОДЫ ИНВЕСТИЦИОННОГО АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫМИ ПРОЕКТАМИ, СВЯЗАННЫЕ С ОПЦИОНАМИ

Жолков С.Ю.

*(НИУ нефти и газа им. И.М. Губкина,
Высшая школа экономики, Москва)
sergei_jolkov@mail.ru*

Построены модели безарбитражных рынков с точностью моделирования реальных нефтяных цен в 6% и прогноза на стабильном рынке в 10.6%. Вместе с найденными индикаторами стабильности это позволяет использовать построенные модели и «реальные опционы» для оценки, прогнозирования и управления (рассматривая параметры модели как управляющие) инвестиционными проектами.

Ключевые слова: инвестиционные проекты освоения месторождений нефти и газа; стохастическая теория управления портфелем активов; безарбитражные рынки; реальные опцио-

ны; адаптивные CRR– и BMS–модели; статистика нефтяных рынков; стабильный рынок.

Важнейшие экономические характеристики для принятия решения о разработке и эксплуатации месторождения нефти и газа – стоимость запасов, связанная с динамикой цен нефтяных рынков (доходная часть инвестиционного проекта), и затраты, связанные с рисками. Мнение о чрезвычайной трудности их про-гнозирования, а следовательно (даже не беря в расчет геотехнологические проблемы), создания хорошего, вызывающего доверие инвестиционного проекта разумно и оправданно.

Проблемы: поиска и разведки, выбора среди взаимоисключающих альтернатив в неопределенной среде, решения о бурении первых скважин, моделирования рыночных цен, инвестирования в разработку месторождения и анализа рентабельности и возможности увеличить добычу изучаются с помощью стохастической теории управления портфелем активов [1–3].

В основе этого метода, предложенного в серии работ американских экономистов [4–7], лежит идея разделения затрат на детерминированные (неслучайные) и стохастические (связанные со случайностью или неопределенностью), нежелательные колебания которых и покрывают так называемые реальные опционы. Наиболее часто встречающиеся реальные опционы: [1. 3.3, 8]. Например, стоимость лицензии относят к стохастическим затратам, поскольку плата недроподателю должна существенно зависеть от цены нефти, которая носит случайный характер, и т.п. В практическом плане в 1998 г. Dias и Rocha применили этот подход во взаимовыгодном контракте компании Petrobras с контрагентом, рассчитанном на 10 лет.

Опыт был признан удачным, но, к сожалению, многие принципиальные вопросы остались невыясненными. Каким образом подтвердить стохастическую природу исследуемых процессов и правомочность применения аппарата стохастического анализа, если в отличие от естественнонаучных объектов, в реальной экономике невозможно многократное независимое повторение эксперимента (или исследуемого процесса) и проверка статистической устойчивости? Как выбрать адекватную модель для динамики реальной цены нефти или стабильного рынка, и

что такое «адекватность», количественная и качественная – как найти характеристики адекватности и каков допустимый диапазон их значений? Что такое стабильный рынок в действительности и как находить периоды его стабильности? Каковы индикаторы стабильности идеализированного рынка – существуют ли они вообще и как их находить?

Выбор модели динамики цен нефтегазового рынка определяется следующими требованиями. 1. Динамика цен является составной частью баланса инвестиционного проекта разработки и эксплуатации месторождения (инвестиционного портфеля). 2. Инвестиционный портфель должен включать все планируемые затраты и доходы – с точки зрения математики финансов (стохастической теории управления портфелем активов), это означает выполнение «условия самофинансирования». 3. Оценка стохастичности и рисков с помощью опционов возможна только на «безарбитражных рынках». Эти требования исключают из рассмотрения многие традиционные или модные модели (авторегрессии, скользящего среднего, нейронные сети и проч.).

Методы анализа спекулятивных рынков, начатые знаменитой работой Луи Башелье (1900 г.) и рассматриваемые в многочисленных работах, синтезированы в монографии [9]. Спекулятивный портфель в дискретном времени описывается стохастической последовательностью $\pi = (\pi_n) = (\beta_n, \gamma_n)_{n \geq 0}$, каждый β_n – размер капитала, свободного или взятого займа, а (γ_n) – вектор активов. Капитал портфеля описывается стохастической последовательностью

$$X^\pi = (X_n^\pi)_{n \geq 0}, X_n^\pi = \beta_n B_n + \sum_{1 \leq i \leq l} \gamma_n^i S_n^i = \beta_n B_n + \gamma_n \cdot S_n,$$

где стохастическая векторная последовательность (S_n) описывает динамику цен активов, а (B_n) – неслучайный банковский капитал безарбитражного (B, S) -рынка, при этом портфель предполагается самофинансируемым [9.Гл.2. Гл.5]. Для адекватного описания реальной статистики достаточной окажется популярная модель безарбитражного рынка, CRR-модель – модель Кокса–Росса–Рубинштейна [там же] или [10].

В адекватной модели с непрерывным временем $B = (B_t)_{t \geq 0}$ – динамика неслучайного актива (банковского счета) и динамика

цены случайного актива $S = (S_t)_{t \geq 0}$ описываются уравнениями $dB_t = rB_t dt$, $dS_t = S_t(\mu_t dt + \sigma_t dw_t)$ – модель Дюпайра (B. Dupire) [9. Т.1. С.347] с кусочно-постоянными коэффициентами. Аналогично дискретному времени для непрерывного времени задаются безарбитражный (B, S) -рынок, портфель активов и капитал самофинансируемого портфеля [9.Т.2. Гл.7]. На интервале стабильности реальный нефтяной рынок с непрерывным временем адекватно описывается В–S моделью Блэка–Мертона–Шоулза (BMS-модель) [9.Т.1. С.345,912; 11; 12].

Исходными данными являются цены на нефть за интервал 1999–2006 гг., считавшийся у экономистов наиболее стабильным и предсказуемым (статистика агентств Reuter, Bloomberg, Финам). Статистический анализ динамики реальных цен позволяет выделить 3 участка стабильности: январь 1999 г. – июль 2000 г.; июль 2000 г. – февраль 2002 г.; февраль 2002 г. – июнь 2006 г. Соответственно, весь интервал наблюдений случайного актива моделируется кусочно-постоянной (для каждого периода стабильности) моделью Дюпайра (т.е. последовательными моделями Самуэльсона) или биномиальными моделями. При этом в модели Самуэльсона: $\ln P_t - \ln P_0 = (\mu - \frac{\sigma^2}{2})t + \sigma w_t = H(t)$ для цен, незначимость регрессии для приращений (интенсивностей) $h(n) = H(n) - H(n-1)$ подтверждается стандартной статистикой Фишера $F = \frac{\|\hat{Y} - \bar{Y}\|^2}{\frac{1}{N-2} \|\mathbf{Y} - \hat{Y}\|^2}$.

Из десятка характеристик (индикаторов) адекватности модели реальному рынку выбраны 4 основных. Двухфазная адаптивная модель позволяет добиться, чтобы отклонение модели от реальности не превышало 0.06 (6%) для цен и 0.01 (1%) для логарифмов цен. В таких границах, по нашему мнению, и должны находиться характеристики близости для адекватной модели.

Построенная адаптивная модель была использована для прогноза вплоть до выхода рынка из периода стабильности с погрешностью цен, не превышающей 10.6%.

Приводятся все необходимые таблицы и графики. Отдельно исследуется, как погрешности отразятся на реальных финансовых итогах. Результаты сравниваются с «прогнозами» в [4, 5].

Интерпретация стоимости «реального опциона» как минимальных затрат инвестиционной стратегии для получения запланированной функции прибыли позволяет использовать формулы Блэка–Шоулза и биномиальной стоимости [9.Т.2].

Найденные индикаторы стабильности рынка (а только для таких рынков прогноз и возможен) дают хорошие перспективы использования построенных моделей, опционов и хеджей для оценок и прогнозов в инвестиционных проектах (разумеется, после входа в новый период стабильности (мы способны его зафиксировать) расчеты придется пересматривать).

Литература

1. ЗУБАРЕВА В.Д., САРКИСОВ А.С., АНДРЕЕВ А.Ф. *Инвестиционные нефтегазовые проекты: эффективность и риски*. М.: Недра, 2010.
2. ЛИМИТОВСКИЙ М.А. *Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках*. М.: Дело, 2004.
3. СМОЛЯК С.А. *Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности*. М.: Наука, 2002.
4. SCHWARTZ E., SMITH J.E. *Short-Term Variations and Long-Term Dynamics in Commodity Prices* // Management Science. 2000. Vol.46. N 7.
5. PINDYCK R.S. *The Long-Run Evolution of Energy Prices* // Energy Journal. 1999. Vol.20. N 2.
6. PADDOCK J.L., SIEGEL D.R., SMITH J.L. *Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases* // Quarterly Journal of Economics, August 1988.
7. DIAS M.A.G., ROCHA K.M.C. *Petroleum Concessions with Extendible Options Using Mean Reversion with Jumps to Model Oil Prices* // Working Paper, first presented at the present at "Workshop on Real Options", Stavanger, Norway, May 1998. Revised version presented in the 3rd Annual International Conference on Real Options. Netherlands, June 1999.
8. ЖОЛКОВ С.Ю. *Об инвестиционном анализе нефтегазовых проектов, связанном с реальными опционами* // Труды V

Международной конференции. MSLD'2011. М., 2011 (в печати).

9. ШИРЯЕВ А.Н. *Основы стохастической финансовой математики*. М.: Фазис, 1998.
10. COX J.C., ROSS R.A. RUBINSTEIN M. *Option Pricing: a Simplified Approach* // Journal of Financial Economics. Vol.7. N 3. 1979.
11. BLACK F., SCHOLES M. *The pricing of options and corporate liabilities* // Journal of Political Economy. V. 81. N 3. 1973.
12. MERTON R.S. *Theory of rational option pricing*. //Bell Journal of Economics and Management Science. N 4 (Spring). 1973.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ

Жуков Д.О.¹, Самойло И.В.²

(1 – *Институт криптографии, связи и информатики, Москва,*
2 – *Первый Московский государственный медицинский
университет имени И.М. Сеченова, Москва,*)
zhukovdm@yandex.ru, samoilo@yandex.ru

Для решения задачи управления профессиональным выбором предложен подход, основанный на построении интегративной модели компетенций будущего специалиста.

Ключевые слова: профессиональная ориентация, построение функций профессионального отбора, нечеткая логика, нечеткая гиперрезолюция, интегративные модели компетенций.

Введение

Современная инновационная экономика нуждается в компетентных и успешных специалистах. Поэтому в настоящее время в образовании всё большую роль играет необходимость формирования у учащихся, как профессиональных, так и неразрывно связанных с ними, личностных компетенций.

Одними из основополагающих факторов создания потенциальных компетенций являются целесообразные профессиональная ориентация и отбор.

При построении моделей профессионального отбора могут быть использованы различные подходы. В настоящее время, помимо использования психологических тестов, все большее распространение получает метод построения целевых функций качества компетенций в условиях неопределенности или нечетких состояний среды [1] с выбором значений весовых коэффициентов при переменных.

При моделировании профессионального отбора можно выделить следующие основные этапы: выбор и смысловое определение переменных и групп переменных, входящих в функции профессионального отбора и ориентации; шкалирование или задание возможных значений этих переменных на некотором множестве; построение функций профессионального отбора с помощью определения логических операций над переменными и группами переменных.

Для математического обеспечения работы таких систем, на наш взгляд, кажется перспективным использование различных методов нечеткой логики, в частности *метода нечеткой гипер-резолюции*.

Синергетическая модель компетенций и интегративные алгоритмы управления

Идею же синергетического интегративного подхода к построению моделей управления профессиональной ориентацией подсказали результаты тестирования студентов. Мы обратили внимание на то, что значения коэффициентов корреляции результатов психологических тестов и учебной деятельности (оценки в школе и в ВУЗе) относятся к области слабой и низкой корреляции (0,2–0,4). Такие результаты можно было объяснить разными причинами – слабой подготовкой студентов, случайностью выбора учебного заведения и т.д. Но результаты тестирования зрелых и состоявшихся специалистов дали аналогичные результаты. Что позволило сделать вывод о том, что человеческую личность следует рассматривать как результат интеграции

множества независимых составляющих, а не факторов, отображающих ограниченное число скрытых переменных.

Важные человеческие качества складываются из гетерогенных разнородных факторов, обладающих свойствами взаимозаменяемости и кумулятивности, и предполагают сложное взаимодействие между когнитивными, аффективными и волевыми компонентами деятельности [1] (см. рис.1. Точки (центры) соответствуют группам переменных функции профессиональной ориентации (переменные О – оценки, С – результаты тестов знаний, L - шкалы психологических тест, М - тестирование сферы интересов обучаемого).

Цель моделирования функции профессиональной ориентации – адекватное описание образа профессионала, характеризующегося определенным набором признаков, и формирование (самоорганизация) групп (кластеров) профессиональных качеств по родственным специальностям как объектов, выделенных по формальному критерию их близости друг к другу. Но когда мы имеем дело с «человеческим фактором», то логично было говорить о различной степени принадлежности объекта (обучаемого) к определённому профессиональному кластеру (кафедре).

Поэтому математическим инструментом реализации задачи профессионального выбора может послужить алгоритм нечетких сетей с самоорганизацией.

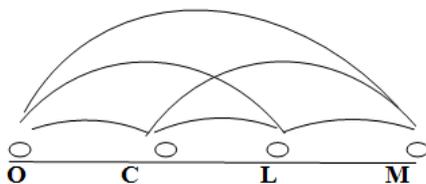


Рис. 1. Интегративная модель личности.

На основании предложенных моделей могут быть разработаны алгоритмы работы автоматизированной экспертной системы поддержки решений при профессиональной ориентации и сформированы механизмы управления кафедральным выбором студентов.

Литература

1. ЖУКОВ Д.О., САМОЙЛО И.В., ПОЛЫВАНЬИЙ А.Г. *Учебные компетенции: составные части, математические модели и управление качеством*. М.: Машиностроение, 2010. 231 с.

ПОВЫШАЮЩИЙСЯ ДВУХСТАВОЧНЫЙ ТАРИФ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ КАК МЕХАНИЗМ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ МАЛОИМУЩИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Зайцева Ю.В.

(Волгоградский государственный университет)

zaytseva_julia@rambler1.ru

Предложена модель двухставочного тарифа на электроэнергию для населения. Модель обеспечивает социальную защиту наименее обеспеченных потребителей и в то же время, предусматривает покрытие всех издержек производства электроэнергии. Приводится пример построения такого двухставочного тарифа.

Ключевые слова: двухставочный тариф, функция спроса, излишек потребителя, излишек производителя.

Одним из направлений энергетической стратегии России на период до 2030 года является обеспечение надежного энергообеспечения населения страны по социально доступным ценам. В то же время, ценовая политика должна отвечать интересам производителей энергоресурсов и обеспечивать окупаемость инвестиций в электроэнергетику. Реализация этого направления предусматривает совершенствование регулирования розничных цен на электроэнергию с целью поддержания приемлемой доли затрат населения на необходимое энергообеспечение, а также повышение эффективности системы адресной социальной поддержки населения.

Большие возможности для решения указанных задач предоставляют многоставочные тарифы с дифференциацией по объему потребления электроэнергии. Теория эффективного ценообразования приводит к понижающимся ставкам [1]. Однако на практике иногда применяются повышающиеся блочные тарифы [2]. Такие тарифы не оптимальны с точки зрения максимума общего благосостояния. Они применяются с целью социальной защиты наименее обеспеченных групп населения.

В настоящей работе построена модель повышающегося двухставочного тарифа на электроэнергию. Первую ставку в таком тарифе установим на низком уровне P_{soc} . Зададим также величину Q_{soc} – социальную норму потребления электроэнергии (в месяц на одного человека). Электроэнергия, потребленная сверх социальной нормы, оплачивается по более высокой цене P_h , которая выбирается из условия безубыточности энергокомпании.

Предположим, что спрос потребителей на электроэнергию описывается двухфакторной функцией $Q = Q(P, \theta)$, где θ – среднедушевой доход. Обратную функцию спроса обозначим через $\rho(Q, \theta)$. Доход будем рассматривать как случайную величину с плотностью распределения $g(x)$. Можно выделить три типа потребителей, которые наглядно демонстрирует рисунок 1.

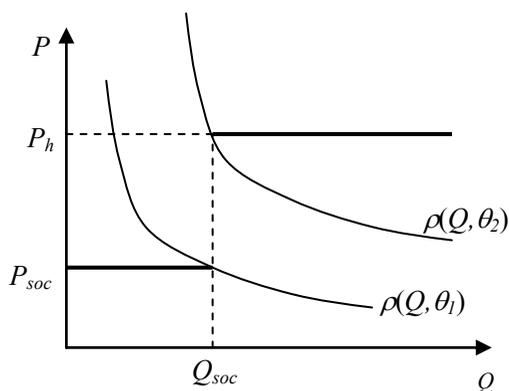


Рис. 1. Двухставочный тариф на электроэнергию и различные типы потребителей

Потребители первого типа (наименее обеспеченные) приобретут электроэнергию в объеме меньшем, чем Q_{soc} . Это потребители с доходом $\theta < \theta_1$, где θ_1 определяется как корень уравнения $\rho(Q_{soc}, \theta_1) = P_{soc}$. Потребители второго типа приобретут электроэнергию в объеме Q_{soc} . Их доход лежит в диапазоне $[\theta_1, \theta_2]$, где θ_2 определяется как корень уравнения $\rho(Q_{soc}, \theta_2) = P_h$. Потребители третьего типа (наиболее обеспеченные) приобретут электроэнергию в объеме, превышающим Q_{soc} . Это потребители с доходом $\theta > \theta_2$.

Предположим, что функция издержек энергокомпании линейна: $C(Q) = F + c \cdot Q$, где F – постоянные издержки (в расчете на одного потребителя), c – предельные издержки. Тогда излишек производителя, полученный энергокомпанией при обслуживании «бедного» потребителя со значением дохода $\theta < \theta_1$, равен

$$\Pi(P_{soc}, P_h, \theta) = (P_{soc} - c) \cdot Q(P_{soc}, \theta).$$

«Средний» потребитель с доходом $\theta \in [\theta_1, \theta_2]$ даст энергокомпании излишек $\Pi(P_{soc}, P_h, \theta) = (P_{soc} - c) \cdot Q_{soc}$.

Излишек, полученный при обслуживании «богатого» потребителя со значением дохода $\theta > \theta_2$, равен

$$\Pi(P_{soc}, P_h, \theta) = (P_{soc} - c) \cdot Q_{soc} + (P_h - c) \cdot (Q(P_h, \theta) - Q_{soc}).$$

Средняя прибыль фирмы (в расчете на одного потребителя) при двухставочном тарифе (P_{soc}, P_h) составит величину

$$(1) \quad \Pi(P_{soc}, P_h) = \int_0^{\theta_{max}} \Pi(P_{soc}, P_h, x) g(x) dx - F.$$

Определим вторую ставку P_h из условия нулевой прибыли энергокомпании. Получим систему из трех уравнений

$$(2) \quad \begin{cases} \int_0^{\theta_{max}} \Pi(P_{soc}, P_h, x) g(x) dx - F = 0, \\ \rho(Q_{soc}, \theta_1) = P_{soc}, \quad \rho(Q_{soc}, \theta_2) = P_h. \end{cases}$$

Рассмотрим пример построения тарифа. Плотность распределения $g(x)$ была оценена по данным о распределении населе-

ния г. Волгограда и Волгоградской области по величине среднедушевых денежных доходов в 2009г.

Постоянные (F) и предельные (c) издержки были вычислены на основе информации о совокупных издержках ОАО «Волгоградэнергосбыт». Они составили $c = 0,23$ руб./кВт-ч; $F = 110$ рублей в расчёте на одного жителя Волгограда в месяц.

Функция спроса на электроэнергию оценивалась эконометрическими методами по статистическим данным за период с января 2007 года по декабрь 2009 года.

Расчеты показали, что при социальной норме потребления 40 кВт-ч в месяц на человека и социальной цене 2 руб./кВт-ч вторая ставка в двухставочном тарифе составила 4,7 руб./кВт-ч. При этом уровень потребления 40 кВт-ч не превысят 16,5% населения. Это потребители со среднедушевым доходом ниже 8391 рубля. Остальные потребители приобретут больше социальной нормы.

Предложенный двухставочный тариф упраздняет работу органов социальной защиты, связанную с назначением субсидий на оплату электроэнергии. Потребители сами дифференцируют себя на «богатых» и «бедных». Представленная модель тарифа на электроэнергию поможет решить проблему перекрестного субсидирования, и вместе с тем обеспечит социальную защиту малообеспеченных слоев населения.

Литература

1. BROWN S. SIBLEY D. *The theory of public utility pricing. Ch.3,4,5* // Cambridge University Press. 1986. P. 26–129.
2. MADDOCK R., CASTANO E. *The Welfare impact of pricing block pricing: electricity in Columbia* // The Energy Journal. Vol. 12. 1991. № 4. P. 65–77.

ЭНТРОПИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Заруба В.Я., Пигнастый О.М.

(Национальный Технический Университет, Харьков)
rom7@bk.ru, vza@kpi.kharkov.ua

Записано выражение для энтропии технологического процесса. Показан механизм необратимости технологических явлений и объяснен закон возрастания энтропии.

Ключевые слова: энтропия, технологический процесс, необратимость, закон возрастания энтропии

Введение

Энтропийный подход к описанию технологических процессов (ТП) рассмотрен Б.Н.Петровым [1]. Известно [1,2,3], что энтропия ТП, может быть записана через функцию распределения $\chi = \chi(t, S, \mu)$ предметов труда (ПрТ) по микросостояниям [4]:

$$(1) \quad H_{\Omega} = \int_0^{\infty} \chi_s \cdot \ln \left(\frac{e}{\chi_s} \right) d\mu, \quad \int_0^{\infty} \mu^k \cdot \chi d\mu = [\chi]_k, \quad k = 0, 1, 2, \dots,$$

где S и μ соответственно усредненные по бесконечно малой ячейке фазового технологического пространства характеристики состояния ПрТ S_j , μ_j : технологические ресурсы, перенесенные на ПрТ и интенсивность их переноса [4,5].

Возрастание энтропии технологического процесса

Изменение состояния ПрТ происходит при совершении работы над ним [1,4,5]. Функция распределения ПрТ по микросостояниям определяется кинетическим уравнением ТП [4,5]:

$$(2) \quad \frac{\partial \chi}{\partial t} + \frac{\partial \chi}{\partial S} \mu + \frac{\partial \chi}{\partial \mu} \dot{t} = \lambda \cdot \{\psi \cdot [\chi]_1 - \mu \cdot \chi\}, \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial I}{\partial S_i} = \frac{\partial I}{\partial S_i},$$

$$(3) \quad \int_0^{\infty} \psi d\mu = 1, \quad \int_0^{\infty} \mu^k \cdot \psi d\mu = [\psi]_k, \quad k = 0, 1, 2, \dots, \quad i = 1 \dots N.$$

Производственная функция обобщенной единицы технологического оборудования $f = f(t, S)$ определяется из способа производства, функция $\lambda = \lambda(t, S)$ задает расстановку оборудования [4,5]. Оборудование воздействует на ТП, изменяя его качественно и количественно. Учитывает вероятностный характер воздействия технологического оборудования на ТП функция $\psi = \psi(t, S, \mu)$, определяющая вероятность того, что после воздействия технологического оборудования на ТП скорость переноса затрат станет равной μ [4,5]. Используя (2), (3), изменение энтропии ТП со временем может быть определено

$$(4) \quad \frac{dH_{\Omega}}{dt} = \frac{d}{dt} \int_0^{\infty} \lambda \cdot \ln \left(\frac{e}{\chi} \right) d\mu = - \int_0^{\infty} \lambda \cdot \{ \psi \cdot [\chi]_1 - \mu \cdot \chi \} \cdot \ln \chi d\mu.$$

Состояние статистического равновесия полностью симметрично относительно замены будущего настоящим. При изменении знака времени надо переставить состояния до воздействия и после воздействия технологического оборудования на ПрТ. Мы можем, следовательно, утверждать, что в состоянии статистического равновесия число взаимодействий ПрТ с технологическим оборудованием $\mu \cdot \chi(t, S, \mu)$ при переходе в состояние $\psi(t, S, \mu) \cdot [\chi]_1$ (прямой процесс) равно числу взаимодействий ПрТ с технологическим оборудованием $\psi^*(t, S, \mu^*) \cdot [\chi^*]_1$ при переходе в состояние $\mu^* \cdot \chi^*(t, S, \mu^*)$ (обратный процесс) [5]. Используя соотношения

$$(5) \quad \mu^* = -\mu, \quad \chi^* = \chi, \quad [\chi^*]_1 = -[\chi]_1, \quad \psi^* = \psi$$

интеграл (4) может быть записан окончательно в виде:

$$(6) \quad \frac{dH_{\Omega}}{dt} = -\frac{1}{2} \cdot \int_0^{\infty} \lambda \cdot \psi \cdot [\chi]_1 \left\{ 1 - \frac{\mu \cdot \chi}{\psi \cdot [\chi]_1} \right\} \ln \frac{\chi \cdot \mu}{\psi \cdot [\chi]_1} d\mu \geq 0.$$

Выражение (6) представляет закон возрастания энтропии для ТП [1,2,3]. Равенство выполняется только для квазистатических процессов, когда макропараметры ТП находятся в состоянии установившегося равновесия [1]:. Производственная практика показывает, что релаксационные технологические явления являются необратимыми, в то же время как исходные уравнения

Эйлера (2) обратимы. Формально это проявляется в том, что уравнения Эйлера остаются неизменными при замене

$$(7) \quad t \rightarrow -t, \mu_j \rightarrow -\mu_j, (j=1,2,\dots,N).$$

Вопрос о том, на какой стадии и по каким причинам исходные уравнения Эйлера (2) заменяются необратимыми уравнениями, является одним из важных вопросов, возникающих при исследовании социально-экономических и производственно-технических систем. Основным фактором, приводящим к необратимости, является неустойчивость (расходимость) технологических траекторий ПрТ [4,5]. Впервые на роль неустойчивости движения и фактора перемешивания в возникновении необратимости явлений указал Н.С.Крылов. Для оценки меры неустойчивости динамической системы из N-объектов А.Н.Колмогоров ввел специальную характеристику, получившую название энтропии Крылова-Колмогорова или К-энтропии. Для ТП К-энтропия определяется формулой

$$(8) \quad k(t) = \frac{1}{t} \cdot \ln \left(\frac{\sqrt{\sum_{j=1}^N (\Delta S_j(t))^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (\Delta S_j(0))^2}} \right), (j=1,2,\dots,N).$$

Состояние параметров ТП является асимптотически устойчивым при $\lim_{t \rightarrow \infty} \Delta S_j(t) \rightarrow 0$ и $\lim_{t \rightarrow \infty} k(t) \rightarrow 0$.

Необратимость явлений при движении ПрТ по технологическому маршруту заключается во взаимодействии ПрТ с технологическим оборудованием. Траектории движения ПрТ в фазовом технологическом пространстве (S, μ) после взаимодействия с технологическим оборудованием оказываются непредсказуемыми. Становится возможным лишь статистическое предсказание. При этом важным является нахождение наиболее вероятных значений параметров ТП.

Выводы

Воспользовавшись понятием энтропии технологического процесса [1,2,3], доказан закон возрастания энтропии для замк-

нутой производственно-технической системы. Постоянство энтропии [1] характеризует квазистатические технологические процессы, являющиеся идеализацией реальных технологических процессов производственно-технических систем.

Литература

1. ПЕТРОВ Б.Н., УЛАНОВ Г.М., ГОЛЬДЕНБЛАТ И.И., УЛЬЯНОВ С.В. *Теории моделей в процессах управления (Информационный и термодинамический аспекты)*. М.: Наука, 1978. 224с.
2. ВИЛЬСОН А.Д. *Энтропийные методы моделирования сложных систем*: Пер.с англ.- М.:Наука, 1978г. 248с.
3. ПРАНГИШВИЛИ И.В. *Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами*. М.: Наука, 2003. – 428 с.
4. ПИГНАСТЫЙ О.М., ЗАРУБА В.Я. *О взаимосвязи микро- и макроописания производственно-технических систем.* / Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Управление большими системами». – М.: ИПУ РАН, 2009. – С.255-258
5. ПИГНАСТЫЙ О.М. *Статистическая теория производственных систем.* – Х.: Изд. ХНУ им.Каразина, 2007. 388 с.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СОГЛАСОВАННЫХ СИСТЕМ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Засканов В.В., Иванов Д.Ю.

*(Самарский государствен-
ный аэрокосмический университет)*
ssau_ivanov@mail.ru

Анализ существующих систем оплаты труда на различных объектах машиностроения и специфики их хозяйственной деятельности позволяет сделать вывод о необходимости построения различных классов систем материального стимулирования обеспечивающих эффективность функционирования предприятий в зависимости от производственно-экономических потребностей, стоящих перед организацией. Опираясь на теоретические подходы к экономико-математическому моделированию систем материального стимулирования [1], предлагается следующая методология проектирования оптимально-согласованных систем оплаты труда на машиностроительных предприятиях, учитывающая производственные особенности предприятий машиностроения, и экономические условия хозяйствования, продиктованные внешней средой (рынком).

На первом этапе методология проектирования оптимально-согласованных систем материального стимулирования на предприятиях машиностроительного комплекса ставит своей целью проведение анализа методов организации производственного процесса на конкретном предприятии.

В настоящее время применяемые методы организации производственного процесса можно условно разделить на три вида: *поточные (конвейерные), партионные и единичные.*

Рассмотренные методы организации производственного процесса позволяют конкретизировать параметры системы стимулирования. Другими словами, определить за что именно необходимо стимулировать работников. Под действием работника будем понимать вектор $y = (y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n)$, компоненты ко-

того представляют собой параметры, по которым оценивается деятельность исполнителя при той или иной форме организации производственного или технологического процесса.

Однако необходимо отметить, что при поточном (конвейерном) методе организации производственного процесса к основным параметрам стимулирования следует относить: *интенсивность операций, трудоемкость операций, уровень выполнения нормированного задания, качество выполняемых операций*. При партионной форме организации на первый план выходят такие показатели трудовой деятельности как: *выработка с учетом напряженности плановых заданий, качество работ, культура труда*. Единичный метод организации производства в целях повышения эффективности деятельности всего предприятия должен предусматривать стимулирование за: *напряженность норм труда и условия труда, выполнение нормированного задания по объему производства продукции, выполнение норматива по доле эффективной продукции, выполнение норматива по культуре труда*.

Следующий этап разработанной в данной диссертационной работе методологии проектирования оптимально-согласованных систем материального стимулирования на машиностроительных предприятиях требует анализа рыночной среды, в которой функционирует предприятие и на его основе конкретизации целевой функции руководства. В настоящее время можно выделить три типовых рыночных ситуации, в которых могут находиться машиностроительные предприятия.

Первый случай связан с необходимостью реализации производственной программы в условиях относительно стабильного спроса на продукцию и, как следствие, фиксированных плановых заданий. Здесь ярким примером являются предприятия авиа и ракетостроения, имеющие фиксированные заказы от потребителей. В этом случае руководство, располагая конкретной производственной программой, решает задачу по формированию фонда оплаты труда и в его рамках построения системы материального стимулирования, обеспечивающую заинтересованность работников в точном выполнении установленных производственных нормативов. Другими словами оптимальные плановые задания известны, требуется обеспечить их точное выполнение. Назовем эту ситуацию «*Производство в условиях стабильного спроса*».

Экономико-математическую модель принятия решения руководством о выборе системы материального стимулирования в данном случае можно представить в следующем виде:

$$\Phi(\sigma) = \max_y \{ \sigma(y) - c(y) \} \exists x$$

$$\sigma(y) \leq \sigma(x)$$

где $\Phi(\sigma)$ – целевая функция руководства, $\sigma(y)$ – затраты на оплату труда исполнителя, $c(y)$ – стоимостной эквивалент затрат исполнителя, x – вектор плановых заданий исполнителю.

Представленная модель отражает необходимость выбора такой системы материального стимулирования, которая бы нацеливала исполнителя на точное выполнение планового задания, с учетом его затрат и ограничения на фонд оплаты труда.

Вторая ситуация возникает в том случае, если при наличии относительно стабильного спроса поступают кратковременные дополнительные заказы. Это особенно характерно для предприятий специального машиностроения. Очевидно, что при этом необходимо решение задачи построения системы материального стимулирования, обеспечивающей заинтересованность исполнителей в перевыполнении ранее установленных плановых заданий с учетом экономических интересов предприятия. Другими словами возникает ситуация «*Интенсификация производства*». Экономико-математическая модель принятия решения руководством принимает вид:

$$\Phi(y) = \max_y \{ H(y) - \sigma(y) \}$$

$$\sigma(y) \leq \sigma^{\max}$$

$$x \leq y \leq y^{\max}$$

где $H(y)$ – доход руководства от деятельности исполнителя.

Таким образом, стоит задача синтеза системы материального стимулирования, обеспечивающей как перевыполнение установленных плановых заданий, так и максимизирующей прибыль предприятия.

Третий случай подразумевает частое изменение спроса на продукцию. Изменение спроса, влияет на плановые задания, они могут увеличиваться или уменьшаться, что в свою очередь влияет

на интенсивность труда рабочих. Данные условия хозяйствования особенно характерны для предприятий автомобилестроительной отрасли. В этом случае перед руководством стоит задача построения системы материального стимулирования, обеспечивающей адекватное вознаграждение исполнителей за различные трудовые усилия и учитывающей экономические интересы всего предприятия. Таким образом, имеем ситуацию «Производство в условиях нестабильного спроса». В данном случае экономические интересы руководства описываются следующей моделью:

$$\begin{aligned} \Phi(y) &= H(y) - \sigma(y) \rightarrow \max \\ \text{Arg max}_y \{ \sigma(y) - c(y) \} &= x \\ \sigma(y) &\leq \sigma(x) = \sigma^{\max} \end{aligned}$$

Предложенная модель ставит своей целью построение такой системы материального стимулирования, которая бы обеспечивала выполнение плановых заданий, учитывала затраты работников на их выполнение, обеспечивала бюджетное ограничение на оплату труда и максимизировала прибыль предприятия.

Методология дальнейшего построения оптимально-согласованных систем материального стимулирования требует экономико-математической формализации целевых функций исполнителей. Наиболее адекватным подходом к описанию поведения работника является следующая модель:

$$\begin{cases} f(y) = \sigma(y) - c(y) \rightarrow \max_y \\ \sigma(y) \geq \sigma^{\min} \\ y \leq y^{\max} \end{cases}$$

где $f(y)$ – целевая функция исполнителя.

Данная модель позволяет определить оптимальную стратегию поведения с точки зрения исполнителя, с учетом его затрат и трудовых возможностей, а также минимально допустимых размеров оплаты труда.

Отдельным этапом проектирования системы материального стимулирования является корректная идентификация функции затрат работника $c(y)$. Речь идет о нахождении функциональной зависимости, позволяющей переводить физические,

умственные и др. затраты исполнителя при выполнении определенного объема работ в стоимостное выражение.

Возможна постановка задачи и в несколько ином виде, а именно:

$$\left\{ \begin{array}{l} f(y) = \sigma(y) \rightarrow \max \\ \frac{\partial \sigma(y)}{\partial y} \geq Q^{\min} \\ \sigma(y) \geq \sigma^{\min} \\ y \leq y^{\max} \end{array} \right.$$

В этом случае затраты исполнителя в явном виде не присутствуют, но учитывается тот факт, что система оплаты труда должна обеспечивать необходимый стимул работнику при изменении его действия. Речь идет о введении в рассмотрение минимального коэффициента стимулирующего воздействия Q^{\min} , как одного из параметров системы материального стимулирования. Данный параметр показывает на сколько увеличивается материальный стимул работника (его заработная плата) при увеличении показателя трудовой деятельности на единицу. Очевидно, что при его недостаточном значении с точки зрения исполнителя, его заинтересованность в высокопроизводительном труде будет отсутствовать.

Следующий этап методологии построения оптимально-согласованных систем материального стимулирования заключается непосредственно в их синтезе. Необходимо определить множество действий работника, при выбранной системе материального стимулирования, доставляющих максимум его целевой функции:

$$P(\sigma) = \text{Arg max}_{y \in A} \{ \sigma(y) - c(y) \}.$$

Зная, что исполнитель выбирает действия из множества $P(\sigma)$, руководство должно найти систему стимулирования, которая максимизировала бы его собственную целевую функцию. Так как множество $P(\sigma)$ может содержать более одной точки, необходимо доопределить (с точки зрения предположений руководства о поведении исполнителя) выбор исполнителя. Будем считать, что исполнитель выбирает из множества $P(\sigma)$ наиболее благоприятное для руководства действие. Следовательно, эффективность системы стимулирования $\sigma \in M$ равна:

$$K(\sigma) = \max_{y \in P(\sigma)} \Phi(y).$$

Задача синтеза оптимальной системы стимулирования заключается в выборе допустимой системы стимулирования, имеющей максимальную эффективность:

$$K(\sigma) \rightarrow \max_{\sigma \in M}.$$

Для решения данной задачи можно использовать существующие на предприятиях системы материального стимулирования, которые зачастую учитывают необходимые критерии оценки деятельности работника. Требуется провести их математическую формализацию и исследовать могут ли они в принципе удовлетворять условию согласования экономических интересов руководства и исполнителей:

$$(1) \text{Arg max}_{y \in A} \{ \sigma(y) - c(y) \} \cap \text{Arg max}_{y \in P(\sigma)} \{ H(y) - \sigma(y) \} \neq \emptyset.$$

Необходимо отметить, что в ряде случаев, когда величина фонда оплаты труда в общей структуре себестоимости продукции имеет небольшой удельный вес (например, малолюдные производства), последнее условие можно переписать как:

$$(2) \text{Arg max}_{y \in A} \{ \sigma(y) - c(y) \} \cap \text{Arg max}_{y \in P(\sigma)} H(y) \neq \emptyset.$$

В этом случае речь о минимизации затрат на стимулирование не идет. Главное – обеспечить с помощью системы материального стимулирования заинтересованность работника в выполнении оптимальных с точки зрения руководства показателей трудовой деятельности.

Далее необходимо провести оптимизацию управляющих параметров системы материального стимулирования из условия максимума функции предпочтения исполнителя и руководства:

$$f'(y) = 0, f''(y) < 0, \Phi'(y) = 0, \Phi''(y) < 0$$

Если система материального стимулирования не отвечает требованию (1) или (2) ее необходимо привести к необходимому классу функций, лишенного данного недостатка.

Можно выделить три подхода к построению класса параметрических функций оплаты труда, использующих в своей основе аддитивную, мультипликативную и смешанную свертку показателей деятельности исполнителя.

Аддитивная конструкция системы материального стимулирования условно имеет вид: $\sigma(y) = \sigma(\sum_{i=1}^n y_i)$.

Таким образом, стимулирование осуществляется за выполнение целого ряда показателей, причем выполнение хотя бы одного из них приведет к положительности данной функции, то есть оплата труда будет осуществляться. Чем больше показателей исполнитель выполнит, тем больше будет размер материального стимула.

Мультипликативную конструкцию системы материального стимулирования можно представить в виде: $\sigma(y) = \sigma(\prod_{i=1}^n y_i)$.

Очевидно, что при данном подходе невыполнение хотя бы одного из показателей приводит к нулевому значению материального стимула, то есть оплата труда не будет осуществляться.

При смешенной конструкции функции оплаты труда приходим к следующему виду системы материального стимулирования:

$$\sigma(y) = \sigma(\prod_{i=1}^k y_i + \prod_{i=k+1}^l y_i + \dots + \prod_{i=m+1}^n y_i).$$

Если класс функций определен, то дальнейшая методология построения оптимально-согласованной системы материального стимулирования диктует необходимость определения области допустимых решений или области согласования интересов руководства и исполнителя по управляющим параметрам. В качестве таких параметров на предприятиях машиностроения выступают нормы «к» увеличения или снижения выплат за достижение работником тех или иных показателей производственной деятельности.

Отличие предложенного в работе подхода от традиционного, при котором определяются оптимальные плановые задания x , обеспечивающие максимум целевой функции руководства и исполнителя при выбранной системе материального стимулирования, заключается в том, что плановые задания считаются известными и продиктованными производственной необходимостью предприятия. В связи с этим, «план» перестает быть управляющим параметром. Конструкция функции стимулирования

ния включает в себя другие оперативно изменяющиеся управляющие параметры – нормативы доплат. Выбирая значения данных параметров, руководство обеспечивает заинтересованность работника в выполнении требуемых плановых заданий.

Множество значений управляющих параметров, при которых область компромисса не пуста, представляет из себя множество согласованных решений: $S = \{k \mid H(k,y) \geq \sigma(k,y) \geq 0\}$. На заключительном этапе методологии построения оптимально-согласованных систем оплаты труда требуется решение задачи синтеза оптимальной системы стимулирования, которая заключается в выборе оптимальных значений управляющих параметров из множества S . Для этого можно использовать различные экономические категории такие как: ограничение на фонд оплаты труда, минимально допустимый или средний по региону размер оплаты труда на подобных предприятиях и т.д.

Литература

1. *Модели и методы материального стимулирования: теория и практика* [текст] / О.Н. ВАСИЛЬЕВА, В.В. ЗАСКАНОВ, Д.Ю. ИВАНОВ, Д.А. НОВИКОВ. – М.: ЛЕНАНД, 2007. 288 с.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ СВЯЗИ

Исмаилов И. Г.
(ИПУ РАН, Москва)
iig07@mail.ru

Предложено математическое описание многоканальных систем связи. Приведены необходимые условия оптимальности управления такими системами.

Ключевые слова: многоканальные сетевые системы, условия оптимальности, оптимальное управление.

Введение

Несмотря на значительные исследования различных сетевых моделей [1-3], основное внимание было сосредоточено на статических объектах. В то же время реальные системы нестационарные: изменение нагрузки сети, изменение количества составных элементов, сбой оборудования и т. п. приводят к сильной зависимости от времени. В статье предлагается математическая формализация задачи оптимального управления такими системами, и приводятся необходимые условия оптимальности.

1. Постановка задачи

Рассмотрим математическую модель нестационарной сетевой системы. В случае общего интегрального функционала качества задача запишется следующим образом:

$$(1) \quad f(\lambda(t), v(t)) = \int_0^T F(\tau, \lambda(\tau), v(\tau)) d\tau \rightarrow \min,$$

$$(2) \quad \lambda(t) = \int_0^t \Phi(t - \tau; \lambda(\tau)) \lambda(\tau) d\tau + v(t).$$

Предположим, что ядро $\Phi(t, u)$ векторного интегрального уравнения (2) симметрично и при каждом управляющем воздействии $v(t)$ уравнение (2) имеет единственное непрерывное решение $\lambda(t)$, определенное на промежутке $[0, T]$.

Следующие интегральные уравнения позволяют сформулировать необходимые условия оптимальности:

$$(3) \quad x(t) = \int_0^t \left(\frac{\partial \Phi(t - \tau; \lambda_*(\tau))}{\partial \lambda} \right) x(\tau) \lambda_*(\tau) d\tau + \\ + \int_0^t \Phi(t - \tau; \lambda_*(\tau)) x(\tau) d\tau + \frac{\partial F(t, \lambda_*(t), v_*(t))}{\partial \lambda},$$

$$(4) \quad \lambda(t) = \int_0^t \Phi(t - \tau; \lambda(\tau)) \lambda(\tau) d\tau + v_*(t).$$

2. Интегральные ограничения типа неравенств на компоненты внешнего потока

$$(5) \quad \int_0^T v_i(\tau) d\tau \leq v_i \quad (i = 1, \dots, N).$$

Если управляющее воздействие $v_*(t) = \{v_1^*(t), \dots, v_N^*(t)\}$ оптимально в задаче (1), (2), (5), то найдутся неотрицательные $\lambda_1^*, \dots, \lambda_N^*$, для которых

$$x_*(t) + \frac{\partial F(t, \lambda_*(t), v_*(t))}{\partial v} + \begin{bmatrix} \lambda_1^* \\ \vdots \\ \lambda_N^* \end{bmatrix} = 0,$$

$$\lambda_1^* \left(\int_0^T v_1^*(\tau) d\tau - v_1 \right) = 0,$$

...

$$\lambda_N^* \left(\int_0^T v_N^*(\tau) d\tau - v_N \right) = 0,$$

где $x_*(t)$ - решение линейного интегрального уравнения Вольтерра (3), а $\lambda_*(t)$ - решение нелинейного интегрального уравнения Вольтерра (4).

3. Интегральное ограничение типа неравенства на суммарный внешний поток

$$(6) \quad \sum_{i=1}^N \int_0^T \alpha_i v_i(\tau) d\tau \leq V,$$

где α_i - веса компонент потока $v(t)$. Найдем необходимое условие оптимальности.

Если управляющее воздействие $v_*(t) = \{v_1^*(t), \dots, v_N^*(t)\}$ оптимально в задаче (1), (2), (6), то найдется такое $\lambda_* \geq 0$, для которого

$$x_*(t) + \frac{\partial F(t, \lambda_*(t), v_*(t))}{\partial v} + \lambda_* \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{bmatrix} = 0,$$

$$\lambda_* \left(\sum_{i=1}^N \int_0^T \alpha_i v_i^*(\tau) d\tau - V \right) = 0,$$

где $x_*(t)$ - решение уравнения (3), а $\lambda_*(t)$ - решение уравнения (4).

4. Интегральные ограничения типа равенств на компоненты внешнего потока

$$(7) \quad \int_0^T v_i(\tau) d\tau = v_i \quad (i = 1, \dots, N).$$

Если управление $v_*(t) = \{v_1^*(t), \dots, v_N^*(t)\}$ оптимально в задаче (1), (2), (7), то найдутся неотрицательные $\lambda_1^*, \dots, \lambda_N^*$, для которых

$$x_*(t) + \frac{\partial F(t, \lambda_*(t), v_*(t))}{\partial v} + \lambda_* \begin{bmatrix} \lambda_1^* \\ \vdots \\ \lambda_N^* \end{bmatrix} = 0,$$

$$\int_0^T v_i^*(\tau) d\tau = v_i \quad (i = 1, \dots, N),$$

где $x_*(t)$ - решение уравнения (3), а $\lambda_*(t)$ - решение уравнения (4).

Аналогично можно получить условия оптимальности в случае интегрального ограничения на суммарный внешний поток типа равенства.

Литература

1. ГУРЕВИЧ И.М. *Методика оценки времени передачи сообщений*. Методическое пособие. Мос. ФАП АСУ, 1980.

2. ГУРЕВИЧ И.М. *Автоматизированные системы управления связью. Автоматизация проектирования*. М.: ИПК МЛСС, 1987.
3. ГУРЕВИЧ И.М. *Проектирование специальных систем связи. Динамические модели управления связью*. М., 1989.
4. ИСМАИЛОВ И.Г. *О приближенном построении оптимальных управлений многоканальными сетевыми системами* // VI Всесоюзное совещание «Управление многосвязными системами». Суздаль, 1990. С. 67–68.
5. ИСМАИЛОВ И.Г. *Управление динамической моделью многоканальной сети связи* // III Всесоюзное совещание по распределенным автоматизированным системам массового обслуживания. Винница, 1990.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Ильясов Б.Г., Низамутдинова Р.И., Черняховская Л.Р.

*(Уфимский государственный авиационный
технический университет)*

ilyasov@tc.ugatu.ac.ru, oxy_gen@mail.ru

В статье рассматриваются основные проблемы, возникающие во время принятия решений коллективом лиц, принимающих решение в проблемных ситуациях, которые возникают при взаимодействии производственных процессов. Также предложена поддержка принятия коллективных решений в этих ситуациях.

Ключевые слова: производственный процесс, поддержка принятия коллективных решений, взаимодействие деловых процессов.

Введение

В современных социально-экономических условиях постоянное улучшение качества деловых процессов является необходимым условием конкурентоспособности любого предприятия. Эффективным средством улучшения качества является реинжиниринг деловых процессов, направленный на удовлетворение потребителей. В данном докладе рассматривается реинжиниринг деловых процессов в строительной индустрии, основанный на управлении знаниями и опытом экспертов – менеджеров.

Строительный сектор характеризуется высоким уровнем взаимодействия различных организаций с большим количеством участников в каждом строительном проекте. Многие организации концентрируют внимание на управлении основными деловыми процессами, передавая большую часть строительных работ в специализированные строительные предприятия на условиях подряда. Проблемные ситуации, возникающие в реализации процессов, в основном связаны с низкой производительностью и недостаточно высокой квалификацией персонала, низким качеством и высокой стоимостью работ, недостаточно эффективным информационным взаимодействием управляющих на предприятиях строительной промышленности с организациями – заказчиками.

1. Основная часть

При проведении строительных работ происходит взаимодействие преимущественно трех процессов, реализуемых на различных предприятиях. Это: 1) основной производственный процесс предприятия-заказчика, реализация ипотечного жилья, строительство; 2) выполнение предприятием-подрядчиком подрядных работ; 3) осуществление предприятием-поставщиком поставок материалов и оборудования для строительства. Таким образом, при выполнении основного процесса на предприятии неизбежно взаимодействие производственных процессов как внутри одного предприятия, так и с другими предприятиями.

При разработке и контроле исполнения оперативных планов, подготовке инвариантных решений для ЛПП, корректировке текущей деятельности важным обстоятельством является возможность самостоятельного повседневного задания значи-

мых параметров и показателей, характеризующих те или иные процессы, их сопоставление и анализ непосредственно специалистами структурных подразделений без привлечения сторонних экспертов и сотрудников информационно-аналитических служб. Подобные возможности предоставляют специально разработанные, или соответственно настроенные, типовые программные продукты, предназначенные для автоматизации управленческой деятельности. Наиболее популярными и востребованными в среде бизнес сообщества механизмами реструктуризации систем управления являются система сбалансированных показателей (ССП), бюджетирование, процессный подход (и связанные с ним реинжиниринг бизнес-процессов и *ABC* – методология), менеджмент качества и «Шесть сигм», проектное управление, управление знаниями, методы управления персоналом, создание корпоративной сети и т.д. Все концепции объединяет одно – стремление повысить эффективность бизнеса..

Системы поддержки принятия решений – это компьютерные системы, предназначенные для усовершенствования процесса управления предприятием или иным сложным объектом. Цель таких систем – обеспечение быстрого и надежного анализа и визуализации деловой информации, синтез информации с целью получения новых знаний об объекте управления и выработке управляющих решений. Составляющие системы поддержки принятия решений на основе управления знаниями (совокупность множеств) приведены ниже.

$DSS = \langle \{Case\}, \{Rule\}, \{M\}, \{E\} \rangle$, при $\xi DSS \{ \xi \}$

$\{Case\}$ – множество прецедентов проблемных ситуаций, $\{Rule\}$ – множество правил принятия решений в проблемных ситуациях, включающее подмножества: подмножество правил классификации прецедентов $RuleCl$; подмножество правил пополнения описаний прецедентов $RuleCompl$; подмножество $RuleA$ решающих правил адаптации решений к текущей ситуации; $\{M\}$ – множество методов поиска решений, позволяющих получить отображение множества альтернатив в множество векторных оценок эффективности решений; $\{E\}$ – множество критериев оценки эффективности вариантов решений; $\{\xi\}$ – множество вариантов среды решения задачи.

Интегрированная модель взаимодействующих процессов показывает взаимодействие трех моделей различного типа:

1) объектной модели процесса поддержки принятия решений для взаимодействующих производственных процессов;

2) онтологии задач моделей и методов поддержки принятия решений; 3) модели представления знаний в области управления взаимодействующими процессами. При взаимодействии трех моделей происходит наиболее наглядное представление рассматриваемой проблемы. Изначально эксперт разрабатывает комплекс моделей, который в дальнейшем выступает помощником при разработке онтологии делового процесса. Эта онтология показывает, каким образом взаимосвязаны сущности, принимающие участие в рассматриваемом деловом процессе. Также в онтологии обычно отражены модели и методы, которые могут оказать помощь в принятии решения при возникновении проблемной ситуации в рассматриваемом процессе. В разработанной онтологии представлена иерархия понятий и отношений, прецедентов и правил. Также отображены отношения, показывающие взаимодействия между классами и экземплярами разных классов.

Строительная отрасль как информационная отрасль в большой степени опирается на документы, включая физические и виртуальные документацию и модели для обмена контекстно-зависимой информацией между различными участниками деловых процессов. В данном докладе предлагается новый подход к совершенствованию управления контекстно-зависимой информацией в области строительства, которая хранится в различных текстовых документах на основе онтологии. Подход предусматривает использование богатых семантических возможностей онтологий для задания контекста и организации рассуждений с учетом контекстно-зависимой информации.

Каждый из взаимодействующих деловых процессов связан с набором документов, поддерживающих его выполнение. Поскольку документы и деловые процессы неразрывно связаны между собой, то можно сделать вывод о том, что для построения базы знаний деловых процессов необходимо классифицировать документы по признакам, связанным с технологией их обработки. Можно также связать деловые процессы и документы, их поддерживающие, с фрагментами знаний, необходимых конкретному менеджеру на том или ином этапе делового процесса.

Поддержка принятия коллективных решений осуществляется с применением математических моделей, представленных в

онтологии: модели математического программирования, модели матричных игр (в условиях неопределенности), модели многокритериальной оптимизации. Для принятия решений выбрана математическая модель «метод анализа иерархий» на основе онтологии задач, моделей и методов оперативного управления. Модель позволяет определить наиболее оптимальные варианты развития предприятия по критериям оптимальности в соответствии с их приоритетами. Математическая модель «метод анализа иерархий» представлена в онтологии задач, моделей и методов принятия решений в форме семантической сети.

Онтология задач, моделей и методов принятия решений в проблемной ситуации (ПС) применяется для повышения эффективности поиска решений, основанных на прецедентах, так как обеспечивает большую точность описаний прецедентов (на основе пополнения запросов пользователей), большую полноту выполнения поисковых запросов для поиска ближайших прецедентов (на основе использования контента описания прецедентов) и большую обоснованность решений (на основе применения адекватных математических моделей ПС).

Модуль базы знаний, содержащий прецеденты (*Case*), разработан по результатам кластерного анализа прецедентов в соответствии с множеством кластеров, соответствующих применению типовых математических схем к решению задач управления в проблемной ситуации. С каждым кластером ассоциированы информационные структуры, описывающие знание о конкретной подобласти – правила распознавания ПС и прецеденты, наследующие свойства своего класса.

Множество прецедентов классифицировано в соответствии с результатами интеллектуального анализа данных на категории экземпляров классов (примеров классов) ПС. Категории определяются таким образом, чтобы каждой из них соответствовал определенный пример решений в классе «Решение».

Процесс поиска ближайшего прецедента позволяет выполнять стандартные процедуры поиска прецедентов как экземпляров классов проблемных ситуаций в онтологии, так и поиск ближайших прецедентов принятия решений по аналогии, что дает возможность сопоставить текущую ПС с прецедентами в базе знаний и выбрать наиболее подходящий из них. Далее решение из ближайшего прецедента адаптируется по специальным правилам к реальной ПС. В случае, если ближайший прецедент

не найден, описание проблемной ситуации запоминается как нераспознанный прецедент, тогда лицо, принимающее решение (ЛПР) находит решение самостоятельно или с помощью экспертов, а система поддержки принятия коллективных решений (СППКР) предлагает сохранить описание задачи принятия решений как новый прецедент.

Онтологическая модель представления знаний позволяет интегрировать абстрактные знания в рассматриваемой предметной области, выраженные в математической форме, и эмпирические знания экспертов, сформулированные с использованием объектных моделей процесса поддержки принятия решений. Предлагаемая методология построения СППКР позволяют с различных точек зрения описать рассматриваемую сложную систему, которая содержит огромное число элементов и связей, для описания которых требуются большие объемы информации и знаний, сокращая при этом время, требуемое на их разработку, повышая качество формализации предметной области и точность предоставляемых решений.

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА КЕМЕРОВСКОМ ОАО «АЗОТ»

Киселева Т.В.

*(Сибирский государственный индустриальный
университет, Новокузнецк)*

kis@siu.sibsiu.ru

Михайлов В.Г.

*(Кузбасский государственный технический
университет, Кемерово)*

mvg.ief@rambler.ru

Обеспечение эколого-экономической безопасности является важной проблемой для большинства промышленных предприятий, особенно в условиях сверхантропогенно развитого региона. В статье проведен анализ основных эколого-экономических

показателей предприятия КООАО «Азот». В результате предложены мероприятия, направленные на улучшение его эколого-экономических характеристик и снижение антропогенной нагрузки на окружающую природную среду.

Ключевые слова: эколого-экономическая безопасность; эколого-экономические показатели; экономический ущерб; плата за загрязнение окружающей среды.

Введение

Кемеровское химическое предприятие КООАО «Азот» является одним из крупнейших в Западной Сибири и выполняет важные социально-экономические функции для города и региона. Вместе с тем, оно оказывает значительную негативную нагрузку на окружающую среду, связанную в первую очередь с выбросами вредных веществ в атмосферный воздух, сбросами в водные источники и образованием отходов I - V классов опасности. Такая ситуация приводит для предприятия к увеличению различных экологических платежей и затрат, что отрицательно влияет на эколого-экономическую безопасность предприятия. В результате возникает необходимость в разработке организационно-экономических и технологических мероприятиях, направленных на совершенствование организационно-экономического механизма управления природопользованием.

1. Анализ эколого-экономических показателей КООАО «Азот»

В таблице 1 представлена динамика основных эколого-экономических показателей, характеризующих уровень эколого-экономической безопасности предприятия [1].

Таблица 1. Основные эколого-экономические показатели ОАО «Азот»

Показатель	2007	2008	2009
Экономический ущерб от загрязнения окружающей среды, млн. руб.	250,9	777,4	624,6
Плата за загрязнение окружающей среды, млн. руб.	2,59	2,18	8,60
Соотношение экономического ущерба и	96,9	356,6	72,6

платы за загрязнение окружающей среды, руб./руб.			
Удельный вес платы за сверхнормативное загрязнение окружающей среды в общей величине платы, %	24,32	32,57	89,07
Удельный вес основных фондов природоохранного назначения в общей величине основных производственных фондов, %	6,39	6,49	6,56
Соотношение экономического ущерба и прибыли, руб./руб.	0,37	1,50	0,55

Как видно из таблицы 1, соотношение экономического ущерба и платы за загрязнение окружающей среды принимает значения > 1 , то есть на 1 руб. компенсации приходится более 1 руб. экономического ущерба. По этому показателю наиболее неблагоприятная ситуация была в 2008 году, когда на рубль компенсации приходилось более 356 рублей экономического ущерба. В целом, за весь исследуемый период данный показатель изменяется от 72,63 до 356,00 руб./руб., что негативно влияет на эколого-экономическую безопасность.

Управление эколого-экономической безопасностью [2] во многом связано с удельным весом основных фондов природоохранного назначения, непосредственно влияющих на снижение или ликвидацию вредного воздействия на окружающую среду. Эта величина принимает минимальное значение в 2007 году, после чего имеет место тенденция к увеличению в связи с более высокими темпами ввода в эксплуатацию основных фондов природоохранного назначения.

Максимальное соотношение экономического ущерба и прибыли наблюдалось в 2008 году, что было связано с максимальным за период значением экономического ущерба. Рост прибыли в 2009 году в 1,66 раза по сравнению с 2007 г. позволил сократить соотношение на 25 %, несмотря на значительное увеличение экономического ущерба в 2009 г. по сравнению с 2007 г. (в 2,5 раза). Несмотря на положительную тенденцию снижения уровня экономического ущерба на 1 руб. прибыли, значения показателя превышают нормативные, свидетельствуя о неблагоприятной экологической ситуации, и потенциальных эколого-экономических рисках.

Как видно из таблицы 1, общая экологическая ситуация на КОО «Азот» ухудшается:

значительно увеличивается удельный вес платы за сверхнормативное загрязнение окружающей среды;
недостаточно высокими темпами происходит обновление основных фондов природоохранного назначения;
размер экономического ущерба остается на высоком уровне;
имеет место значительный разрыв между компенсационными экологическими выплатами и реально нанесенным экономическим ущербом окружающей среде.

2. Разработка мероприятий по обеспечению эколого-экономической безопасности

Анализ эколого-экономических показателей проиллюстрировал необходимость разработки организационно-экономических и технологических мероприятий, направленных на повышение эколого-экономической безопасности КОО «Азот», которые, по предварительным оценкам, обеспечат экономический эффект около 5 млн. руб.:

1. Реанимирование системы экологических фондов, как дополнительного источника финансирования природоохранной деятельности, мотивирующего природопользователей к переходу на наилучшие доступные технологии (НДТ).
2. Внедрение программного комплекса «Кедр», повышающего эффективность автоматизации расчетов эколого-экономических показателей деятельности предприятия.
3. Повышение эффективности системы государственных экологических закупок.
4. Экологическая маркировка некоторых видов продукции.
5. Плазменная газификация отходов путем их превращения в коммерчески применимые побочные продукты.
6. Внедрение технологии мембранного биореактора для очистки сточных вод.

Литература

1. БУРКОВ В.Н., ЩЕПКИН А.В. *Экологическая безопасность*. М.: ИПУ РАН, 2003. 92 с.
2. ЩЕПКИН А.В., НОВИКОВ Д.А., БУРКОВ В.Н. *Механизмы управления эколого-экономическими системами*. М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. 244 с.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ «АДМИНИСТРАТОР» СИСТЕМЫ ПРИЕМА КОММУНАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ

Клименко А. А.

(Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону)

antklim@gmail.com

Статья дает краткое описание подсистемы «Администратор» системы приема коммунальных платежей. Определен тип данной подсистемы и построена ее имитационная модель. Приведено описание ряда имитационных экспериментов и их результатов.

Ключевые слова: коммунальные платежи, СМО, имитационное моделирование, вычислительные эксперименты

Введение

При рассмотрении системы приема и обработки коммунальных платежей в ее составе можно выделить системы массового обслуживания, описывающие работу следующих процессов:

1. Процесс приема платежа.
2. Процесс обработки информации о платежах.
3. Процесс поддержки пользователей при работе с прикладным программным обеспечением.
4. Процесс разработки дополнительных модулей прикладной программы и доработки существующих с целью оптимизации их работы.

На рисунке 1 показано взаимодействие подсистем рассматриваемой системы приема коммунальных платежей.

1. Система массового обслуживания «Администратор»

Компонент «Администратор» реализует процесс поддержки пользователей при работе с прикладным программным обеспечением. Согласно классификации Д. Кендалла данная система представляет собой СМО вида М/М/Н/Л. Основным направлением оптимизации здесь является уменьшение времени обработки заявок от пользователей.

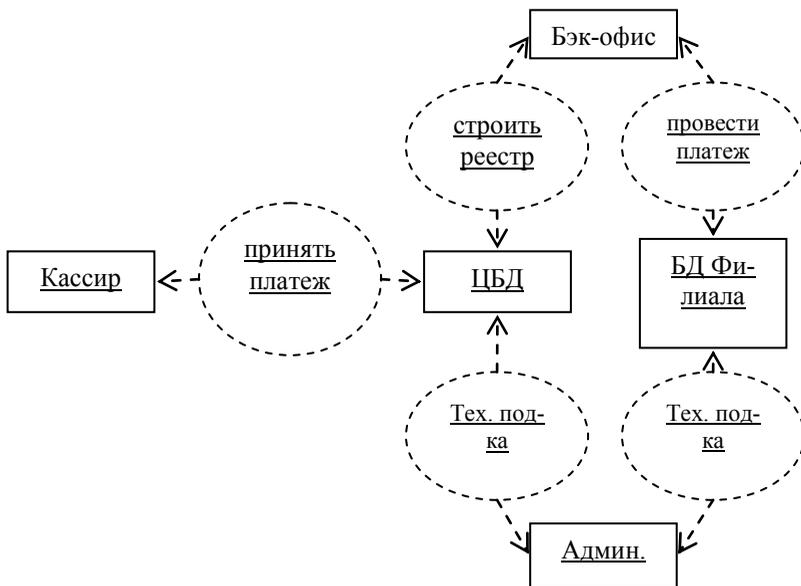


Рис. 1. Взаимодействие компонентов системы

$$(1) f(x) \rightarrow \min$$

где X – множество заявок, $x \in X$ – заявка, $f(x)$ - время выполнения заявки.

2. Имитационное моделирование системы «Администратор» и проведение экспериментов

Для построения имитационной модели и проведения ряда экспериментов было выбрано ПО AnyLogic*. С использованием данного ПО построим процессную диаграмму рассматриваемой системы.

*AnyLogic – ПО для имитационного моделирования сложных систем и процессов. Поддерживает такие парадигмы имитационного моделирования, как дискретно-событийное моделирование, системная динамика и агентное моделирование.

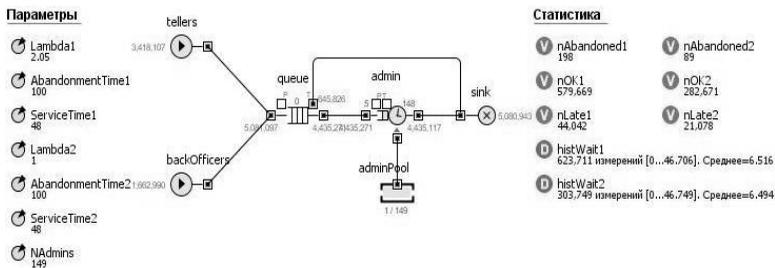


Рис. 2. Process-Flow системы «Администратор»

Для сокращения количества необходимых экспериментов воспользуемся одним из методов планирования экспериментов – «Симплекс-метод». Применим данный метод для шести факторов: среднее количество заявок кассира в единицу времени, среднее количество заявок бэк-офицера в единицу времени, время ожидания кассиром в очереди, время ожидания бэк-офицером в очереди, среднее время обработки заявки кассира, среднее время обработки заявки бэк-офицера. В качестве единицы времени взят один час.

Таблица 1. Начальные значения факторов

Среднее кол-во заявок кассира в единицу времени	30
Среднее кол-во заявок бэк-офицера в единицу времени	10
Время ожидания кассиром в очереди	1
Время ожидания бэк-офицером в очереди	1
Среднее время обработки заявки кассира	1
Среднее время обработки заявки бэк-офицера	1

После нескольких итераций алгоритма придем к появлению отрицательных значений факторов. Следовательно, для потока заявок с заданными параметрами оптимальным количеством администраторов является 8. Анализируя данные, полученные в ходе экспериментов, можно сделать вывод о том, что наиболее важным фактором, влияющим на производительность системы массового обслуживания «Администратор», является квалификация администраторов, определяющая среднее время обслуживания заявок.

Литература

1. АДЛЕР Ю.П., МАРКОВА Е.В., ГРАНОВСКИЙ Ю.В. *Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий*. М.: Наука, 1976. 281 с.
2. ЗЕДГИНИДЗЕ И.Г. *Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем*. М.: Наука, 1976.
3. КЛЕЙНРОК Л. *Теория массового обслуживания*. М.: Машиностроение, 1979. 432 с.
4. НОВИКОВ О.А., ПЕТУХОВ С.И. *Прикладные вопросы теории массового обслуживания*. М.: Сов. радио, 1969. 211 с.
5. GEORGE E.P. BOX, WILLIAM G. HUNTER, STUART J. HUNTER. *Statistics for Experimenters – An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building* // John Wiley and Sons, Inc. 1978.
6. MARK J. ANDERSON, PATRICK J. WHITCOMB *DOE Simplified – Practical Tools for Effective Experimentation* // Productivity, Inc. 2000.

К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ МЛАДШЕЙ G-ВЫБОРКИ ГРАФА ЗАДАЧ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО МНОЖЕСТВА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Клименко А.Б.

(*Таганрогский технологический институт
южного федерального университета*)
Anna_klimenko@mail.ru

Статья посвящена вопросу получения младшей G-выборки информационного графа для неоднородного множества исполнителей в случае, когда производительность последних функционально зависит от времени, что делает задачу получения младшей G-выборки нетривиальной. В статье предложен метод сокращения вычислений, опирающийся на последовательное выделение вершин с вычисленным минимальным временем

выполнения. Доказана невозможность потери оптимального решения в силу особенностей построения исходного G-графа.

Ключевые слова: младшая G-выборка, информационный граф, неоднородное множество исполнителей.

Получение младшей G-выборки информационного графа с векторными весами вершин является одним из необходимых этапов оценки минимально возможного времени выполнения проекта исполнителями и подробно описано в работах А.Б. Барского (в частности, в [1]). Однако, в случае функциональной зависимости производительности исполнителей от времени и взвешенности вершин исходного графа не временем их исполнения, а трудоемкостью, вычисление младшей G-выборки становится проблематичным в силу того, что решение одной и той же задачи одним и тем же исполнителем будет зависеть от момента времени начала ее решения. Это, в свою очередь, ведет к увеличению вариантов перебора возможных вариантов и, как следствие, к существенному возрастанию объема необходимых вычислений, что не всегда допустимо в условиях оперативного управления проектами.

Альтернативой является нахождение вершин с минимальным временем исполнения только после того, как будет вычислено время решения предыдущей вершины. Такой подход существенно сокращает объем вычислений, но при этом открытым остается вопрос о возможности утраты оптимального решения.

Рассмотрим более подробно особенности графа G^* для случая, когда каждая вершина исходного графа G взвешена кортежем $(x_j, pfact_1(t), \dots, pfact_m(t))$, где x_j – трудоемкость задачи, $pfact_i(t)$ – фактическая производительность i – го исполнителя.

В соответствии с [1], граф G^* строится таким образом, что вершина $(x_j, pfact_1(t), \dots, pfact_m(t))$ преобразуется не более чем в m вершин таким образом, что каждая вершина из полученного множества вершин $\{x_j, pfact_i(t)\}$ имеет не более m входящих связей и не более m исходящих. Объединим вершины по x_j в ярусы. Выделим ярусы-мажоранты, т.е. ярусы, не имеющие ни одной исходящей дуги, и ярусы-миноранты, не имеющие ни одной входящей дуги. Объединение вершин в ярусы показано на рис.1.

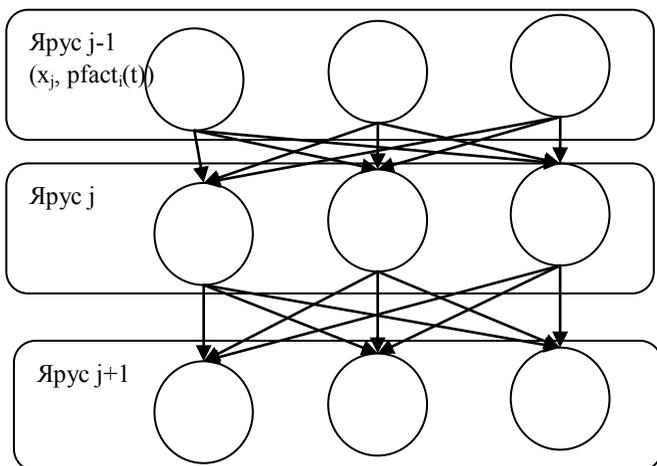


Рисунок 1– Объединение вершин в ярусы

Перечислим условия, выполнение которых является признаком корректного построения графа G^* .

Для ярусов-мажорант выполняется следующее условие (условие 1): все вершины яруса j достижимы из яруса $j-1$ до тех пор, пока существует хотя бы одна вершина яруса $j-1$.

Для ярусов-минорант, соответственно, выполняется следующее (условие 2): все вершины яруса $j+1$ достижимы из яруса j до тех пор, пока существует хотя бы одна вершина яруса j .

Для ярусов, не принадлежащих множествам минорант и мажорант (условие 3), любая вершина яруса $j+1$ достижима из любой вершины яруса $j-1$ до тех пор, пока существует хотя бы одна вершина яруса j . Иными словами, любая вершина яруса $j+1$ транзитивно связана с любой вершиной яруса $j-1$, если существует хотя бы одна вершина яруса j .

Теорема: для информационного графа G , каждая из вершин которого взвешена кортежем $(x_j, pfact_1(t), \dots, pfact_m(t))$, где x_j – трудоемкость задачи, $pfact_i(t)$ – фактическая производительность i – го исполнителя, при условии, что в процессе построения информационного графа G^* выполняется:

- каждая вершина графа G^* взвешена значениями $(x_j, pfact_j(t))$;
- каждая вершина графа G преобразуется в m вершин, каждая из которых имеет входящие и исходящие дуги в соответствии с исходным графом, что отражает ограничения на следование решаемых задач;
- время выполнения j -й задачи может быть вычислено только после выбора той или иной вершины;
- граф G^* удовлетворяет перечисленным условиям 1-3 построения;
- для получения младшей G -выборки достаточен последовательный выбор $j=1 \dots n$ вершин с минимальным значением вычисляемого времени решения задач.

Доказательство:

Пусть на J -м шаге в результате вычисления времен выполнения J -й задачи I -ми исполнителями выделена вершина графа G^* $(x_j, pfact_j(t))$ с минимальным временем решения. Допустим, что в результате исключения из дальнейшего рассмотрения прочих вершин, имеющих x_j в качестве одной из компонент веса, ни одна из дуг построенного графа не ведет в вершину $(x_k, pfact_k(t))$, чье время выполнения минимально из всех построенных вершин $\{x_k, pfact_k(t)\}$, $j=1, \dots, n$. Если это так, то построенный граф не соответствует правилам построения G^* -графа.

Таким образом, можно утверждать, что последовательный выбор вершин графа G^* с минимальным временем решения с отсечением прочих вершин не приводит к утрате оптимального решения, и младшая G -выборка может быть получена путем последовательного выбора вершин.

Литература

1. БАРСКИЙ А.Б. *Параллельные процессы в вычислительных системах: планирование и организация.* – М.: Радио и связь, 1990.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАМ

Ковалев С.В.
(ИПУ РАН, Москва)
ksv.ipu@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается факторная многокритериальная модель анализа и оценки рисков социально-экономических систем, приводится необходимость создания автоматизированной системы мониторинга рисков.

Ключевые слова: многокритериальная модель управления рисками, анализ риск-факторов.

Введение

Деятельность субъектов социально-экономической деятельности способна стать источником уязвимостей, угроз и рисков, реализующихся в политической, экономической и социальной сферах, и привести к нарушению функционирования государственных и общественных институтов.

Поэтому важное значение приобретает разработка различных способов уменьшения информационно-экономических рисков, связанные с выбором стратегий поведения, в частности, диверсификация и страхование. Разнообразные формальные методы оценки рисков и управления ими во многих случаях (реально во всех нетривиальных ситуациях) не могут дать однозначных рекомендаций. В конце процесса принятия решения - всегда человек, менеджер, на котором лежит ответственность за принятое решение.

1. Комплексный подход к оцениванию рисков

Поскольку существует целый спектр различных характеристик риска (например, если потери от риска моделируются случайной величиной), то оптимизация управления риском сводится к решению задачи многокритериальной оптимизации.

Основная проблема при управлении рисками – корректная формулировка цели такого управления. Поскольку существует целый спектр различных характеристик риска (например, если потери от риска моделируются случайной величиной), то оптимизация управления риском сводится к решению задачи многокритериальной оптимизации. Один из подходов – выбрать «главный критерий», по которому проводить оптимизацию, превратив остальные критерии в ограничения. Например, минимизировать средний ущерб, потребовав, чтобы дисперсия ущерба не превосходила заданной величины. Страхование и диверсификация – распространенные методы уменьшения неопределенности, присущей рискам, за счет повышения среднего уровня затрат. Второй основной подход – это свертка многих критериев в один интегральный и переход к оптимизации по одному критерию. Используют также методы, основанные на общей схеме устойчивости [2].

Приведенные аргументы свидетельствуют об актуальности задачи создания комплексированной системы добывания, сбора и обработки разнородной информации о функционировании территориальных социально-экономических систем, обеспечивающей обширные возможности своевременного выявления, моделирования и прогнозирования социальных и политических кризисов.

Данная система должна сочетать в себе свойства автоматизированных систем сбора и обработки информации, систем математического и имитационного моделирования, а также выступать в качестве среды поддержки деятельности распределенных экспертных групп и инструмента поддержки процессов принятия решений. Помимо перечисленных возможностей система должна обеспечивать импорт и вовлечение в процессы исследований информации из внешних источников консолидированных данных (ведомственных банков и хранилищ данных).

2. Модель факторного анализа

Для проведения факторного анализа устанавливается изоморфизм между уровнями системы параметров оценки риска и альтернативами выбора, которые формируют внешние и внутренние факторы. Это – задача принятия решения в условиях

многокритериального выбора. Одним из наиболее употребительных способов решения многокритериальной задачи является ее сведение к однокритериальной путем введения некоего суперкритерия, т.е. скалярной функции векторного аргумента:

$$(1) \quad q_0(x) = q_0(q_1(x), q_2(x), \dots, q_p(x))$$

где: $q_1(x), q_2(x), \dots, q_p(x)$ – частные критерии. Упорядочивают альтернативы по величине $q_0(x)$, выделив тем самым наилучшую в смысле этого критерия. Обычно используют аддитивные или мультипликативные функции q_0 и задача сводится к максимизации суперкритерия:

$$(2) \quad x^* = \arg \max_{x \in X} q_0(q_1(x), \dots, q_p(x)).$$

В рамках поставленных выше задач менеджмента качества наиболее целесообразным представляется использовать аддитивную критериальную функцию выбора вида:

$$(3) \quad q_0 = \sum_{i=1}^m a_i q_i,$$

где коэффициенты a_i отражают относительный вклад частных критериев (факторов риска и параметров влияющих на их появление) в общую функцию выборки для построения модели прогноза наступления риск-события. Выбранная математическая модель устанавливает характер зависимости функции от аргументов, а зависимость факторов риска определяется значениями параметров (постоянных коэффициентов) модели. Независимые параметры находятся по статистическим данным и в силу их ограниченности являются оценками истинных значений параметров риска линейной модели вида:

$$(4) \quad y = a_0 + a_i x_i + \dots + a_n x_n,$$

Целью оценки эффективности проведенных мероприятий является последующее построение прогнозной модели снижения затрат от внедрения мероприятий по управлению рисками, изменению рискогенности проекта, профилактики влияния рискобразующих факторов и их предпосылок. Это происходит, прежде всего, за счет замены неэффективных мероприятий бо-

лее эффективными в рамках выделенного бюджета на программу управления рисками. Корректировка прогнозной модели экономической эффективности управления рисками, производится путем введения специальных коэффициентов (a_t), для каждого периода деятельности предприятия, который определяется экспертным путем, после этого, осуществляется расчет показателя NPV или IRR по формуле:

$$(5) \quad NPV = \sum_{t=1}^T \frac{a_t * CF_t}{(1+I)^t} - I_0$$

Литература

1. НИЖЕГОРОДЦЕВ Р.М. *Основы экономической теории риска*. – Гомель: ЦИИР, 2007. 41 с.
2. КОВАЛЕВ С.В. *Совершенствование механизма управления рисками предприятия: проектная классификация* // Вестник УГТУ. Серия экономика и управление. 2010. № 6. С.47–57.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА ОТКЛОНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАКОМПАНИИ

Макаров В.П.

(Группа Компаний «Волга-Днепр», Москва)

valmaka@yandex.ru

В настоящей работе представлена разработка математической модели, позволяющей прогнозировать в авиакомпании риски отклонений показателей эксплуатационной деятельности от их плановых значений. Модель построена на основе кластерного и регрессионного анализа статистических данных.

Ключевые слова: прогнозирование, риск, регрессионное уравнение, фактор опасности.

В авиакомпании установлены *показатели* эксплуатационной деятельности – количество перевезенных пассажиров, объем выручки и другие, по каждому из которых на месяц задается план. По факту всегда имеются *отклонения* показателей от их плановых значений, оцениваемые величиной *риска* [1] по формуле:

$$(1) R_{\text{отклонения}} = P_{\text{отклонения}} S_{\text{отклонения}},$$

где $P_{\text{отклонения}}$ и $S_{\text{отклонения}}$ – показатели частоты и серьезности отклонения соответственно, определяемые экспертным методом.

На отклонения показателей влияют различные *события*, происходящие в самой авиакомпании и в авиационной отрасли в целом: задержки рейсов, изменение тарифов, действия авиакомпаний-конкурентов и прочее. Для каждого показателя разработан перечень из N определяющих его *факторов опасности* F_n ($n=1, 2, \dots, N$).

Каждое событие, поступающее в базу данных авиакомпании, соотносится к определенному фактору опасности и получает оценку значимости $S_{\text{события}}$ влияния на отклонение показателей. В итоге все множество зафиксированных событий приводится к конечному числу факторов опасности. В конце месяца рассчитывается оценка каждого фактора опасности:

$$(2) R_{F_n} = P_{F_n} \bar{S}_{F_n},$$

где P_{F_n} – показатель частоты проявления фактора опасности за месяц, \bar{S}_{F_n} – усредненная оценка значимости событий, проявившихся за месяц.

Требуется разработать модель прогнозирования рисков отклонений показателей от их плановых значений в предстоящем месяце по текущим значениям рангов факторов опасности.

Исходными данными является матрица вида:

$$(3) \quad \begin{bmatrix} R_1 & R_{1F1} & R_{1F2} & \dots & R_{1Fn} & \dots & R_{1FN} \\ R_2 & R_{2F1} & R_{2F2} & \dots & R_{2Fn} & \dots & R_{2FN} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_m & R_{mF1} & R_{mF2} & \dots & R_{mFn} & \dots & R_{mFN} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_M & R_{MF1} & R_{MF2} & \dots & R_{MFn} & \dots & R_{MFN} \end{bmatrix},$$

где R_m – значение риска отклонения исследуемого показателя по факту от плана в точке наблюдения m ($m=1,2,\dots,M$, M – объем выборки), R_{mFn} – ранг n -го фактора опасности в точке наблюдения m .

На первом этапе исходные данные (3) методом K -средних разбиваются на K кластеров вида:

$$(4) \quad \left\{ \left(R_{\min}^K \div R_{\max}^K \right), \left(R_{F1\min}^K \div R_{F1\max}^K \right), \dots, \left(R_{Fn\min}^K \div R_{Fn\max}^K \right) \right\}.$$

Каждый кластер содержит диапазон значений рисков (от R_{\min}^K до R_{\max}^K) и диапазоны значений факторов опасности (от $R_{Fn\min}^K$ до $R_{Fn\max}^K$).

При фактических расчетах были получены 3 кластера, содержащие низкие, средние и высокие значения риска с характерными для этих уровней значениями рангов факторов опасности. В результате возможно по рассчитанным значениям рангам факторов опасности предсказать уровень риска отклонения показателя: низкий, средний или высокий.

На втором этапе для каждого кластера (4) методом наименьших квадратов строится уравнение множественной линейной регрессии, где зависимой переменной является восстановленное значение риска отклонения показателя \hat{R} , а независимыми переменными – ранги факторов опасности R_{Fn} :

$$(5) \quad \hat{R} = \sum_{n=1}^N A_n R_{Fn} + A_0,$$

где $A_1, \dots, A_n, \dots, A_N$ – регрессионные коэффициенты рангов факторов опасности, A_0 – свободный член (константа).

Стандартную ошибку регрессионной модели вычисляется на основе несмещенной оценки дисперсии [2] случайных отклонений по формуле:

$$(6) \quad S = \sqrt{\frac{1}{M - N} \sum_{m=1}^M (R_M - \sum_{n=1}^N A_n R_{mFn} - A_0)^2}.$$

Выполнение прогноза на предстоящий месяц осуществляется в несколько этапов:

1. По текущим значениям рангов факторов опасности с использованием результатов кластерного анализа (4) прогнозируется уровень риска в предстоящем месяце.

2. Выбирается одно из регрессионных уравнений, построенных для 3 кластеров, соответствующее ожидаемому уровню риска.

3. В регрессионное уравнение вида (5) подставляются ранги факторов опасности, рассчитывается значение \hat{R} .

Пример прогноза, выполненного по реальным данным, представлен на рис. 1.

По результатам прогнозирования рисков руководством авиакомпании принимаются корректирующие действия, направленные на минимизацию потенциального ущерба для авиакомпании от отклонения показателей от их плановых значений.

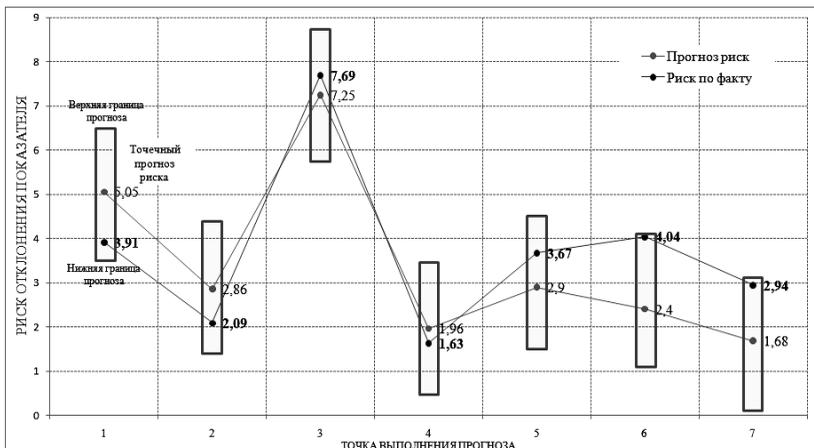


Рис. 1. Пример прогноза

Литература

1. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП), Дос 9859-AN/460. Второе издание – ИКАО, 2009.
2. ОРЛОВ А.И. *Эконометрика*. М.: Экзамен, 2002. - 576 с.

УПРАВЛЕНИЕ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ СТРАХОВЫМИ ЗАПАСАМИ*

Мандель А.С.
(ИПУ РАН, Москва)
manfoon@ipu.ru

Рассматривается многономенклатурная задача управления страховыми запасами, которые создаются для компенсации случайных возмущений спроса относительно выделенных на этапе прогнозирования обобщенных трендов. Система управления запасами функционирует в условиях неопределенности. Ковариационная структура спроса считается произвольной. На основе гипотезы разделимости выписаны уравнения фильтра Калмана, которые решают задачу управления страховыми запасами.

Ключевые слова: управление многономенклатурными страховыми запасами, неопределенность, матрица ковариации, фильтр Калмана

При наличии межноменклатурных корреляций компонент спроса и автокорреляций между значениями спроса на один и тот же продукт в разные моменты времени решение проблемы оптимального управления запасами с целью создания адекватных многономенклатурных страховых запасов по критерию минимума суммарных средних затрат становится затруднитель-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-07-00195-а.

ным. Выходом из положения может стать смена критерия. При этом альтернатива перехода на так называемые “близорукие” стратегии управления запасами, когда вместо суммарных затрат используются одношаговые затраты, рассматриваться не будет.

В самом деле, при создании страховых запасов решается вопрос о том, чтобы обеспечить малые вероятности того, что система снабжения по некоторым товарам окажется в дефицита, а по другим “затоваренной”. При этом на этапе решения детерминированной задачи управления запасами по трендам (раздел 2.3 статьи [1]) суммарные затраты уже были минимизированы. Случайные отклонения от обобщенных трендов, которые и исследуются в настоящем разделе, изменяют состояние системы управления запасами (в том числе, и по финансовым затратам), как правило, в пределах 5-10 % от минимизированной в разделе 2.3 работы [1] суммы затрат. Отсюда вытекает, что на этапе создания страховых запасов вместо затратных критериев могут использоваться критерии, связанные со стабилизацией уровней страховых запасов в окрестности заданных уровней или с обеспечением заданного уровня обслуживания потребителей на каждом шаге периода планирования. Воспользуемся результатами, полученными в [2].

1. Предварительный выбор страховых запасов

Пусть \mathbf{z}_t – вектор спроса (случайных отклонений от обобщенного тренда) на шаге t прямого времени: $\mathbf{z}_t = (z_t^{(1)}, z_t^{(2)}, \dots, z_t^{(I)})^T$, где $z_t^{(i)}$ – спрос на шаге t на продукт i , $i \in \overline{1, I}$, а T – знак транспонирования. Тогда дополнительный (страховой) запас $\mathbf{s}_t = (s_t^{(1)}, s_t^{(2)}, \dots, s_t^{(I)})^T$, где $s_t^{(i)}$ – страховой запас продукта i , $i \in \overline{1, I}$ на шаге t , должен быть выбран так, чтобы максимизировать следующую вероятность

$$(1) \quad P(\mathbf{z}_t \leq \mathbf{s}_t) = \max_{\mathbf{x}} P(\mathbf{z}_t \leq \mathbf{x}_t),$$

где $x_t = (x_t^{(1)}, x_t^{(2)}, \dots, x_t^{(I)})^T$ – вектор запаса на шаге t . При этом вектор x_t должен удовлетворять бюджетному ограничению:

$$(2) \quad c^T x_t \leq \Phi,$$

где $c = (c_1, c_2, \dots, c_I)^T$ – вектор закупочных цен на хранящиеся на складе продукты, а Φ – заданный бюджет. Трудности решения задачи (1)–(2) обсуждаются в [2].

Другой вариант критерия – минимаксный, а именно: требуется найти

$$(3) \quad s_t = \arg \max_x \left\{ \min_i P(z_t^{(i)} \leq x_t^{(i)}) \right\},$$

при выполнении ограничения (2). Важным свойством решения задачи (2)–(3) является выполнение соотношения

$$(4) \quad P(z_t^{(i)} \leq s_t^{(i)}) = P(z_t^{(j)} \leq s_t^{(i)}) \quad \forall i, j \in \overline{1, I}.$$

Другим свойством решения задачи (2)–(3) является то, что оно зависит только от средних значений и дисперсий одномерных распределений спроса. Используя поступающие в процессе эксплуатации склада данные о его функционировании эти величины нетрудно оценить (возможно, достаточно грубо).

2. Управление страховыми запасами

Теперь вектор страховых запасов $s_t = (s_t^{(1)}, s_t^{(2)}, \dots, s_t^{(I)})^T$ определен. Пусть также вектор спроса представляет собой авторегрессионный процесс первого порядка с произвольными межнорменклатурными корреляциями. Введем матрицу ковариации \mathbf{K} и рассмотрим задачу управления страховыми запасами – задачу стабилизации страховых запасов (см. также [3]), то есть поддержания дополнительных компенсирующих запасов на уровне, максимально близком к s_t , при неизвестном распределении спроса (как отмечено выше, грубые оценки построены только для средних значений и дисперсий). Итак, требуется найти

$$(5) \arg \min_{u_t} E \left\{ (z_t - s_t)^T (z_t - s_t) \right\},$$

где u_t – управление (размер заказа на пополнение запасов), а E – оператор вычисления математического ожидания.

Для описания авторегрессионного процесса спроса введем следующую матрицу

$$(6) \mathbf{H} = E \left\{ (z_t - Ez_t)(z_{t+1} - Ez_{t+1})^T \right\}.$$

Полагая $\mathbf{A} = \mathbf{HK}^{-1}$, $\mathbf{B} = [\mathbf{K} - \mathbf{HK}^{-1}\mathbf{H}^T]^{-1/2}$ и $Ez_t = \mathbf{m}_t$, можно записать модель формирования спроса в следующем виде

$$(7) z_{t+1} = \mathbf{A}z_t + \mathbf{m}_t - \mathbf{A}\mathbf{m}_t + \mathbf{B}\xi_t,$$

а уравнение наблюдений представимо как

$$(8) s_t = z_t + \eta_t,$$

где ξ_t и η_t – стационарные белые шумы.

Используя гипотезу разделимости, можно записать оптимальный размер заказа (по страховым запасам) в виде

$$(9) u_t = (s_t - x_{t-1} + \hat{z}_t)^+,$$

где \hat{z}_t – калмановская оптимальная оценка вектора спроса:

$$(10) \hat{z}_0 = \mathbf{m}_0, \quad \hat{z}_{t+1} = \mathbf{A}\hat{z}_t + \mathbf{m}_{t+1} - \mathbf{A}\mathbf{m}_t + \Gamma_t(s_t - \hat{z}_t),$$
 а

$$(11) \Gamma_t = \mathbf{A}\mathbf{D}_t(\mathbf{F} + \mathbf{D}_t)^{-1},$$

$$(12) \mathbf{D}_{t+1} = \mathbf{A}\mathbf{D}_t\mathbf{A}^T - \mathbf{A}\mathbf{D}_t(\mathbf{G} + \mathbf{D}_t)^{-1}\mathbf{D}_t\mathbf{A}^T + \mathbf{J} \text{ и}$$

$$(13) \mathbf{J} = E\xi\xi^T, \quad \mathbf{G} = E\eta\eta^T.$$

Литература

1. МАНДЕЛЬ А.С. *Управление многономенклатурными запасами в условиях неопределенности и нестационарности. Часть II* // Проблемы управления. 2011. № 6.
2. ЛОТОЦКИЙ В.А., МАНДЕЛЬ А.С. *Модели и методы управления запасами*. М.: Наука, 1991. – 190 с.
3. ПЕРВОЗВАНСКИЙ А.А. *Математические методы в управлении производством*. М.: Наука, 1975. 616 с.

ОБЩАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ ЗАПАСАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ*

Мандель А.С.
(ИПУ РАН, Москва)
manfoon@ipu.ru

Обсуждается проблема управления многономенклатурными запасами в условиях неопределённости и нестационарности. Предложена общая схема ее решения, которая сводится к выполнению многоэтапной алгоритмической процедуры.

Ключевые слова: управление запасами, неопределённость, нестационарность, гипотеза делимости, прогнозирование, фильтрация

1. Постановка задачи

В настоящем докладе развиваются идеи, впервые сформулированные в работах [1] и [2]. Рассматривается задача управления многономенклатурными запасами в условиях возможной нестационарности спроса и в отсутствие полной информации в интервале планирования $[t, T + t]$, $t \ll T$. Пусть I – число товаров и заданы реализации процессов изменения спроса на различные товары в прошлом $\{z_i(\tau), t'_i \leq \tau \leq t''_i, 0 \leq t'_i < t''_i \leq t, \text{ для некоторых } i \in \overline{1, I}\}$. В последнем выражении границы t'_i и t''_i и оговорка “для некоторых $i \in \overline{1, I}$ ” связана с предположением о том, что ассортимент со временем меняется, поэтому длины наблюдаемых отрезков предыстории изменения спроса для разных товаров могут быть различными, а по некоторым видам товаров – просто отсутствовать. Требуется выбрать моменты и размеры по-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-07-00195-а.

полнений запасов по всем товарам так, чтобы минимизировать средние суммарные затраты в интервале планирования.

2. Многоэтапная процедура решения

Учитывая нестационарность, представляется естественным сначала выделить тренды изменения спроса, в которых была бы учтена предыстория изменения спроса. Так возникает детерминированная задача управления многономенклатурными запасами, в которой реальный спрос на каждый из товаров заменяется трендом. Только затем рассматривается вопрос о формировании дополнительных заказов, компенсирующих случайные отклонения от трендов – задача создания и управления “страховыми” запасами.

Таким образом, общая схема решения задачи управления многономенклатурными запасами в условиях нестационарности спроса и в отсутствие полной информации может быть представлена как последовательное выполнение следующих этапов:

- 1) классификация запасов (ABC-анализ);
- 2) прогнозирование трендов спроса на товары групп А и В;
- 3) решение детерминированных задач управления запасами;
- 4) наблюдение за текущими значениями стохастических компонент спроса по каждому из товаров (этап *остабилизации*);
- 5) формирование предварительных минимаксных оценок страховых запасов;
- 6) построение алгоритмов управления страховыми запасами.

2.1. ABC-МЕТОД

Суть ABC-анализа состоит в том, чтобы разбить всё множество видов товаров на несколько групп (как правило, три) так, чтобы в группе А оказывалось от 5 до 10 % товаров, стоимость которых в суммарном обороте составляет 40-70 % от общей суммы средств, вложенных в запасы, в группу В – 15-30 % товаров общей стоимостью от 15 до 25 % затраченных средств, а в группу С – примерно 65-80 % процентов наименований товаров, причем таких, что в стоимостном выражении их доля составляет в общей сумме от 5 до 15 %. Отыскание хорошего решения задачи ABC-анализа оказывает большое влияние на эффективность функционирования, поскольку позволяет дифференцированно применять различные по трудо-

емкости и затратам схемы (алгоритмы) сбора и обработки данных и управления запасами различных товаров.

Для решения задачи ABC-классификации товаров применяются разные методы – от чисто эмпирических до формальных (кластеризация, автоматическая классификация и др.) [3].

2.2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРЕНДОВ СПРОСА

Временные ряды $\{z_i(\tau), t'_i \leq \tau \leq t''_i, 0 \leq t'_i < t''_i \leq t\}$ могут быть представлены суммой трёх составляющих:

- 1) систематическая составляющая – тренд;
- 2) относительно плавные колебания в окрестности тренда, которые происходят с большей или меньшей регулярностью (и в частности, эффект сезонности, иногда рассматривающийся как отдельная составляющая);
- 3) случайные возмущения.

Традиционно статистические методы прогнозирования временных рядов в большинстве своём сводятся к разложению последовательности результатов наблюдений на отдельные составляющие, к прогнозированию каждой составляющей и к последующему объединению построенных отдельно прогнозов [4]. В контексте данной работы для каждого вида товара под трендом понимается сумма двух компонент временного ряда: собственно тренда (пункт 1) и сезонной компоненты (пункт 2).

2.3. ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

В работе [5] осуществлена кусочно-линейная аппроксимация произвольных функций изменения спроса во времени и доказан ряд теорем, которые позволили свести общую задачу управления многономенклатурными запасами к использованию видоизменённой формулы Уилсона. Далее для товаров групп А и В решается многономенклатурная задача управления запасами, все параметры которой получают в дополнение индекс номера товара $i \in \overline{1, I}$. В плане оптимизации (в данном случае, минимизации затрат) существенный интерес и возможность заметного выигрыша представляют группы товаров А и В. В работе [5] учитываются также дополнительные техноло-

гические ограничения, которые, в частности, формализуют целесообразность обеспечения возможности достаточно ритмичной и бесперебойной деятельности. Отсюда вытекает, что для товаров групп А и В желательно выбирать один, общий для каждой группы период поставки. В результате задача управления дополнительными поставками с целью компенсации случайных возмущений спроса (управления страховыми запасами) для товаров из групп А и В становится задачей управления запасами с периодическим контролем за состоянием запасов и дискретным временем n , $n = 0, 1, 2, \dots, N$ [6].

Литература

1. МАНДЕЛЬ А.С. *О парадигмах решения задач управления запасами в условиях неопределенности* // Материалы конференции ТАС – 2009, г., Москва, Россия, Т. 1. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 275-279.
2. КОНОВАЛОВ А.С., ЛАПИН В.А., МАНДЕЛЬ А.С., БАРЛАДЯН И.И. *Новые модели в задачах управления запасами и производством в условиях нестационарности и стохастичности процессов среды функционирования* / Материалы Четвертой международной конференции MLSD'2010», 4-6 октября 2010 г., Москва, Россия, Т. 2. М.: ИПУ РАН, 2010. С. 187-189.
3. КОНОВАЛОВ А.С., БАРЛАДЯН И.И., ТОКМАКОВА А.Б. *Сравнительный анализ эффективности различных методов кластеризации в задачах предпроектного обследования автоматизируемых систем управления снабжением и логистики* / Труды международной научно-практической конференции ТАС-2009. Том 1. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 255-259.
4. БОКС ДЖ., ДЖЕНКИНС Г. *Анализ временных рядов*. М.: Мир, 1974. – 288 с.
5. ХОБОТОВ Е.Н. *Использование кусочно-линейной аппроксимации функций расхода для построения методов управления запасами* // Проблемы управления. 2011. № 6.
6. ХЕДЛИ Д., УАЙТИН Т. *Анализ систем управления запасами*. М.: Наука, 1969. 512 с.

ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ СТИМУЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГС МОСКВЫ

Марин О.Л.
(ИПУ РАН, Москва)
marin_oleg@mail.ru

В данной работе рассматривается задача конструирования системы эффективного стимулирования работников различных уровней такой структуры массового обслуживания граждан, как Управления записи актов гражданского состояния (ЗАГС) города Москвы. Дается обзор существующих систем стимулирования. Предлагается проект системы мотивации для данной организации путем синтеза из базовых элементов - механизмов стимулирования.

Ключевые слова: оценка деятельности, стимулирование, синтез механизмов управления

1. Описание объекта исследования

Структурно объект исследования имеет следующий вид: центр – аппарат Управления ЗАГС и подчиненные ему распределенные по городу обособленные структурные подразделения – отделы ЗАГС. Система органов ЗАГС Москвы включает в себя 28 отделов ЗАГС, 4 дворца бракосочетания, архивно-информационный отдел, аппарат Управления и четыре необособленных структурных подразделения, в задачу которых входят финансовое, материально-техническое, кадровое, организационно-правовое и информационное обеспечение деятельности органов ЗАГС Москвы. В свою очередь у каждого отдела имеется свой начальник, заместитель и подчиненные им сотрудники.

Управление ЗАГС является органом исполнительной власти города Москвы и выполняет ряд ключевых функций по организации правовой деятельности в отношении жителей города. К услугам, предоставляемым москвичам и гостям столицы, можно

отнести: государственную регистрацию рождения, заключения брака, расторжения брака, усыновления (удочерения), установления отцовства, перемены имени и смерти. Также на Управление ЗАГС возложены обязанности по ведению архивного фонда и предоставлению сведений на его основе многим государственным организациям по соответствующим официальным запросам.

2. Проблема

Для такой распределенной и большой организации свойственны и типовые проблемы, связанные с эффективным управлением, ведением комплексного оценивания деятельности сотрудников и их адекватного поощрения руководством.

Штатная численность всей городской структуры Управления составляет около 450 человек. Дополнительные трудности возникают также с постоянным увеличением населения города Москвы, растущим числом обращений граждан в органы ЗАГС по неотложным вопросам не только регистрационного, но и нетривиального юридического характера. Так, ежегодный рост обрабатываемых запросов и оказанных услуг москвичам и гостям столицы составляет 5-10%.

В связи с вышеизложенным остро встает проблема внедрения эффективных механизмов управления данной организационной структурой, что особенно актуально в рамках проводимой в настоящее время административной реформы. Наиболее приоритетными задачами по улучшению деятельности организации можно считать проведение оценки по основным показателям деятельности сотрудников (например: время выполнения заявки, количество допущенных ошибок, жалоб и т.д.), а затем их улучшение путем внедрения синтезированных механизмов стимулирования.

3. Результат

Нельзя сказать, что в настоящее время в организации не существует никаких мотивирующих механизмов, стимулирующих работников на лучший результат. Однако стоит заметить, что истинная эффективность используемых методов недостаточна.

В этой связи был проведен анализ существующей в органах ЗАГС системы стимулирования сотрудников. Для проведения оценки и качества их работы были выделены основные показатели деятельности, по которым можно построить общую картину происходящих в организации процессов. Полученные данные используются для принятия эффективных решений по построению системы стимулирования в организации.

Представлен проект синтеза существующих механизмов стимулирования, учитывающий особенности функционирования системы, и который может быть предложен к внедрению в организационную деятельность органов ЗАГС города Москвы.

Литература

1. НОВИКОВ Д.А. Теория управления в организационных системах. М.: Издательство физико-математической литературы, 2007 – 584 с.
2. БУРКОВ В.Н., КОРГИН Н.А., НОВИКОВ Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2009. 264 с.

О ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РИСКАМИ

Маслова Е.В.

*(Сибирский государственный
индустриальный университет, Новокузнецк)*
elenamaslova1805@yandex.ru

В докладе даются определения рисков, их классификация, а также характеристика информационных рисков и их анализ. Рассмотрен процесс управления рисками, перечислены виды активов, источники основных угроз.

Ключевые слова: информационный риск, анализ, оценка, угроза, управление

На современном этапе самым дорогим товаром является информация, поэтому одним из актуальных вопросов функционирования любого предприятия является обеспечение информационной безопасности (ИБ), а также необходимость разумных вложений в нее. Информационный риск – это опасность возникновения убытков или ущерба в результате применения в организации информационных технологий (ИТ), т.е. информационные риски (ИР) связаны с созданием, хранением, передачей и обработкой информации. Для России это понятие новое, на информационные риски стали обращать внимание только тогда, когда грянул экономический кризис. Однако риск может появиться и в условиях стабильной экономической ситуации и принести не малый ущерб. Тем не менее, потери можно существенно снизить, если научиться рисками управлять.

Управление информационными рисками – это комплекс мероприятий по идентификации, анализу и устранению выявленных в структуре ИБ недостатков, связанных с разработкой, эксплуатацией и утилизацией информационных комплексов. Существует множество стандартов и подходов к управлению информационными рисками. Наиболее известными являются подходы, представляющие собой технологию управления ИБ, которая включает в себя документирование, информационной системы (ИС), классификацию информационных рисков, их оценку и анализ, управление рисками на всех этапах жизненного цикла ИС, аудит в области информационной безопасности.

Управление рисками – это циклический процесс, риски нужно постоянно контролировать и проводить их переоценку. Качественно выполненная и документированная первая оценка значительно упрощает все последующие. На первом этапе управления ИР следует сосредоточиться на наиболее важных объектах для компании; в том случае если она небольшая, можно рассматривать информационную структуру полностью.

Как правило, для любой компании важными являются абсолютно все составляющие, но часто их невозможно включить в анализ в полном объеме, поэтому приходится останавливаться на некотором уровне детализации и отдавать себе отчет в его приблизительности. При анализе следует учитывать, в который раз он проводится. Если впервые, то предпочтительнее провести более полную оценку, если нет, можно ограничиться поверхностным анализом. Целью анализа рисков является получение ответов на вопросы о том, приемлемы ли существующие риски и какие из них нуждаются в уменьшении в первую очередь, а также какие средства защиты лучше использовать. Оценка рисков

должна быть количественной, но до сих пор нет четкой методики, позволяющей это сделать. Поэтому чаще пользуются качественной оценкой, в простейшем случае риски оценивают по трехбалльной шкале.

При идентификации активов, т.е. всего того, что важно и представляет ценность для организации и ее функционирования, следует учитывать не только материальные составляющие, но и такие компоненты ИС, как персонал, инфраструктуру, а также нематериальные ценности, например, репутацию компании.

Необходимо оценить критичность активов, связанную с ущербом, который понесет организация в случае нарушения информационной безопасности. Это является наиболее сложным процессом. Оценка критичности выполняется в зависимости от влияния рисков на три параметра активов: конфиденциальность, целостность и доступность.

Риск появляется там, где есть угроза, т.е. потенциал (или мера) возможности реализации источника угрозы - события либо ситуации и способа, который может привести к реализации угрозы. Риск отличается от угрозы возможностью количественной оценки ожидаемых потерь.

Можно выделить источники угроз, среди которых основными являются: угрозы природного происхождения (пожары, наводнения, землетрясения); техногенного происхождения (аварии, отключения электроэнергии и т.д.); угрозы, исходящие от человека (ошибки, низкая квалификация пользователя, сетевые атаки). Каждая угроза должна быть детализирована и оценена по шкале значимости (низкая, средняя, высокая). Присутствие угрозы объясняется наличием уязвимости в защите ИС, которая характеризуется слабостью защиты, наличием условий, позволяющих угрозе причинить ущерб.

Сначала необходимо идентифицировать все имеющиеся угрозы, исходя из соображений здравого смысла, но при этом провести их максимально полное рассмотрение. Нередко считается целесообразным выявление еще и источников возникновения угроз, поскольку это поможет при выборе средств защиты. Далее оценивается вероятность осуществления угрозы и размер возможного ущерба, который зависит от стоимости ресурса, подвергаемого риску, и от степени разрушительности воздействия на ресурс, выражаемой в виде коэффициента разрушительности. Далее приступают непосредственно к оценке рисков. Самый простой способ оценки – умножение вероятности осуществления угрозы на возможный ущерб. Полученный результат

приводится к качественной шкале, по которой и оценивается приемлемость риска.

На следующем этапе выбираются защитные меры (контрмеры) и оценивается их стоимость. Учитываются не только расходы на приобретение нового оборудования, но и на обучение персонала. Если контрмера экономически выгодна, ее оставляют на рассмотрение, если нет, то не следует ее сразу сбрасывать со счетов, так как все сделанные до этого расчеты были приближительными и на практике расходы могут оказаться меньше, или ущерб - значительно выше, чем предполагалось. После выбора мер защиты их внедряют, а затем проверяют на работоспособность. Если остаточный риск приемлем, то можно назначить дату ближайшей переоценки, если же нет, весь процесс анализа и оценки проводится заново.

При управление информационными рисками проводимые операции связаны между собой: после завершения любой из них может возникнуть необходимость вернуться к предыдущей операции, особенно это актуально для первичного анализа. Обязательным условием успешного риск-менеджмента в области ИТ является его непрерывность, поэтому переоценка информационных рисков должна проводиться с определенной периодичностью. Целью обработки рисков является их уменьшение до приемлемого уровня.

Таким образом, информационные риски не только необходимо оценивать и анализировать, ими нужно управлять. Идентифицируя риски, анализируя их, применяя эффективные контрмеры, можно существенно снизить их значимость или совсем избежать.

Литература

1. КИСЕЛЕВА Т.В., МАСЛОВА Е.В. *Анализ информационных рисков* / Сборник докладов Всероссийской конференции «Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии». Новокузнецк: СибГИУ, 2011. С. 75–81.
2. АСТАХОВ А.М. *Искусство управления информационными рисками*. М.: ДМК Пресс, 2010. 312 с.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ, ОПТИМИЗИРУЮЩЕЙ ФИНАНСОВЫЙ ЭФФЕКТ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Нильга О.С.

*(Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет)*

Nilga.OS_vrn@mail.ru

Разрабатывается методика, позволяющая определить последовательность реализации технологически связанных мероприятий инвестиционного проекта, дающую максимальный доход.

Ключевые слова: последовательность мероприятий, технологическая зависимость, сеть.

Введение

Основной целью процесса инвестирования является обеспечение наиболее эффективных путей реализации инвестиционной стратегии на отдельных этапах ее развития. Это выдвигает на передний план вопросы оценки предполагаемых проектов и их обоснование. Существующие стандартные методики оценки инвестиционных проектов позволяют определить выгодность конкретного проекта, но не позволяют оптимизировать структуру проекта, что в свою очередь может привести к недополучению инвестором дохода от реализуемого проекта.

Определение оптимальной последовательности выполнения технологически связанных мероприятий проекта

Рассмотрим проект, состоящий из n мероприятий, на последовательность выполнения которых наложены технологические ограничения. Время выполнения каждого мероприятия t_i выражено в месяцах. Будем считать, что каждое следующее меро-

приятый начинается в момент завершения предыдущего.

$T = \sum_{i=1}^n t_i$ – время выполнения всех мероприятий проекта. Для

осуществления i -го мероприятия необходимы инвестиции в размере C_i , таким образом, суммарные инвестиции для осуществ-

ления проекта $C = \sum_{i=1}^n C_i$. Предполагается, что все они осуществ-

ляются в момент запуска проекта, т.е. в момент 0. После выполнения каждого i -го мероприятия прогнозируется ежемесячный доход в размере R_i в течение времени, оставшегося до окончания проекта.

Мероприятия проекта связаны технологической зависимостью, представленной в виде сети (ориентированного графа), вершинами которого являются мероприятия, а дугами – зависимости между ними. Вершины графа пронумерованы по определенному правилу [1]. Сеть имеет начальную вершину и конечную, которым соответствуют начальное мероприятие и мероприятие завершающее проект.

Для получения порядка выполнения мероприятий, который дает наибольший доход σ^* , необходимо для каждого из них найти величину R_i/t_i и упорядочить мероприятия по невозрастанию этих величин, т.е., если

$$(1) \quad R_l/t_l \geq R_m/t_m, \text{ то } l < m,$$

а если $R_l/t_l = R_m/t_m$, то раньше следует выполнять мероприятие с меньшей продолжительностью (t), т.к. в этом случае раньше начнется получение дохода.

Если пронумеровать мероприятия по упомянутому выше правилу и выполнять их в соответствии с нумерацией, то получится допустимая последовательность σ , а т.к. при нумерации мероприятий учитывается условие (1), то полученная последовательность будет давать достаточно хороший доход, однако в общем случае не оптимальный.

В самом деле, возможна ситуация, когда существуют мероприятия А, В и С, где А строго предшествует В, но

$R_A/t_A < R_B/t_B$ или $R_A/t_A = R_B/t_B$, а $t_A > t_B$, а С не связана ни с А, ни с В. В последовательности σ А будет предшествовать В, что же касается С, то она может стоять или перед А, или между А и В, или после В. Рассмотрим следующие варианты:

1. Если $R_A/t_A > R_C/t_C$ или $R_A/t_A = R_C/t_C$, а $t_A < t_C$, то мероприятие надо выполнять в последовательности (А, В, С);

2. Если $R_C/t_C > R_B/t_B$ или $R_A/t_A = R_B/t_B$, а $t_C < t_B$, то последовательность выполнения мероприятий будет следующей (С, А, В);

3. Если соотношение между мероприятиями имеет следующий вид $R_A/t_A < R_C/t_C < R_B/t_B$, то место С в последовательности не очевидно. Здесь возможны две ситуации: (С, А, В) и (А, В, С). Ситуация (А, С, В) очевидно хуже, так как $R_B/t_B > R_C/t_C$.

Из изложенного выше можно сформулировать следующий алгоритм построения оптимальной последовательности выполнения мероприятий проекта, связанных технологической зависимостью: необходимо мероприятия, между которыми существует технологическая зависимость, объединить в группы, в каждом из которых порядок выполнения мероприятий учитывает технологические ограничения и (1), а затем эти группы отсортировать по условию (1). Но этот алгоритм не всегда дает оптимальный результат, хотя для каждой группы учтена технологическая зависимость и выполняется соотношение (1). Можно улучшить окончательный результат, пересортировав элементы некоторых групп. Рассмотрим подробно возможные структуры групп:

1. группа, состоящая из одного элемента.

2. группа-цепочка. Группа-цепочка – это группа, состоящая из непосредственных предшественников. Например, имеем группу-цепочку (А, В, С), это значит, что А является непосредственным предшественником В, а В – непосредственным предшественником С. В этом случае группу пересортировать невозможно и следовательно улучшить результат группы нельзя.

3. группа, состоящая из вершины и ее непосредственных последователей.

4. группа в виде части исходного графа, представляющая собой набор вершин со связями. Если к такой группе добавить две вершины: «начало» выполнения группы мероприятий и «окончание» выполнения группы мероприятий, то получим сеть (также как и исходный граф). В этом случае к группе можно применить алгоритм, описанный выше. При этом возможно, что структура группы изменится, т.е. ее элементы поменяются местами и в ней появятся подгруппы. Заметим, что если алгоритм применяется к какой-либо группе (σ_h^*), то после его завершения, ее начальное и конечное мероприятия «откидываются», т.к. они были искусственно добавлены к ней и физического смысла не имеют. После чего новые группы (т.е. подгруппы группы σ_h^*) можно расставить в списке σ^* опять же в соответствии с алгоритмом и условием (1). Если после этого в σ^* снова имеются группы, описанные под цифрой четыре, то к ним применяются аналогичные действия. Если в результате применения к любой группе алгоритма 1, местоположение входящих в нее мероприятий не изменилось, то обратно в σ^* она помещается целиком с прежними параметрами: t_{σ_j} , R_{σ_j} , $R_{\sigma_j}/t_{\sigma_j}$ – и, следовательно, остается на том же месте.

Литература

1. АСНИНА А.Я., БАРКАЛОВ С.А. *Методика определения последовательности реализации технологически связанных работ проекта, дающей наибольший доход* // Сборник материалов VIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», 25–27 мая 2011 г., г. Магнитогорск.
2. БУРКОВ В.Н., ЗАЛОЖНЕВ А.Ю., НОВИКОВ Д.А. *Теория графов в управлении организационными системами. Серия «Управление организационными системами»*. – М.: СИНТЕГ, 2001, 124 с.

СТАТИЧЕСКАЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ БЮДЖЕТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ

Отарашвили З.А.

(Российский новый университет, Москва)

baruzo@mail.ru

Предлагаются итерационные процедуры использования статической и динамической модели оценки эффективности, в результате выполнения которых максимизируется бюджетная эффективность (отношение финансового результата к сумме собственных и заемных средств а) для одного проекта, б) для пакета проектов).

Ключевые слова: бизнес-проект, статическая эффективность, динамическая эффективность.

В статье рассматривается статическая модель, с одним плановым периодом, оценки эффективности распределения ресурса предприятия между бизнес-проектами, для достижения максимального результата. Каждый бизнес-проект описывается функцией «затраты - результат» (аналог производственной функции).

Далее рассматривается динамическая модель оценки эффективности распределения ресурса между бизнес-проектами, где задан плановый период $[0, T]$ разбитый на элементарные периоды времени $t: \{t_1, t_2, \dots, t_k, \dots, T\}$ (например: проектирование, пуско-наладка, выход на проектную мощность и т.д.). Финансовый поток определяется как остаток на конец периода, получаемый в результате вычитания из потока поступлений $\{I_k = I(t_k)\}$, $t_k \in [0, T]$ потока платежей $\{C_k = C(t_k)\}$, $t_k \in [0, T]$. Финансовый поток определяется следующим образом:

$$(1) \quad CF(t) = CF^0 + \sum_{t_k=1}^t [I(t_k) - C(t_k)],$$

где CF^0 – собственные средства на начало планового периода; $CF^0, \{I(t_k), C(t_k)\}$ – заданные величины $\forall t_k \in [0, T]$. Содержательно $CF(t)$ соответствует наличию денег на счете на конец периода t .

На каждом этапе проводится опрос экспертов по требуемым затратам и возможным результатам. На основе этих данных строится динамическая модель финансовых потоков.

Затратами в таком случае являются имеющиеся на начало периода собственные средства и привлекаемые заемные ресурсы.

$$(2) \sum_{t=1}^T CS_i(t) = CF_i^0 + \sum_{t=1}^T [S_i(t)],$$

где $S_i(t)$ - привлеченные заемные средства.

Результатом является наличие на конец периода.

Предлагается итерационная процедура, на каждой итерации которой бюджетная эффективность возрастает. Расчеты показывают, что переход к пакету бизнес-проектов по отношению к стандартным процедурам существенно, на 30–50% увеличивают результат.

Предлагается вариант максимального погашения заемных средств за минимальное время. В этом случае суммарные затраты на обслуживание привлеченных денежных ресурсов будут минимальны. Такой подход к заемной политике позволит предпочтительно избежать оказаться в ситуации «кредитной ловушки». Приводится сравнительный анализ и зависимость между двумя подходами: а) единовременное погашение заемных ресурсов с предварительным их накоплением в течении нескольких элементарных периодов; б) револьверное погашение заемных средств по принципу «как можно раньше и как можно больше».

Если заемные средства до конца срока реализации проекта не возвращены, то это означает, что предприятие не смогло выйти на самофинансирование.

Алгоритм. Динамический анализ приоритетных проектов

Шаг 1. Составляется перечень всех бизнес-проектов, потенциала достижения цели. Проекты ранжируются по эффективности.

Шаг 2. Строится кривая затраты - результат.

Шаг 3. Выделяются приоритетные бизнес-проекты, вносящие весомый вклад в достижение цели.

Шаг 4. Анализируются выделенные бизнес-проекты, разворачивая во времени движение денежных потоков в перспективе. Исследуются на предмет наступления возможных периодов кас-

совых разрывов и привлечения для восстановления платежеспособности заемных средств.

Шаг 5. Пересчитываются заново эффективности анализируемых бизнес-проектов. Проекты расставляются по рангу. Результатом будет наличие на конец периода нарастающим итогом, затратами – привлеченные заемные средства.

Шаг 6. Сравняются эти бизнес-проекты с оставшимися в перечне (шаг 1) и заново ранжируются.

Шаг 7. Строится новая кривая затраты – результат.

Шаг 8. Заново выделяются приоритетные бизнес-проекты. Если среди них оказались новые, из базового списка, то повторяются процедуры начиная с шага 4.

Алгоритм работает до тех пор, пока в числе приоритетных бизнес-проектов не окажутся самые эффективные по результатам оценки статическим и динамическим методами.

Рассмотрим финансовые потоки по каждому бизнес - проекту. Если он не требует ни в одном периоде привлечения кредитных ресурсов, то его эффективности в статической и динамических моделях будут одинаковы. Затраты будут равны первоначально выделенным средствам. Доходы будут равны расчетным.

Если в каком-либо периоде времени в бизнес -проекте наступает неплатежеспособность, то для его закрытия привлекаются заемные ресурсы.

В этом случае, затраты возрастут по сравнению с первоначально выделенными средствами на величину привлеченных средств и процентов по ним. Соответственно и доходы уменьшатся по сравнению с первоначально планируемыми на величину процентов. Эффективность проекта уменьшится.

Показано, что эффективность динамическая всегда меньше или равна эффективности статической. Построена графическая зависимость между: а) динамической и статической эффективностями при фиксированных значениях коэффициента заемных ресурсов; б) динамической эффективностью и коэффициентом заемных средств при фиксированном значении статической эффективности.

Литература

1. БАЛАШОВ В.Г. *Модели и методы принятия решений*. М.: Издательство физико-математической литературы, 2003.

2. БАЛАШОВ В.Г., ИРИКОВ В.А. *Технологии повышения финансового результата. Практика и методы*. М.: МЦФЭР, 2009.
3. ИРИКОВ В.А. *Методы программно-целевого управления, включая бюджетирование, ориентированное на результат*. Учебно-методическое пособие. М.: Стелс, 2007.
4. ИРИКОВ В.А., ОТАРАШВИЛИ З.А. *Алгоритмы и информационные технологии решения типовых задач подготовки и принятия выгодных финансовых стратегий*. М.: РосНОУ, 2011.

УПРАВЛЕНИЕ ТАРИФАМИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Перова М.Б.

(Вологодский государственный технический университет)
mperova@mail.ru

Монопольные виды бизнеса в электроэнергетике (передача электроэнергии и сбыт) требуют управления тарифами на услуги этих энергокомпаний. Созданию оптимальных тарифов на электроэнергию и тепло способствует использование имитационных моделей экономической деятельности энергокомпаний. Имитационные модели позволяют прогнозировать их затраты с учетом изменения параметров внешней среды и управлять тарифами в целях удовлетворения интересов как энергокомпаний, так и потребителей.

Ключевые слова: имитационное моделирование, энергокомпания, тарифы.

Передача электроэнергии и сбыт являются монопольными видами бизнеса, поэтому проблема формирования тарифов в данных видах бизнеса заключается в том, что, с одной стороны, тарифы не должны быть завышенными, чтобы не ущемлять ин-

тересов потребителей, а, с другой стороны, должны быть достаточными для качественного осуществления производственной деятельности. Искусственное сдерживание тарифов приводит к дефициту финансовых средств на восстановление и обновление основных производственных фондов энергокомпаний, их ускоренному износу, снижению надежности электроснабжения и пр., что также не отвечает интересам потребителей.

Созданию оптимальных тарифов на электроэнергию сетевых и сбытовых энергокомпаний, а также предприятий коммунальной энергетики, поставляющих электроэнергию и тепло, способствует использование имитационных моделей их экономической деятельности.

Имитационная модель экономической деятельности энергокомпании включает несколько модулей, выполняющих самостоятельные функции: исходные данные, основные расчетные модули, модуль варьируемых показателей, итоговые таблицы, графическое приложение.

Основой модели являются два расчетных модуля. В первом из них определяются показатели по периодам в *действующих ценах*, что упрощает восприятие и анализ информации; во втором – в *прогнозных ценах*, т.е. в ценах, ожидаемых на будущих шагах расчета. Одновременные расчеты в действующих и прогнозных ценах позволяют выделить ту часть затрат, которая обусловлена динамикой внешней среды. В обоих модулях все показатели, характеризующие экономическую деятельность, функционально взаимосвязаны между собой и во всех временных периодах. Они имеют вертикальную и горизонтальную структуру. По вертикали все показатели объединены в блоки, характеризующие отдельные стороны экономической деятельности (продукция, затраты, основные производственные фонды, труд, и т.п.). Там размещается исходная информация (из первого модуля, куда она вводится) и расчетные показатели. Горизонтальную структуру составляет развертывание всех показателей во времени.

Остальные модули (исходная информация, выходные данные, варьируемые показатели и пр.) имеют свою специфику при моделировании различных видов экономической деятельности.

Формирование отдельно вынесенных модулей входных и выходных переменных создает условия для экспериментов с моделью и для использования ее в оперативном управлении. Модуль входных эндогенных факторов имитационной модели включает матрицы входных переменных по всем видам продукции (в натуральном и стоимостном выражении). Они формиру-

ются на основе отчетных данных объекта, как минимум, за 3 года с учетом принципа дисконтирования, т.е. уменьшения ценности более ранней информации. Матрицы включают подматрицы (блоки) показателей по каждому виду продукции, характеризующих затраты, основные производственные фонды в стоимостном выражении и в условных ремонтных единицах, численный состав промышленно-производственного персонала, инвестиционную деятельность и т.п. Для различных объектов, критериев и целей прогнозирования количество и перечень показателей в блоках различаются.

Модель включает два выходных модуля: первый модуль включает матрицы выходных показателей для каждого вида продукции в действующих ценах; второй – в прогнозных ценах. Оба модуля содержат блоки показателей, характеризующих все стороны экономической деятельности в t -й прогнозный период. В результате для каждого вида продукции вычисляются матрицы выходных переменных соответственно k состояниям среды.

Имитационные модели позволяют выполнять моделирование различных стратегий деятельности предприятий, прогнозировать показатели, характеризующие эти стратегии, производить их сравнение и выбор. Формирование различных стратегий развития объекта обеспечивается изменением показателей, составляющих модуль варьируемых показателей (экономических и аналитических).

Для ограничения количества оцениваемых стратегий и достижения оптимума по какому-либо показателю используется блок оптимизации. При этом применяются два вида критериев: критерий оптимизации прогнозной модели и критерий предпочтения варианта. Критерий оптимизации предполагает оптимизацию прогнозной модели по какому-либо показателю в каждой из рассчитываемых стратегий, например, по размеру тарифной ставки. В результате имеется набор выходных характеристик, одна или несколько из которых могут служить критериями предпочтения одной стратегии из полученного множества стратегий объекта. Критерий предпочтения стратегии определяет правила, или показатели, по которым отбираются возможные стратегии объекта. Использование теории игр позволяет находить оптимальное поведение в конфликтных ситуациях, например, выбрать оптимальный срок предоплаты за потребленную электроэнергию, взаимовыгодный для потребителей и энергокомпаний.

Наличие множества сочетаний параметров внешней среды дает возможность определять экономическое состояние объекта в зависимости от динамики различных индексов инфляции, темпов экономического развития региона, развития электрических сетей, изменения абонентской базы, уровня неплатежей и выплаты кредиторской задолженности, возможности привлечения инвестиций и пр. Экзогенные факторы представлены в соответствующем модуле матрицей варьируемых параметров или уравнениями, отражающими их динамику. В основных расчетных модулях они находят отражение в виде числовых характеристик в блоке параметров внешней среды (доверительный интервал).

Адекватность имитационной модели реальной экономической деятельности предприятия в целом обеспечивается наличием функциональных взаимосвязей между экономическими показателями, учитывающими и отражающими специфику объектов. Детально вопросы имитационного моделирования деятельности энергокомпаний раскрыты в монографии [1].

Таким образом, имитационная модель энергокомпании позволяет прогнозировать затраты энергокомпаний с учетом изменения параметров внешней среды и управлять тарифами в целях согласования интересов энергокомпаний и потребителей электроэнергии.

Литература

1. *Анализ и прогнозирование экономической деятельности на основе имитационного моделирования*: монография / Е.А. ВОЛКОВ, Ю.В. ВОРОПАНОВА, А.И. МЕТЛЯХИН и др. / под общ. ред. проф., д.э.н. М.Б. Перовой. Старый Оскол: ТНТ, 2009. 314 с.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНДЕКСНЫХ ПАЕВЫХ ФОНДОВ*

Покровская И.В., Спиро А.Г.

(ИПУ РАН, Москва)

spiro@ipu.ru

Проведен анализ доходности инвестора открытого индексного паевого инвестиционного фонда, показано, что активы, не входящие в расчёт индекса, могут существенно влиять на доход инвестора.

Ключевые слова: индексные паевые инвестиционные фонды, структура инвестиционного портфеля фонда, индексная и неиндексная части фонда, условия доходности инвестиций.

Введение

С развитием финансовых рынков всё большее число людей размещают свои средства в фонды, которые объединяют эти средства и используют их для инвестирования. В России это Паевые Инвестиционные Фонды (ПИФ). Если частный инвестор может приобрести пай в любой момент времени, то фонд называется открытым, в противном случае он является закрытым. В России фонды, работающие с акциями, входящими в расчёт индексов, являются Открытыми Индексными Паевыми Инвестиционными Фондами (ОИПИФ). Они рассчитаны в основном на работу с мелкими инвесторами. Обычно индексным называют фонд, в котором значительная часть его средств идёт на копирование индекса. Законодательства по ОИПИФ в РФ пока нет, поэтому выбор инвестиционного портфеля относится к компетенции Управляющей Компании (УК) фонда. Ниже будут рассматриваться те индексные фонды, в которых индексная часть больше всех других активов фонда (например, для ММВБ не менее 85% его портфеля в течение двух третей рабочих дней в месяце должны составлять именно те бумаги, по которым этот индекс рассчитывается [1]). В литературе не уделено должного внимания индексным паевым фондам, не считая рекламных материа-

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект 10-07-00210.

лов для привлечения частных инвесторов. ОИПИФ публикует два показателя: СЧА и цену пая. Однако, как показано в настоящей работе, этих данных недостаточно для принятия решений инвестором ОИПИФ.

1. Исследование особенностей функционирования индексных паевых фондов

В работе показано, что индекс ММВБ на момент t_i можно записать в следующем виде: $I(t_i) = \lambda \sum_{j=1}^N k_j A_j(t_i)$, где λ - нормирующий коэффициент $\lambda = 1/V A_j(0)$, V - поправочный коэффициент, корректирующий значения индекса при изменении базы его расчета, k_j - коэффициент капитализации, $A_j(0)$ - стоимость акций j -го вида на момент определения 1-го значения индекса, $A_j(t_i)$ - стоимость акций j -го вида на момент t_i , N - количество различных видов акций, входящих в базу расчёта индекса.

Рассмотрим теперь открытые индексные паевые инвестиционные фонды (ОИПИФ). Для индексного фонда справедливо соотношение: $S_{ind}(t_i) + S_n(t_i) = S(t_i)$, где: $S(t_i)$ - стоимость чистых активов (СЧА) фонда [2]; $S_{ind}(t_i) = \sum_{j=1}^N k_j B_j(t_i)$, $S_n(t_i) = \sum_{m=1}^M k_m D_m(t_i)$ - индексная и неиндексная части фонда соответственно; а $B_j(t_i)$ и $D_m(t_i)$ - стоимость акций j -го вида для соответствующих частей фонда. Если стоимость активов фонда отличается от СЧА, то $S_a(t_i)$ можно записать в виде: $S_a(t_i) = S_{ind}(t_i) + S_n(t_i) + \varepsilon(t_i)$, где $\varepsilon(t_i)$ - средства от не основной деятельности, дебиторская и кредиторская задолженности, вознаграждение УК, оплата менеджеров и т.п. Для «добросовестных» фондов, как правило, $\varepsilon(t_i) \ll S_n(t_i)$.

Связь неиндексной части фонда со стоимостью чистых активов. Рассмотрим для примера индексный фонд ММВБ. Поскольку его индекс определяется взвешенной по капитализации суммой активов 30 компаний [2], то величина относительного приращения индекса ΔI для моментов времени t_i и t_{i+1} имеет вид:

$$\Delta I = [I(t_{i+1}) - I(t_i)] / I(t_i) = \left[\sum_{j=1}^{30} k_j A_j(t_{i+1}) - \sum_{j=1}^{30} k_j A_j(t_i) \right] / \sum_{j=1}^{30} k_j A_j(t_i).$$

В работе показано, что оценка приращения индексного фонда ММВБ ΔI_ϕ имеет вид $\Delta I_\phi \approx \Delta I + \sum_{m=1}^M k_m [D_m(t_{i+1}) - D_m(t_i)] / S(t_i)$, т.е. отличается от приращения индекса ММВБ на величину относительного приращения неиндексной части активов. Изменение индекса – это величина, легко оцениваемая, поскольку графики и значения индекса широко публикуются. Величина же изменения стоимости активов неиндексной части ОИПИФ-а, нигде не публикуются. **Условия доходности ПИФ.** При продаже доходность (балансовая прибыль) ПИФ-а для частного инвестора $H_o(t_i)$ имеет вид: $H_o(t_i) = C(k(t_i) - m_1(t_i)k(t_i) - 1)$, где $m_1(t_i)$ – коэффициент скидки, зависящий от времени владения паем до его продажи, C – стоимость пая. Отсюда непосредственно следует условие положительной доходности операции продажи пая $k(t_i) > 1/(1 - m_1)$. Так, например, для ОИПИФ «Райффайзен–Индекс ММВБ» величина $m_1 = 0,02$, тогда $1/(1 - m_1) = 1,0204$, т.е. цена продажи пая должна быть больше цены покупки на 2,05%.

Условие положительной доходности для пайщика, когда неиндексная часть фонда составляет заметную часть средств фонда, имеет вид: $\Delta_r(t_i) + \Delta_p(t_i) > m_1 / (1 - m_1)$, где $\Delta_r(t_i)$ – относительное приращение индексной части стоимости пая с момента t_0 покупки пая к моменту t_i его продажи (аналогично определяется величина $\Delta_p(t_i)$ для неиндексной части пая). Из последнего неравенства следует, что прибыльность для пайщика ОИПИФ зависит от эффективности работы УК с неиндексной частью фонда. К сожалению, практика работы многих ОИПИФ показывает, что при успешных действиях менеджеров УК (прибыль по неиндексной части – выше, чем по индексной), часть или вся дополнительная прибыль под разными предлогами изымается из дальнейшего оборота (непредвиденные расходы, поощрение менеджеров, которые провели успешную операцию и т.д.). Картина обратная в противном случае, – дефицит прибыли из-за неудачных операций на рынке покрывается за счёт пайщиков.

В качестве примера были рассмотрены данные изменения (в %) индекса ММВБ и пая с 14.04 по 13.05 2011г. в ОИПИФ

«Райффайзен – Индекс ММВБ», УК Райффайзен-Капитал. Оказалось, что даже на таком коротком периоде наблюдаются как ситуация, когда изменение пая значительно меньше изменения индекса, так и обратная ситуация. При этом на том же временном интервале инвестор имел как прибыль, так и убытки.

Анализ этих временных рядов показывает, что и для малых сроков инвестирования при достаточной квалификации инвестора (или менеджера УК) можно получить вполне приемлемую доходность (за 14 дней - 5%). Однако в подавляющем числе случаев паи ОИПИФ на финансовых рынках являются инструментами долгосрочного инвестирования.

Литература

1. МАЗУНИН А., ЛАДЫГИН Д. *ПИФы обнаружили клиентов*. // Коммерсантъ. – №. 223(4523) от 02.12.2010.
2. Положение о сводных фондовых индексах Московской межбанковской валютной биржи: сайт. – URL: <http://www.dinform.ru> (дата обращения: 09.07.2011).
3. *Что такое СЧА? (Стоимость чистых активов)*. // О ПИФах для пайщиков: сайт. – URL: <http://www.invest-pif.ru> (дата обращения: 15.07.2011).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ РИСКА ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕХАНИЗМА СИЛЬНЫХ ШТРАФОВ

Половинкина А.И.¹, Щепкин А.В.²

(1 – Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2 – ИПУ РАН, Москва)
polovinkina_alla@mail.ru, sch@ipu.ru

Работа посвящена вопросам построения процедур определения уровня риска для предприятий региона при действии механизма сильных штрафов.

Ключевые слова: уровень риска, уровень безопасности, механизм штрафов, прибыль.

В работе рассматривается механизм применения сильных штрафов для обеспечения заданного уровня безопасности в регионе. В регионе функционирует множество $N = \{1, 2, \dots, n\}$ предприятий, деятельность которых может привести к возникновению чрезвычайной ситуации (ЧС). Будем считать, что для региона установлен уровень безопасности Y_{min} , то есть вероятность безаварийного функционирования всех предприятий региона. Центр несет ответственность за безопасность региона. Задача Центра заключается в формировании ограничений на допустимый уровень риска для каждого предприятия региона с одной стороны, и не допущения прекращения функционирования предприятий, с другой. Обозначим через $y_i^{(y)}$ – установленный Центром уровень безопасности i -го предприятия или вероятность его безаварийного функционирования. Установленный уровень безопасности $y_i^{(y)}$ определяет и установленный Центром уровень риска – вероятность возникновения ЧС на i -м предприятии, так как $y_i^{(y)} + x_i^{(y)} = 1$. В дальнейшем, как и в [1-4] будем считать, что уровень риска, вызываемый деятельностью i -го предприятия, зависит от объема выпуска u_i и объема средств v_i , направляемых на совершенствование технологии, на предупреждение возникновения нештатных ситуаций, укрепление производственной и технологической дисциплины, то есть $x_i = x_i(u_i, v_i)$. Эффективность функционирования предприятия определяется получаемой им прибылью. Если считать, что вся выпущенная предприятием продукция реализуется, то прибыль i -го предприятия можно записать в виде $f_i = c_i u_i - z_i(u_i) - v_i$, $i \in N$, где c_i – цена продукции, выпускаемой на i -м предприятии, $z_i(u_i)$ – затраты предприятия на выпуск продукции в объеме u_i .

В случае, когда риски предприятий не зависят друг от друга, Центр может установить уровень безопасности для i -го предприятия из условия $\hat{y}_i = \sqrt[n]{Y_{min}}$, $i \in N$.

Рассмотрим ситуацию, когда i -е предприятие не выделяет средства на снижение уровня риска, то есть $v_i = 0$. Пусть u^* решение уравнения

$$(1) \quad c_i - \frac{dz_i(u_i)}{du_i} = 0.$$

Определим планируемый i -м предприятием уровень риска как $x_i^{(n)} = x_i(u_i^*, 0)$, тогда, соответственно, планируемый уровень безопасности на этом предприятии будет равен $y_i^{(n)} = 1 - x_i^{(n)}$.

1. Пусть Центр установил $y_i^{(y)} = \hat{y}_i$. Если окажется, что $y_i^{(n)} \geq \hat{y}_i$, $i \in N$, тогда предприятия будут определять объем выпуска из решения (1) и очевидно, что уровень безопасности региона $Y_1 = \prod_{i \in N} y_i^{(n)} > Y_{min}$.

Объем выпуска в стоимостном выражении на предприятиях региона будет равен $D_1 = \sum_{i \in N} c_i u_i^*$.

2. Если $y_i^{(n)} < \hat{y}_i$, $i \in N$, тогда для каждого предприятия устанавливается уровень риска $x_i^{(y)} = 1 - \hat{y}_i$ и объем выпуска i -е предприятие определяет из решения задачи

$$(2) \quad \begin{cases} c_i u_i - z_i(u_i) - v_i \rightarrow \max_{(u_i, v_i)} \\ x_i(u_i, v_i) \leq \hat{x}_i^{(y)} \end{cases}, i \in N.$$

Обозначим через u'_i и v'_i решения системы (2). Объем продукции в стоимостном выражении, выпущенной всеми предприятиями региона равен $D_2 = \sum_{i \in N} c_i u'_i$.

3. Пусть множество $Q \subset N$ таково, что при $i \in Q$ $y_i^{(n)} \geq \hat{y}_i$, а для $i \in N \setminus Q$ $y_i^{(n)} < \hat{y}_i$. Тогда для $i \in Q$ решение (2) дает $u'_i = u_i^*$ и $v'_i = v_i^*$, соответственно, $D_3 = \sum_{i \in Q} c_i u_i^* + \sum_{i \in N \setminus Q} c_i u'_i$.

Для случая $y_i^{(n)} \geq \hat{y}_i$, $i \in Q$ Центр может установить $y_i^{(y)} = y_i^{(n)}$, тогда уровень безопасности, который обеспечивают предприятия с номерами $i \in Q$, равен $Y' = \prod_{i \in Q} y_i^{(n)}$, а уровень

безопасности, который должны обеспечивать предприятия с номерами $i \in N \setminus Q$ $Y'' \geq Y_{min}/Y'$.

Обозначим $m = \sum_{i \in Q} 1$ и определим $\hat{y}_i = \sqrt[n-m]{Y_{min}/Y'}$, $i \in N \setminus Q$.

Не трудно показать, что

$$(3) \quad \hat{y}_i \leq \hat{y}_i.$$

В этом случае система (2) для $i \in Q$ записывается как $c_i u_i - z_i(u_i) \rightarrow \max, i \in Q$, и для $i \in N \setminus Q$.

$$(4) \quad \begin{cases} c_i u_i - z_i(u_i) - v_i \xrightarrow{(u_i, v_i)} \max \\ x_i(u_i, v_i) \leq \hat{x}_i^{(y)} \end{cases}, i \in N \setminus Q.$$

Пусть u_i'' и v_i'' решения системы (4), тогда суммарный объем выпуска предприятий равен $D_4 = \sum_{i \in Q} c_i u_i^* + \sum_{i \in N \setminus Q} c_i u_i''$. В силу (3)

ограничения в (4) более слабые, чем в (2), поэтому можно утверждать, что $u_i'' \geq u_i'$, $i \in N \setminus Q$, и, следовательно, $D_4 > D_3$. Более того, возможна ситуация, что существует множество $Q_1 \subset N \setminus Q$,

такое, что справедливо неравенство $y_i^{(n)} \geq \hat{y}_i$, $i \in Q_1$. А в этом

случае $u_i'' = u_i^*$, $i \in Q_1$, и $D_4 = \sum_{i \in Q \cup Q_1} c_i u_i^* + \sum_{i \in N \setminus Q \cup Q_1} c_i u_i''$.

Литература

1. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А., ЩЕПКИН А.В. *Механизмы управления эколого-экономическими системами.* – М.: Физматлит, 2008. 243 с.
2. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А., ЩЕПКИН А.В. *Модели и механизмы управления эколого-экономическими системами // Проблемы управления.* 2009, №1. С. 2–7.
3. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А., ЩЕПКИН А.В. *Экономические механизмы управления уровнем риска в природно-техногенной сфере // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций № 4.* 2009, С.30–39.

4. ЩЕПКИН Д.А. *Штрафы при управлении уровнем риска на предприятии* // Управление большими системами. Юбилейный выпуск. Москва, 2004. С. 220–231.

МОДЕЛЬ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ В АНАЛИЗЕ РЫНКОВ ИПОТЕЧНОГО ЖИЛИЩНОГО КРЕДИТОВАНИЯ

Промахина И.М.

(Вычислительный центр РАН, Москва)

imp-18@rambler.ru

В работе приводятся результаты применения метода стохастической границы при анализе и сравнении сложившихся и формирующихся рынков ипотечного жилищного кредитования.

Ключевые слова стохастическая граница, рынок ИЖК, страны ЕС, страны ЦВЕ.

Введение

Задача состояла в том, чтобы оценить уровни и потенциалы развития уже сложившихся рынков ипотечного жилищного кредитования (ИЖК), представителями которых являются рынки стран Западной Европы, и еще только формирующихся таких, как, например, рынки ИЖК стран Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ). Для решения этой задачи была использована модель стохастической границы.

Как известно, метод стохастической границы был разработан для оценки параметров производственных функций. Если производственную функцию представить в виде модели регрессии, то объясняемой, зависимой переменной в этой модели явится выпуск предприятия, а объясняющими переменными – затрачиваемые в производстве ресурсы. Модель стохастической

границы для выпуска q_{it} предприятия i в момент времени t запишется тогда в виде:

$$(1) \quad q_{it} = f_{it}(z_{it}, \beta) = f(z_{it}, \beta) \cdot \zeta_{it} \cdot \exp(v_{it})$$

(Модель записана для панельных данных, так как такие данные использовались в работе. Нижние индексы означают, что значение переменных относятся к предприятию i в момент времени t). Здесь z_{it} – переменные ресурсов, v_{it} – случайные шоки, которым подвержен выпуск, β – параметры модели, подлежащие оценке. ζ_{it} – уровень эффективности, $0 < \zeta_{it} \leq 1$. Если $\zeta_{it} = 1$, предприятие в данный момент достигает оптимально возможного выпуска, т. е. использует все возможности по увеличению выпуска при заданных значениях объясняющих переменных; при $\zeta_{it} < 1$ эти возможности используются не полностью. $f(z_{it}, \beta) \exp(v_{it})$ – стохастическая граница производственных возможностей предприятия, так что всегда $q_{it} \leq f(z_{it}, \beta) \exp(v_{it})$.

Если производственная функция линейна в логарифмах, модель (1) переписывают так:

$$(2) \quad \ln(q_{it}) = \ln(f(z_{it}, \beta)) + v_{it} - u_{it}$$

где $u_{it} \geq 0$, $\zeta_{it} = \exp(-u_{it})$. Обычно полагают, что $u_{it} = \exp\{-\eta \cdot (t - T_i)\} \cdot u_i$, где T_i – последний период для i -го предприятия, а η – оцениваемый в методе коэффициент затухания (возрастания) эффективности.

1. Модель и данные

Метод стохастической границы был разработан для оценки производственных функций. Однако, ввиду сходства проблем, данная методика должна хорошо работать и при оценивании верхних границ развитости рынков ипотечного кредитования. Мы можем рассматривать степень развитости рынка ИЖК как выпуск «предприятия», на входе которого находятся факторы, определяющие стоимость и доступность ипотечных кредитов населению.

Для анализа были взяты данные по 15 странам Западной Европы и девяти странам ЦВЕ за период 1997-2007 гг.

В качестве ключевого показателя (y_{it}), характеризующего степень развитости рынка ипотечного кредитования страны, было выбрано отношение задолженности по ипотечным креди-

там в данном году к ВВП страны в этом же году в номинальном выражении. В качестве объясняющих переменных были выбраны факторы: ВВП на душу населения (gdp_{it}), номинальная процентная ставка (irn_{it}) и уровень безработицы (un_{it}).

Таким образом, для двух указанных выше групп стран оценивалась следующая модель стохастической границы:

$$(3) \ln(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(gdp_{it}) + \beta_2 * \ln(irn_{it}) + \beta_3 * \ln(un_{it}) + v_{it} - u_{it},$$

при этом *предполагалось*, что для u_{it} выполняется указанное выше соотношение $u_{it} = \exp\{-\eta (t - T_i)\} u_i$, где коэффициент η оценивается наряду с другими параметрами модели. Получение положительной оценки для η будет свидетельствовать о возрастании эффективности рынка ипотечных кредитов к моменту T_i , значения η , меньшие нуля будут при убывании эффективности, нулевое значение будет означать неизменность эффективности на протяжении всего периода.

2. Основные результаты

По методу стохастической границы для модели (3) были получены не только оценки параметров, но и эффективности рынков ИЖК для каждой страны за каждый год, а также оценки значений стохастической границы, то есть оптимально возможные отношения задолженностей по кредитам к ВВП, также для каждой страны и за каждый год рассматриваемого периода.

Оказалось, что между значениями эффективности рынков и их оптимальным уровнем развитости имеется существенная отрицательная связь. Так, для рынков ИЖК Дании, Нидерландов и Великобритании средние за период оценки эффективности составили, соответственно, 0,96, 0,96, 0,91, то есть в этих странах достигнут практически оптимальный уровень развития рынков ИЖК. В то же время по среднему значению стохастической границы эти страны занимают, соответственно, 9, 10 и 12 места в своей группе. Наименьшую эффективность в первой группе имеют рынки Италии (0,20) и Австрии (0,24), но потенциал их оказывается самым высоким в группе. Аналогичная картина наблюдается и для развивающихся рынков стран ЦВЕ. Хорватия, имеющая самый высокий (0,56) в группе уровень эффективности ипотечного кредитного рынка, имеет самую низкую оценку

оптимального уровня развития этого рынка, и, наоборот, рынок Словении с самой низкой эффективностью имеет самый высокий потенциал. Коэффициент корреляции, рассчитанный по средним значениям эффективности и стохастической границы, для обеих групп стран оказался одинаковым, равным $-0,77$.

Оценки параметра η в обоих случаях получились положительными, что свидетельствует о росте эффективности рынков обеих групп, причем немного больший средний рост оказывается у рынков второй группы.

Оценки коэффициентов модели показывают, что для сложившихся рынков изменения в оптимальных уровнях занятости намного слабее определяются изменениями в ставках процентов и уровнях безработицы, чем для формирующихся. Эластичности фактора y_{it} по irn_{it} и un_i составляют, соответственно, $-0,07$ и $-0,10$ для первых, против $-0,35$ и $-0,84$ для вторых. Эластичности по ВВП на душу населения различаются не так сильно ($0,47$ против $0,30$).

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЛЕГАЛИЗАЦИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЕСТУПНЫМ ПУТЕМ

Пузырев С.А.

(Московский университет МВД России)

vlab17@bk.ru

В докладе проводится классификация и анализ способов отмыывания денег, полученных преступным путем. Перечисляются методы противодействия этому процессу.

Ключевые слова: двудольный граф, транспортная задача, итеративный алгоритм.

В настоящее время в России идет динамичный процесс формирования базовых институтов рыночного хозяйства, харак-

теризующийся наличием острых противоречий и криминальных деформаций, что связано с углублением системного кризиса и ускоренной либерализацией внешнеэкономической деятельности. Криминализация экспорта и импорта капитала стала важнейшей особенностью трансграничного перемещения экономических ресурсов через таможенную границу Российской Федерации. В стране складывается качественно иная криминальная ситуация, представляющая значимую угрозу экономической безопасности страны.

Рыночные преимущества бизнеса сместились от легитимных производственных операций к эффективности криминальных махинаций со своими и чужими ресурсами. Для поддержания достигнутого уровня конкурентоспособности многим корпорациям необходимы дополнительные преимущества, среди которых наиболее важными являются услуги по легализации (отмыванию) денег и уклонению от уплаты налогов (так называемые "грязные деньги").

Можно сказать, что отмывание доходов, полученных преступным путем, становится самым успешным международным бизнесом.

В докладе проводится классификация и анализ способов отмывания денег, полученных преступным путем. Перечисляются методы противодействия этому процессу.

Дадим формальную постановку задачи.

Определим двудольный граф $G(X, Y)$, где X – множество вершин, соответствующих методам борьбы с нелегальным получением доходов, Y – множество способов нелегального получения доходов. Дуга (i, j) , $i \in X, j \in Y$, означает, что метод i применяется для способа j . Длина дуги l_{ij} характеризует среднюю эффективность метода i для борьбы со способом j .

Обозначим x_{ij} – величину средств, выделенных для применения метода i в борьбе с нелегальным получением дохода по способу j , a_i – объем средств, выделенных для применения метода i , b_j – прогнозируемая величина средств, необходимых для борьбы с нелегальным получением доходов по способу j .

Задача максимизации величины выявленных нелегально полученных доходов сводится к транспортной задаче. Дается

также постановка задачи повышения эффективностей l_{ij} . Предполагается, что

$$l_{ij} = c_{ij} + \alpha_{ij}y_{ij},$$

где α_{ij} – приращение l_{ij} на единицу выделенных средств, y_{ij} – средства, выделенные на повышение эффективности метода i применительно к способу j , R – общая величина средств, выделенных на повышение эффективностей l_{ij} . Предложен итеративный алгоритм ее решения, в основе которого лежит поочередное решение двух задач (первая – при фиксированных y_{ij} , а вторая – при фиксированных x_{ij}).

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНОВ НЕПРОФИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Русаковский А.М.

(Владимирский электромеханический завод)

vlab17@bk.ru

В докладе рассматривается задача планирования заказов непрофильного производства с учетом минимизации штрафов или оплаты внешних заказов. Задача сводится к задаче определения потока минимальной стоимости. Предложен алгоритм ее решения.

Ключевые слова: непрофильное производство, план заказов, задачи определения потока минимальной стоимости.

Каждое предприятие нуждается в так называемом непрофильном производстве (изготовление различного вида оснастки, штампов и др.). Создавать такое производство у себя часто экономически невыгодно. Эффективнее нескольким предприятиям учредить фирму, специализирующуюся на изготовлении соответствующих изделий по их заказам.

В докладе рассматривается задача планирования выполнения заказов. Имеется n заказов. Каждый заказ описывается объ-

емом работ w_i и сроком исполнения D_i , $i = \overline{1, n}$. Мощность завода, т.е. объем заказов, выполняемых в единицу времени в периоде k равна N_k , $k = \overline{1, T}$. Если объем работ Δ_i i -го заказа не выполнен в срок, то предприятие платит штраф в размере $c_i \Delta_i$.

Возможен другой вариант. Предприятие заказывает объем работ Δ_i на другом предприятии. В этом случае $c_i \Delta_i$ – это оплата соответствующего заказа.

Задача заключается в определении плана выполнения заказов, минимизирующего сумму штрафов (или оплату внешних заказов). Определим сеть, состоящую из $n+T+2$ вершин – входа 0, n вершин i первого слоя, T вершин j второго слоя и выхода z . Вход соединяем с каждой вершиной первого слоя дугой пропускной способности w_i , $i = \overline{1, n}$. Каждую вершину i первого слоя соединяем с первыми D_i вершинами второго слоя дугами (i, j) , $j \leq D_i$, пропускной способностью a_{ij} , равной объему работ, который может выполнить предприятие по i -му заказу в периоде j . Каждую вершину j второго слоя соединяем с выходом дугой пропускной способности N_j . Обозначим $\{x_{ij}\}$ поток по сети.

Задача. Определить поток, минимизирующий

$$\sum_i c_i (w_i - x_{0i}).$$

Это частный случай задачи определения потока минимальной стоимости. В докладе предложен алгоритм ее решения.

ПРОСТЕЙШИЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ КОАЛИЦИИ ЗАЁМЩИКОВ С САМОФИНАНСИРОВАНИЕМ

Сытов А.Н.

(Вычислительный центр РАН, Москва)

fereshko@yandex.ru

В работе рассматриваются простейшие примеры организации коалиции заёмщиков с самофинансированием. Для каждого из

примеров приводятся аналитические выражения для ставки самофинансирования.

Ключевые слова: коалиция заемщиков, процентные ставки, самофинансирование, система линейных неравенств

Введение

В работе [1] описана общая модель организации коалиции заемщиков с самофинансированием и ее некоторые частные случаи, такие как «очередь» и «общий старт». В этой работе доказано, что при определенных предположениях можно добиться самофинансирования коалиции заемщиков. Это означает существование процентной ставки по внутренним кредитам, при которой собственный капитал коалиции в момент времени, когда последний участник выполнит все свои обязательства, равен нулю. При этом, процентная ставка по внутренним кредитам будет строго меньше процентной ставки по внешним вложениям коалиции. В работах [2],[3] эффект самофинансирования исследуется с помощью различных вычислительных экспериментов.

Вопрос существования самофинансирования представляет собой задачу об управляемости некоторой динамической системы большой размерности. Аналитическое вычисление ставки самофинансирования в общем случае вряд ли возможно. Поэтому, простейшие примеры, в которых возможно аналитически вычислить ставку самофинансирования, могут быть актуальными.

1. Общий старт

Рассмотрим коалицию заемщиков и введем обозначения. Пусть t_1^0, t_2^0 – моменты вступления в коалицию первого и второго участников, соответственно; t_1^1, t_2^1 – моменты времени, когда участники получают кредит; t_1^2, t_2^2 – моменты времени, когда участники полностью погашают кредит. Обозначим, через V_1^D , V_2^D вклады участников, а через V_1^C , V_2^C – выплаты участников

по кредиту; C – цены на жилье; ζ , γ – процентные ставки по внешним вложениям и заимствованиям коалиции, соответственно ($\zeta < \gamma$).

Термин «общий старт» означает, что участники одновременно вступают в коалицию: $t_1^0 = 0$, $t_2^0 = 0$. Будем считать, что

$$t_1^1 = 0, t_1^2 = 1, t_2^1 = 1, t_2^2 = 2, \\ V_1^D < C, V_2^D < C, V_1^D > V_2^D$$

и справедливы следующие соотношения:

$$U_1^D = V_1^D, V_1^C = (1 + \nu) \cdot (C - U_1^D), U_1^D \geq d \cdot C \\ U_2^D = (1 + \zeta) \cdot V_2^D + V_2^D, V_2^C = (1 + \nu) \cdot (C - U_2^D), \\ U_2^D \geq d \cdot C, U_2^D < C.$$

Здесь, U_1^D , U_2^D – накопления участников в момент получения кредита. Процентная ставка по внутренним депозитам считается равной процентной ставке по внешним вложениям коалиции ζ . Параметры d – порог накоплений и ν – процентная ставка по кредитам участников являются управляющими параметрами организатора коалиции. Обозначим H_t^D , H_t^C – размеры внешних вложений и заимствований коалиции в момент времени t . Эти переменные являются управлением организатора коалиции. Фазовая переменная M_t – касса коалиции в момент времени t . Динамика фазовой переменной записывается в виде

$$M_0 = -H_0^D + H_0^C + V_1^D + V_2^D - C, \\ M_1 = M_0 - H_1^D + (1 + \zeta) \cdot H_0^D + H_1^C - (1 + \gamma) \cdot H_0^C + V_1^C + V_2^D - C \\ M_2 = M_1 + (1 + \zeta) \cdot H_1^D - (1 + \gamma) \cdot H_1^C + V_2^C.$$

Задача управляемости коалицией заемщиков формулируется как: требуется найти такие управляющие параметры $0 < d < 1$, $\nu \geq 0$, $(H_0^D, H_1^D, H_0^C, H_1^C)^T \geq 0$, $H_0^D \cdot H_0^C = 0$, $H_1^D \cdot H_1^C = 0$, при которых: $M_0 = M_1 = 0$ и $M_2 \geq 0$.

Утверждение 1. Минимальное значение $\nu < \gamma$, при котором справедливы все соотношения модели, равно:

$$\zeta + (\gamma - \zeta) \cdot \frac{C - (2 + \zeta) \cdot V_2^D}{(2 + \gamma) \cdot C - (1 + \gamma) \cdot V_1^D - (2 + \zeta) \cdot V_2^D},$$

если

$$V_1^D + V_2^D \geq C, \quad V_1^D < C, \quad V_2^D < C / (2 + \zeta);$$

$$\gamma - (1 + \gamma) \cdot (\gamma - \zeta) \cdot \frac{V_2^D}{(2 + \gamma) \cdot C - (1 + \gamma) \cdot V_1^D - (2 + \zeta) \cdot V_2^D},$$

если

$$V_1^D + V_2^D \leq C, \quad V_1^D < C, \quad V_2^D < C / (2 + \zeta).$$

При этом

$$d \in [V_2^D / C, V_1^D / C], \text{ если } V_1^D < (2 + \zeta) \cdot V_2^D;$$

$$d \in [V_2^D / C, (2 + \zeta) \cdot V_2^D / C], \text{ если } V_1^D \geq (2 + \zeta) \cdot V_2^D.$$

2. Очередь

Этот вариант организации коалиции из двух участников рассматривается аналогично случаю «общего старта». Будем считать, что вклады и выплаты участников одинаковые, т.е. $V_1^D = V_2^D = V^D$, $V_1^C = V_2^C = V^C$. Выпишем основные соотношения:

$$t_1^0 = 0, \quad t_1^1 = 1, \quad t_1^2 = 2,$$

$$t_2^0 = 1, \quad t_2^1 = 2, \quad t_2^2 = 3,$$

$$V^D < d \cdot C, \quad U^D = (1 + \zeta) \cdot V^D + V^D, \quad U^D \geq d \cdot C, \quad U^D < C,$$

$$V^C = (1 + \nu) \cdot (C - U^D)$$

$$M_0 = -H_0^D + H_0^C + V^D,$$

$$M_1 = M_0 - H_1^D + (1 + \zeta) \cdot H_0^D + H_1^C - (1 + \gamma) \cdot H_0^C + V^D + V^D - C$$

$$M_2 = M_1 - H_2^D + (1 + \zeta) \cdot H_0^D + H_2^C - (1 + \gamma) \cdot H_1^C + V^C + V^D - C$$

$$M_3 = M_2 + (1 + \zeta) \cdot H_2^D - (1 + \gamma) \cdot H_2^C + V^C.$$

Требуется найти такие управляющие параметры $0 < d < 1$, $v \geq 0$, $(H_0^D, H_1^D, H_2^D, H_0^C, H_1^C, H_2^C)^V \geq 0$, $H_0^D \cdot H_0^C = 0$, $H_1^D \cdot H_1^C = 0$, $H_2^D \cdot H_2^C = 0$, при которых $M_0 = M_1 = M_2 = 0$, $M_3 \geq 0$.

Утверждение 2. Минимальное значение $v < \gamma$, при котором коалиция заемщиков является самофинансируемой, равно

$$\gamma - \frac{(\gamma - \zeta) \cdot (1 + \gamma)}{2 + \gamma} \cdot \frac{V^D}{C - (2 + \zeta) \cdot V^D}, \text{ если } V^D \in (0, C / (3 + \zeta)];$$

$$\gamma - (\gamma - \zeta) \cdot \frac{1 + \gamma}{2 + \gamma}, \text{ если } V^D \in [C / (3 + \zeta), C / (2 + \zeta)).$$

При этом $d \in (V^D / C, (2 + \zeta) \cdot V^D / C)$.

Литература

1. ГАСАНОВ И.И., ЕРЕШКО Ф.И. *Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием* // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. М.: ВЦ РАН, 2007. 60 с.
2. ГАСАНОВ И.И. *Организация ссудно-сберегательной кассы по принципу очереди* // Сообщения по прикладной математике ВЦ РАН. М.: ВЦ РАН, 2006. 45с.
3. СЫТОВ А.Н. *Имитационные эксперименты с общей финансовой моделью жилищной коалиции* / Вторая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSD'2008. Доклады. ИПУ РАН, 1-3 октября 2008г. т.1 С.136-138.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Табанакова К.О.

*(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)*

popovako@mail.ru

Предлагается система поддержки принятия решений в задачах выбора новых строительных материалов с учетом функционального назначения и предпочтений заказчика.

Ключевые слова: строительство, новые материалы, обоснование выбора, комплексное оценивание.

На рынке строительных материалов периодически возникает задача внедрения новых материалов, в которой заказчику непросто принять решение в пользу того или иного строительного материала с достаточным обоснованием. В докладе предлагается система поддержки принятия решений в задачах выбора новых строительных материалов с учетом функционального назначения и предпочтений заказчика.

Пусть, основные характеристики новых строительных материалов отображается таблицами 1 и 2, но по-разному интерпретируются лицами, принимающими решения (ЛПР) и двух вариантах проекта соответственно.

*Таблица 1. Сравнительные характеристики
строительных материалов (вариант 1)*

Наименование материала	ρ	$X \rho$	R	X_R	λ	X_λ	X_1
Керамзитобетон	1000	1,0	7,5	1,9	0,33	1,0	1,8
Ячеистый бетон	800	2,2	6,5	1,3	0,21	2,3	1,3
Газосиликат	600	3,1	3,5	1,0	0,14	3,2	1,0
Пенобетон	700	2,4	4,0	1,0	0,16	2,9	1,0
Шлакоблок	1200	1,0	7,0	1,8	0,47	1,0	1,0

Таблица 2. Сравнительные характеристики строительных материалов (вариант 2)

Наименование материала	ρ	X_ρ	R	X_R	λ	X_λ	X_2
Керамзитобетон	1000	4,0	7,5	3,1	0,33	3,9	3,1
Ячеистый бетон	800	4,0	6,5	2,4	0,21	4,0	2,4
Газосиликат	600	4,0	3,5	1,2	0,14	4,0	1,2
Пенобетон	700	4,0	4,0	1,3	0,16	4,0	1,3
Шлакоблок	1200	3,1	7,0	3,0	0,47	2,4	3,0

По предлагаемой методике, в основу которой положены интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений [1], физические характеристики новых материалов приводятся к качественной шкале комплексного оценивания в интервале [1,4] в соответствии с особенностями каждого проекта, интерпретируемыми ЛПП, см. рис.1-3. На следующих этапах строится деревья комплексного оценивания, см. рис.4,5; обосновываются матрицы свертки и вычисляется комплексная оценка для каждого вида материала в вариантах 1 и 2, см. таблицы 1 и 2 для выбора наиболее предпочтительного.

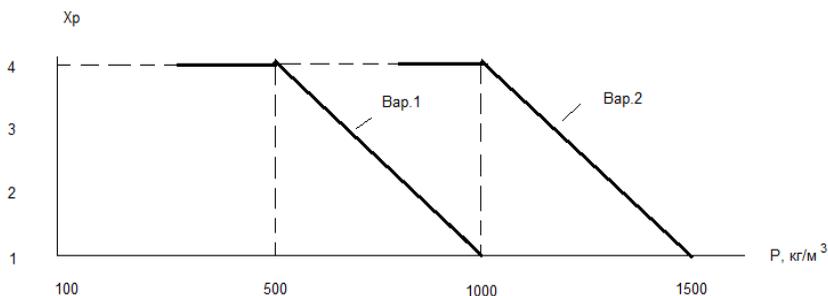


Рис.1. Характеристика плотности

Вар.1 Высокие затраты на доставку материалов;
Вар.2 Низкие затраты на доставку материалов.

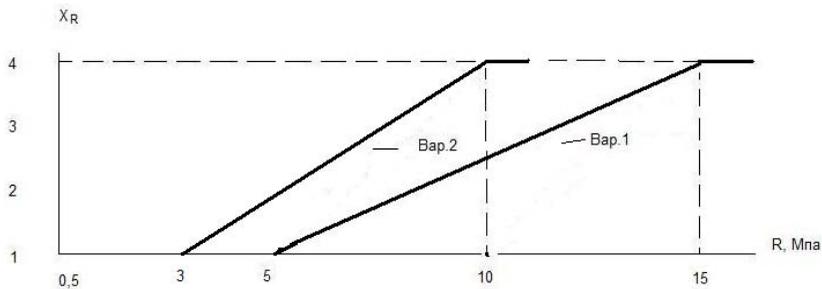


Рис.2. Характеристика прочности

Вар.1 Высокие требования по прочности;
 Вар.2 Умеренные требования по прочности.

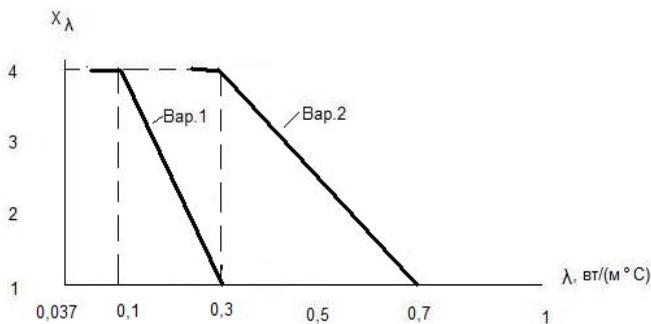


Рис.3. Характеристика теплопроводности

Вар.1 Условия работы – горы;
 Вар.2 Условия работы – равнина.

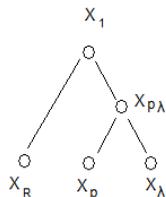


Рис.4. Вариант 1

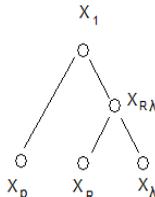


Рис.5. Вариант 2

X_1 - комплексная характеристика прочности материала взвешенная с технологическими и эксплуатационными расходами;

X_{P_k} - уровень технологии и эксплуатационных затрат;

X_2 - комплексная характеристика облегченности, взвешенная с эксплуатационными расходами;

X_{R_k} - уровень расходов на эксплуатацию (технический ремонт).

Выбор матриц свертки зависит от интерпретации агрегата и стратегии стимулирования развития сворачиваемых критериев.

Выводы

1. Ассортимент материалов данного назначения может быть проранжирован в соответствии с предпочтениями заказчика, связанными с особенностями строительства и эксплуатации объекта. Это влияет на функции приведения, структуру дерева и наполнение матриц свертки механизма комплексного оценивания (МКО).

2. Используя функциональные возможности МКО [1], можно выставить требования (задание на разработку) к перспективным для данного варианта (вар.1, вар.2) видам материала.

Литература

1. ХАРИТОНОВ В.А. *Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений: монография* // Под науч. Ред. В.А. Харитонова. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. 342с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ В НЕПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЕ (НА ПРИМЕРЕ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА)

Е.А. Цымбал

(Таганрогский технологический институт

Южного Федерального университета)

g.v.gorelova@gmail.com

Введение

Спортивно-оздоровительный комплекс — организация, главная цель которой состоит в обеспечении клиентам условий для активного отдыха и комфортного проживания. Важно организовать для всех желающих обучение выбранным видам спорта, экскурсии и другие возможности для приятного и интересного времяпрепровождения. Для реализации этих целей необходимо соответствующее ресурсное обеспечение, включая помещения для проживания, обеспечение питания, оборудование для видов спорта, рекламируемых в путевках, кадры тренеров и обслуживающего персонала и т.д. Состав ресурсного обеспечения необходимо постоянно корректировать с учетом особенностей конкретного системно-оздоровительного комплекса и развития его целей и задач. Для этого необходимо организовать эффективное управление обновлением ресурсного обеспечения с учетом развития задач комплекса, внедрения инноваций (ИНН) в технологию его функционирования и организационное управление его деятельностью.

В настоящее время практически отсутствуют исследования, ориентированные на совершенствование деятельности объектов такого назначения с учетом совершенствования организационного управления и ресурсного обеспечения деятельности таких объектов.

В качестве нововведений в спортивно-оздоровительном комплексе исследуются следующие: учитывая нестабильность обеспечения базы электроэнергией с помощью существующей ЛЭП

предлагается создать автономные источники электроэнергии (три варианта – гидроэлектростанция, солнечные батареи, ветряные электростанции); для развития летней базы в горно-лыжную предлагается создание горнолыжной трассы, канатной дороги, строительство новых подъездных дорог; развитие экстремального туризма (в частности, скалолазания, параплан и т.п.).

Внедрения всех этих инноваций одновременно нереализуемо. Нужно выбрать первоочередные, и получив с их помощью дополнительные средства – постепенно расширять внедрение инноваций.

Таким образом, при внедрении инноваций возникает задача определения приоритетности, очередности их внедрения. При оценке эффективности ИНН необходимо учитывать разнородные внешние и внутренние факторы, в условиях которых функционирует и развивается конкретная организация. При этом очевидно, что социальный и даже экономический эффект не всегда могут быть выражены в денежном исчислении.

Трудности оценки эффективности организационных ИНН связаны также с тем, что большинство из них не имеет аналогов и предыстории развития, а следовательно, для них характерно отсутствие статистических данных, необходимых для проведения традиционных расчетов экономической эффективности. Кроме того, часто нововведения, особенно организационного типа, – не одноразовые мероприятия, а носят длительный характер, причем одновременно могут внедряться несколько НВВ. В связи с этим возникает необходимость управления ходом внедрения НВВ, что связано с их промежуточной оценкой и разработкой на этой основе рекомендаций о целесообразности продолжения или прекращения их экспериментального внедрения, перераспределении выделенных на их реализацию финансовых ресурсов. Это требует не только сопоставления разных оценок друг с другом, но и оценок одного и того же ИНН на разных этапах его развития, а их, в свою очередь, – с аналогичными оценками других ИНН, внедряемых одновременно.

Рассмотренные особенности ИНН и трудности оценки их эффективности инициировали разработку новых методов организации

сложных экспертиз, в основу которых положен информационный подход А.А. Денисова [1].

1. Применение информационных моделей 1-го вида

Применение информационных моделей 1-го вида основано на оценке степени влияния ИНН на реализацию целей предприятия (организации) в анализируемый период развития. В соответствии с информационным подходом [1, 2] для каждого ИНН вводятся оценки *степени целесообразности* (т.е. вероятности достижения цели) p_i' и *вероятности использования* q_i , и вычисляется потенциал (значимость) H_i нововведения:

$$(1) H_i = -q_i \log(1 - p_i'),$$

где p_i' – вероятность достижения цели при использовании нововведения; q_i – вероятность использования конкретного ИНН при реализации, достижении соответствующей подцели. Здесь привычная шенноновская вероятность недостижения цели (энтропия) p_i заменяется на сопряженную $(1 - p_i')$.

Используя характеристики p' , q и H , можно получить сравнительные оценки влияния ИНН и их комплексов на достижение подцелей, этих подцелей – на достижение подцелей вышестоящего уровня и т.д. до глобальной цели, и подобно методу решающих матриц заменить трудную оценку влияния ИНН на конечную (глобальную) цель пошаговой оценкой более «мелких» неопределенностей.

Вычисление H_i на основе оценок p_i' и q_i обеспечивает предлагаемому подходу некоторые преимущества по сравнению с методом решающих матриц и оценками методики ПАТТЕРН. Эти преимущества заключаются в следующем: упрощается получение обобщенных оценок влияния комплексов ИНН или подцелей, так как H_i , измеряемые в битах, можно просто суммировать, а при обработке вероятностных оценок приходится применять более сложные процедуры; появляется возможность оценивать не только степень (вероятность) p_i' влияния i -го ИНН на реализацию целей, но и возможность учесть вероятность q_i использования этого ИНН в конкретных условиях в текущий

период (что в ряде ситуаций может быть оценено и на основе статистических исследований).

В то же время рассмотренный способ использования информационных оценок еще не решает всех проблем сравнительной оценки ИНН в процессе их внедрения, и, кроме того, остается необходимость получения экспертных оценок p_i на текущий момент, что всегда вызывает затруднения у экспертов, им легче давать прогнозные оценки степени влияния ИНН на некоторую перспективу. Поэтому в ряде ситуаций целесообразно дополнить рассмотренный способ оценки информационной моделью 2-го вида.

2. Применение информационных моделей 2-го вида

Применение информационных моделей 2-го вида основано на сравнительном анализе сложных систем в течение определенного начального периода их проектирования (внедрения, развития) путем сопоставления изменения информационных оценок во времени. Можно использовать два способа измерения $H_i[1, 2]$:

1) через вероятность p_i' (1);

2) посредством детерминированных характеристик воспринимаемой информации:

в какой-то момент внедрения ИНН (принимая среднеарифметическое усреднение, т.е. $\gamma=1$):

$$(2) H_i = J_i/n_i;$$

Использование двух способов определения H_i позволяет при известном H_i (вычисленном через p_i') и измеренном J_i вычислять:

$$(3) n_i = J_i/H_i.$$

Тогда, оценив прогнозную p_{ik}' на конец этапа внедрения ИНН, что специалисту сделать легче, чем давать оценки p_{it}' на текущий момент при контроле хода внедрения ИНН, можно вычислить H_{ik} и n_i , а затем по оценкам значений критериев (прямых или косвенных характеристик состояния внедрения ИНН) определить J_{it} в различные моменты времени (начальный, текущий) и вычислить значения

$$(4) H_{it} = J_{it}/n_i$$

для этих моментов времени по всем сопоставляемым ИНН, которые затем можно суммировать, получать обобщенные оценки комплексов ИНН, вычислять относительную значимость отдельных ИНН этих комплексов, т.е. оперировать H , выраженными в универсальных относительных единицах или битах, как стоимостными оценками.

При этом, если удастся ориентировочно оценить ожидаемую эффективность от внедрения ИНН в стоимостных единицах, (что неизбежно делается при выделении средств для их экспериментального внедрения), то оценки H_{ii} помогают распределять средства на отдельные ИНН, принимать решения о перераспределении средств в процессе внедрения с учетом его хода.

Таким образом, при применении информационного подхода можно обеспечить возможность управления ходом внедрения ИНН.

Методы организации сложных экспертиз на основе применения информационных оценок имеют ряд преимуществ по сравнению с методом решающих матриц и оценками, предложенными в методике ПАТТЕРН:

- облегчают вычисление обобщенной оценки (при преобразовании оценки p_i в H_i она получается простым суммированием);
- обеспечивают возможность учета не только степени (вероятности) влияния p_i i -й компоненты проекта, ИНН и т.п., на реализацию целей (требований к проекту), но и вероятности q_i использования этой компоненты или ИНН в конкретных условиях;
- позволяют организовать управление экспериментальным внедрением одновременно нескольких нововведений, оценивая изменения их вклада в реализацию целей во времени и с учетом динамики внедрения ИНН, хода развития проекта, при этом требуют от эксперта дать оценку степени целесообразности не на текущий момент, а прогнозную оценку p_{jk}' (что он может сделать более объективно);
- позволяют поставить в соответствие оценке p_j некоторые привычные для управленческих работников показатели (в форме J_{ji}) и оценить с их помощью долю управляемого эффекта.

Литература

1. ДЕНИСОВ А.А. *Современные проблемы системного анализа: Информационные основы*: учеб. пособие. Изд. 2-е. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2005. 296 с.
2. ВОЛКОВА В.Н. *Теория систем и системный анализ*: учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. М.: Изд-во «Юрайт», серия «Университеты России», 2010. 679 с.

**Секция 4. *Модели
политических
процессов и
социальных сетей***

Сопредседатели секции

- ❖ д.т.н. Алескеров Ф.Т.
- ❖ д.ф.-м.н. Чхртишвили А.Г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ В РЕЙХСТАГЕ ВЕЙМАРСКОЙ ГЕРМАНИИ*

Алескеров Ф.А.^{1,2}, Камалова Р.У.², Холлер М.³
(1 – ИПУ РАН, Москва; 2 – Высшая школа экономики, Москва; 3 – Университет Гамбурга, Гамбург)
alesk@hse.ru, rkamalova@hse.ru,
holler@econ.uni-hamburg.de

В работе предпринята попытка моделирования коалиционных предпочтений и анализа распределения влияния между партиями на примере выборов в рейхстаг Веймарской Германии в 1933 г. Для оценки влияния используются индексы, учитывающие предпочтения фракций по созданию коалиций. Коалиционные предпочтения моделируются в одномерном идеологическом пространстве.

Ключевые слова: Веймарская республика, политические партии, коалиционные предпочтения, распределение влияния.

Партийная система Веймарской Германии – парламентской республики с пропорциональной системой представительства – была крайне плюралистичной и дробной, ни одна из партий не обладала абсолютным большинством в парламенте. В такой ситуации было возможно только коалиционное правление [5]. Влияние же фракций на принятие решений в парламенте далеко не всегда пропорционально доле мест, которой она обладает.

Рейхстаг – нижняя палата парламента Веймарской Германии – являлся высшим законодательным органом и избирался на четыре года по пропорциональной системе всеобщим, прямым и тайным голосованием. Для принятия обычного закона было достаточно простого большинства голосов депутатов. Для принятия закона, изменяющего конституцию, требовалось квалифицированное большинство, предполагавшее 2/3 голосов и участие не менее 2/3 действующих депутатов [6].

* Работа выполнена при финансовой поддержке НУЛ Анализа и выбора решений НИУ ВШЭ по Программе фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Политических партий, хотя бы единожды получивших место в рейхстаге, было 29, но основными являлись шесть. Коммунистическая партия Германии (КПГ) и Социал-демократическая партия Германии (СДПГ), представляют собой группу левых партий. К центристским относят Немецкую демократическую партию (НДП) и партию Центра (ПЦ), к правым – Немецкую народную партию (ННП), Немецкую национальную народную партию (НННП) и Национал-социалистическую немецкую рабочую партию (НСДАП). Последние характеризовались значительной долей национализма в своих идеологических платформах. Большинство депутатов тех партий, которые составляли основу партийной системы – СДПГ, НДП, ПЦ, ННП, – были либо приверженцами республиканского строя, либо «республиканцами разума» [2].

Для того чтобы оценить предпочтения фракций в парламенте по отношению друг к другу, партии были расположены в одномерной шкале «левые – правые» по направлению экономической политики, r_i , [1] (см. Табл. 1). Основанием для присвоения отдельным партиям конкретных позиций служил «обзор программ и практических мероприятий основных общенемецких акторов избирательного процесса» [3].

Для чтобы рассчитать насколько близкими друг к другу были партии, мы предполагаем наличие предпочтений у каждой партии i к партии j , p_{ij} . Введем меру $\lambda = |r_i - r_j|$ и примем, что если $\lambda > 3$, то фракции не вступают в коалицию, и тогда $p_{ij} = 0$; $\lambda = 3$, то $p_{ij} = 1$; $\lambda = 2$, то $p_{ij} = 2$; $\lambda = 0$ или $\lambda = 1$, то $p_{ij} = 3$ – желание вступить в коалицию велико.

Для каждой партии можно определить силу связи с той или иной выигрывающей коалицией по формулам функций связи $f(i, \omega)$. Разные методы расчета функций связи представлены в [4].

$$(1) \quad f^+(i, \omega) = \sum_{j \in \omega} p_{ij} / |\omega|.$$

Используя значения полученных связей между фракциями, можно посчитать соответствующее влияние каждой фракции, для чего суммируются всех значения $f(i, \omega)$ в выигрывающих коалициях, где i – ключевой участник:

$$(2) \quad \chi_j = \sum_{\omega} f(i, \omega).$$

Чтобы ограничить область возможных значений в границе от 0 до 1, осуществляется нормировка:

$$(3) \quad \alpha_j = \chi_j / \sum_j \chi_j.$$

Рассмотрим пример. В результате выборов 5 марта 1933 г. в рейхстаг прошли более 8 партий. Общее количество мест равнялось 647. В данном созыве рейхстага некоторые взаимные предпочтения были асимметричны: $r_{\text{ПЦ-СДПГ}} = 2$ и $r_{\text{СДПГ-ПЦ}} = 3$; $r_{\text{НСДАП-ПЦ}} = 1$ и $r_{\text{ПЦ-НСДАП}} = 1$.

Таблица 1. Значения индексов влияния по результатам выборов 5 марта 1933 г.

Партия i	Число мест	Доля мест	Позиция r_i	β	α_1	α_2
БНП	18	0.028	$r_{\text{БНП}} = 7$	0	0	0
ННП	2	0.003	$r_{\text{ННП}} = 7$	0	0	0
ПЦ	74	0.114	$r_{\text{ПЦ}} = 5$	0.091	0.161	0.174
ЧБК	52	0.080	$r_{\text{ЧБК}} = 9$	0.091	0.132	0.132
КПГ	81	0.125	$r_{\text{КПГ}} = 1$	0.091	0	0
НГП	5	0.008	$r_{\text{НГП}} = 4$	0	0	0
НСДАП	288	0.445	$r_{\text{НСДАП}} = 10$	0.636	0.625	0.625
СДПГ	120	0.185	$r_{\text{СДПГ}} = 3$	0.091	0.082	0.070
Прочие	7	0.010		0	0	0

В марте 1933 г., несмотря на то, что НСДАП не обладала абсолютным большинством, она занимала доминирующее положение в парламенте, что показывают все индексы.

КПГ имела 81 место и по-прежнему не вступала в коалиции. Значение индекса Банцафа, показывающего потенциал влияния на принятие решений, равно 0.091. Однако реальное влияние партии отсутствовало, что подтверждают значения индексов α_1 и $\alpha_2 = 0$.

После аннуляции всех мандатов фракции КПГ – в связи с обвинением в поджоге здания рейхстага – квота для конституционных изменений составляла 378 голосов. С помощью партии Центра коалиция националистов набрала конституционное большинство (414 голос). Людвиг Каас, председатель ПЦ, принял решение поддержать А. Гитлера в обмен на полученные устные гарантии, включавшие уважение свободы церкви со стороны правительства, признание её права на вмешательство в сферу культуры и образования.

На примере КПП мы можем сделать вывод о том, что отказ от вхождения в коалиции способен свести к нулю влияние партии в законодательном органе, даже в том случае, если она обладает значительной долей мест. Аналогично, относительная идеологическая «размытость» способна увеличить влияние даже небольших фракций. Отказ потенциально влиятельных игроков вступать в коалиции может привести политическую систему к коллапсу, что и произошло в 20-30 гг. XX века, когда неспособность КПП и СДПП, а также партий политического центра объединиться против крайних правых сил не воспрепятствовала приходу к власти в Германии режима национал-социалистов.

Литература

1. КАСПЭ С.И., САЛМИН А.М. *Измерения свободы: парламентский электоральный процесс в постсоветской России* // Полития. 2000. № 3. С. 5–54.
2. НЕФЕДОВА Т.Г. *Веймарская демократия: Опыт коалиционного правления в Германии в 1919–1928 гг.* М.: РИЦ «Альфа» МГОПУ. 2001. 160 с.
3. ЯХЛОВ А.В. *Веймарская республика: партийная система, политические силы и их программы* // Политическая экспертиза. 2005. № 3. С. 80–89.
4. ALESKEROV F. *Power Indices Taking into Account Agents' Preferences / Mathematics and Democracy. Recent Advances in Voting Systems and Collective Choice.* Berlin-Heidelberg: Springer. 2006. P. 1–18.
5. ALESKEROV F., HOLLER M. J., KAMALOVA R. *Power Distribution in the Weimar Reichstag in 1919–1933: Working paper WP7/2010/08.* Moscow: Publishing House of the University – Higher School of Economics. 2010. 54 p. http://www.hse.ru/data/2010/11/12/1209487351/WP7_2010_08.pdf (дата обращения: 20.08.2011).
6. *The Constitution of the German Federation of August 11, 1919.* http://www.zum.de/psm/weimar/weimar_vve.php (дата обращения: 20.08.2011).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТА В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

Богданова О.К., Парилина Е.М.

(Санкт-Петербургский государственный университет)

calipso.ya@gmail.com, elena.parilina@gmail.com

Рассматривается социальная сеть, состоящая из конечного числа агентов, которые могут быть активными или восприимчивыми. Моделируется динамика распространения нового продукта в этой сети. На агентов сети влияет реклама этого продукта. Предполагается, что переход агентов из восприимчивого состояния в активное происходит с некоторой вероятностью, зависящей от числа активных игроков в сети и степени воздействия рекламы. Процесс перехода с течением времени может быть смоделирован с помощью дискретных цепей Маркова. Рассмотрен случай распространения продукта в социальной сети, состоящей из трёх агентов. Найдена стратегия, максимизирующая общую прибыль фирмы.

Ключевые слова: социальные сети, цепи Маркова, распространение продукта.

1. Постановка задачи

Рассмотрим социальную сеть, состоящую из n агентов, образующих конечное множество $N = \{1, \dots, n\}$. Смоделируем распространение некоторого нового продукта на рынке, который можно представить такой социальной сетью.

В рассматриваемой сети возможны следующие состояния: $(0, n), (1, n - 1), \dots, (n, 0)$. Пара $(i, n - i)$, $i = \overline{0, n}$ – состояние сети, где i – число активных агентов, $n - i$ – число восприимчивых агентов. Активные игроки уже обладают продуктом, а восприимчивые – нет. Сеть может переходить из одного состояния в другое ниже описанным способом.

Предположим, что существует некоторый фактор воздействия на агентов сети. Например, это может быть реклама продукта. Обозначим степень воздействия рекламы через $\tau = \tau(c)$, где

$c \in (0, c_0)$ – количество средств, вложенных в рекламу, $\tau \geq 0$ – неубывающая функция. Обозначим вероятность перехода из восприимчивого состояния в активное через $p = p(\tau, a)$, где a – число активных агентов, $p \in [0, 1]$ – неубывающая по a функция. Предположим, что обратный переход (из активного состояния в восприимчивое) невозможен.

Процесс распространения продукта может быть описан с помощью цепи Маркова с конечным пространством состояний $\{(0, n), (1, n-1), \dots, (n, 0)\}$ и матрицей вероятностей перехода:

$$\begin{pmatrix} C_n^0 p^0 (1-p)^n & C_n^1 p^1 (1-p)^{n-1} & \dots & C_n^n p^n (1-p)^0 \\ 0 & C_{n-1}^0 p^0 (1-p)^n & \dots & C_{n-1}^{n-1} p^{n-1} (1-p)^0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

Пусть вид функций $\tau(c)$ и $p(\tau, a)$ известен. Предположим, что на рынке существует одна фирма, и её цель – максимизировать прибыль в долгосрочном периоде. Прибыль фирмы можно описать функцией $b(\tau, c, a, r) = \sum_i b_i \delta^{i-1} D(r_i)$, где $b_i = E[a_i - a_{i-1}]r_i - c_i$ – прибыль фирмы на i -ом шаге, $\delta \in (0, 1)$ – фактор дисконтирования (обесценивания), $D(r)$ – функция спроса, $r \in [r_0, R]$ – цена единицы продукта, r_0 – себестоимость единицы продукта. Стратегией фирмы является вектор $\{(r_j, c_j)\}$, $j = 1, 2, \dots$, где (r_j, c_j) – стратегия фирмы в состоянии j .

Задача заключается в нахождении оптимальной стратегии фирмы, то есть стратегии, максимизирующей её общую прибыль.

2. Социальная сеть из трёх агентов

Рассмотрим некоторую сеть, состоящую из трёх агентов, каждый из которых изначально является восприимчивым. Таким образом, на нулевом шаге сеть находится в состоянии $(0, 3)$. Тогда вектор распределения активных агентов по состояниям на этом шаге выглядит следующим образом: $A(0) = (1, 0, 0, 0)$. Предположим, что функции степени воздействия, вероятности перехода и спроса имеют следующий вид: $\tau(c) = \ln c$, $p(\tau, a) = 1 - e^{-\tau a}$, $a \geq 0$, $D(r) = r_0 - \frac{r_0}{R} r$, соответственно. Пусть некоторая фирма хочет распространить новый продукт в этой сети. Допустим, цель этой фирмы – максимизировать свою прибыль

за 2 шага. Рассматриваемому случаю соответствует следующая матрица вероятностей перехода:

$$P = \begin{pmatrix} (1-p)^3 & 3p(1-p)^2 & 3p^2(1-p) & p^3 \\ 0 & (1-p)^2 & 2p(1-p) & p^2 \\ 0 & 0 & (1-p) & p \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Как упоминалось ранее, в начальном состоянии число активных агентов равно 0, значит математическое ожидание числа активных агентов – $E[a_0] = 0$. Из начального состояния с нулевым числом активных игроков сеть может перейти в одно из следующих четырех состояний: (0,3), (1,2), (2,1), (3,0) с соответствующими вероятностями. Вектор распределения активных агентов по состояниям на первом шаге вычисляется по формуле $A(1) = A(0)P$, следовательно, $A(1) = ((1-p)^3, 3p(1-p)^2, 3p^2(1-p), p^3)$. Таким образом, на первом шаге математическое ожидание числа активных игроков может быть вычислено следующим образом: $E[a_1] = 3 - 3c_1^{-a_0}$.

Теперь можно найти прибыль фирмы на данном шаге:

$$b_1 \delta^0 D(r_1) = \left((3 - 3c_1^{-a_0})r_1 - c_1 \right) \left(r_0 - \frac{r_0}{R} r_1 \right).$$

Вектор распределения активных игроков по состояниям на втором шаге вычисляется аналогичным образом:

$$A(2) = A(0)P^2 = \left((1-p)^6, 3p(1-p)^4(2-p), 3p^2(1-p)^2(2-p)^2, p^3(2-p)^3 \right).$$

Найдем математическое ожидание числа активных игроков и прибыль фирмы на втором шаге: $E[a_2] = 3 - 3c_2^{-2a_1}$,

$$b_2 \delta D(r_2) = \delta \left(3(c_1^{-a_0} - c_2^{-2a_1})r_2 - c_2 \right) \left(r_0 - \frac{r_0}{R} r_2 \right).$$

Общая прибыль фирмы за два шага может быть найдена следующим образом:

$$b(\tau, c, a, r) = \left((3 - 3c_1^{-a_0})r_1 - c_1 \right) \left(r_0 - \frac{r_0}{R} r_1 \right) + \delta \left(3(c_1^{-a_0} - c_2^{-2a_1})r_2 - c_2 \right) \left(r_0 - \frac{r_0}{R} r_2 \right),$$

где $r_i \in [r_0, R]$, $c_i \in (0, c_0)$, $a_i \in \{0, 1, 2, 3\}$, $i = 1, 2$, и $\delta \in (0, 1)$ – константа.

Для наглядности рассмотрим численный пример. Пусть $r_0 = 2$, $R = 10$, $c_0 = 10$, $\delta = 0,9$. Используя пакет Maple, можно найти стратегию, максимизирующую общую прибыль фирмы для поставленной задачи:

$$\begin{cases} c_1 = 0 \\ r_1 = 10' \end{cases} \quad \begin{cases} c_2 = 1,919113802 \\ r_2 = 5,326385508' \end{cases}$$

$$\max b(\tau, c, a, r) = 11,55894355.$$

Интерпретировать полученные результаты можно следующим образом. На первом шаге фирма стремится получить максимальную прибыль и не тратить деньги на рекламу распространяемого продукта (т.е. фирма использует стратегию «разведования рынка»). На втором шаге, чтобы привлечь клиентов, которые не приобрели продукт на первом шаге, фирма тратит часть денежных средств на рекламу и снижает цену на продукт.

Литература

1. БОГДАНОВА О.К., ПАРИЛИНА Е.М. *Эмпирическое исследование социальных сетей / Процессы управления и устойчивость: Труды 41-й международной научной конференции аспирантов и студентов*. СПб.: Издат. Дом С.-Петерб. гос. ун-та, 2010. С. 559–564.
2. МАЙН Х., ОСАКИ С. *Марковские процессы принятия решений*. М.: Наука, 1977. 176 с.
3. PETROSYAN L.A., BARANOVA E.M. *Cooperative stochastic games in stationary strategies // Game Theory and Applications*. 2006. № 11. P. 1–7.

УПРАВЛЕНИЕ В ПОРОГОВОЙ МОДЕЛИ ТОЛПЫ

Бреер В.В.

(ИПУ РАН, Москва)

breer@live.ru

Рассматривается анонимная пороговая модель поведения группы агентов, которые, принимая бинарные решения (действовать или бездействовать), учитывают выбор других членов группы. Ставится и решается задача управления порогами, чтобы число действующих агентов было равно заданному.

Ключевые слова: коллективное поведение, пороговая модель принятия решений, управление толпой.

Рассмотрим модель толпы – множество $N = \{1, 2, \dots, n\}$ *агентов*, каждый из которых выбирает одно из двух *решений* – "1" (действовать, например, принимать участие в беспорядках) или "0" (бездействовать). Агент $i \in N$ характеризуется, во-первых, своим решением $x_i \in \{0; 1\}$. Во-вторых – своим *порогом* $m_i \in \{1, 2, \dots, n\}$, определяющим, будет ли агент действовать при той или иной *обстановке* (векторе x_{-i} решений всех остальных агентов). Формально, действие x_i i -го агента определим как наилучший ответ (BR – best response) на сложившуюся обстановку:

$$(1) \quad x_i = BR_i(x_{-i}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{j \neq i} x_j \geq m_i, \\ 0, & \text{если } \sum_{j \neq i} x_j < m_i. \end{cases}$$

Поведение, описываемое выражением (1), называется *пороговым* [4]. *Равновесием Нэша* будет вектор x_N действий агентов, такой, что $x_N = BR(x_N)$ [3].

Рассмотрим следующую *модель динамики коллективного поведения*: в начальный момент времени все агенты бездействуют, далее в каждый из последующих моментов времени агенты одновременно и независимо действуют в соответствии с выбором (1). Перенумеруем агентов, упорядочив пороги $m_1 \leq m_2 \leq \dots \leq m_n$. Обозначим через $m = (m_1, m_2, \dots, m_n)$ – вектор порогов агентов. В соответствии с (1) начинают действовать агенты с нулевыми порогами. Множество этих агентов обозначим через:

$$(2) \quad Q_0 = \{i \in N \mid m_i = 0\}.$$

Далее действуют агенты с порогами, не превышающими числа нулевых агентов и т.д. Вся процедуру можно обозначить

$$Q_k = Q_{k-1} \cup \{i \in N \mid |Q_{k-1}| \geq m_i\}, \quad k = 1, 2, \dots, n - 1.$$

Очевидно $Q_0 \subseteq Q_1 \subseteq \dots \subseteq Q_{n-1} \subseteq Q_n = N$. Вычислим следующий показатель:

$$(3) \quad p(m) = \min \{k = \overline{0, n-1} \mid Q_{k+1} = Q_k\}.$$

Равновесие коллективного поведения x^* (РКП) определим следующим образом:

$$(4) \quad x_i^*(m) = \begin{cases} 1, & \text{если } i \in Q_{p(m)} \\ 0, & \text{если } i \in N \setminus Q_{p(m)} \end{cases}, \quad i \in N.$$

В работе [2] показано, что для любых порогов агентов m РКП (4) существует, единственно и является одним из равновесий Нэша для игры с наилучшим ответом (1).

В работе [1] показано, что равновесие Нэша в анонимной модели можно найти, решая следующее уравнение:

$$(5) \quad F(p) = p,$$

где $F(p) = |\{i \in N : m_i < p\}|$ – число агентов с порогами, меньшими p , и решение ищется среди целых чисел. Очевидно, что РКП будет соответствовать *минимальное* решение уравнения (5).

Агрегированным показателем состояния толпы будем считать число действующих агентов $p(m)$.

Обозначим вектора начальных значений порогов агентов m^0 соответственно. Пусть заданы *затраты* центра $C(m, m^0)$ на изменение порогов агентов.

Пусть задачей центра является обеспечение того, чтобы число действующих агентов было равно заданному числу $K^* \geq 0$, то есть *реализация* нового РКП K^* , не превышающего старое РКП $p(m)$. Тогда задача управления имеет следующий вид:

$$(6) \quad C(m, m^0) \rightarrow \min_{m \in \{\eta | p(\eta) = K^*\}}.$$

Будем считать, что затраты на управление порогом одного агента равны

$$(7) \quad c_i(m_i, m_i^0) = g(|m_i - m_i^0|).$$

По смыслу затрат $g(0) = 0$. Полные затраты будут равны сумме индивидуальных затрат:

$$(8) \quad C(m, m^0) = \sum_{i=1}^n c_i(m_i, m_i^0) = \sum_{i=1}^n g(|m_i - m_i^0|).$$

Так как $p(m)$ – минимальное решение уравнения (5), то:

$$(9) \quad \forall K < p(m) \quad F(K) > K.$$

Возможны два случая: $F(0+) \leq K^*$ и $F(0+) > K^*$ (например, $K^* = 3$ и $K^* = 1$ соответственно).

Если $F(0+) \leq K^*$, то, решив уравнение $F(K_1) = K^*$, можно найти такую точку $K_1 = F^{-1}(K^*)$.

В силу (9) $K^* = F(K_1) > K_1 = F^{-1}(K^*)$. Процесс управления заключается в том, что центр изменяет все пороги, находящиеся внутри полуинтервала $[F^{-1}(K^*), K^*]$, делая их равными K^* . Новая функция распределения $G(\cdot)$ будет равна K^* на всем интервале $[F^{-1}(K^*), K^*]$.

Значит $G(K^*) = K^*$. Таким образом, мы получили новое значение РКП K^* , соответствующее целям центра. Новая функция распределения $G(\cdot)$ совпадает со старой функцией распределения $F(\cdot)$ во всех точках вне интервала $[F^{-1}(K^*), K^*]$.

Легко показать, что тогда затраты центра на управление в случае $F(0) \leq K^*$ будут равны:

$$(10) \quad \int_{F^{-1}(K^*)}^{K^*} g(K^* - t) dF(t).$$

Если $F(0+) > K^*$, то у $F(0+) - K^*$ агентов с нулевыми порогами центр изменяет пороги, делая их равными K^* . После этого мы переходим к предыдущему случаю. Затраты на изменение порога одного агента от нуля до K^* будут, согласно (7), равны $g(K^*)$. Затраты на изменение порогов $F(0) - K^*$ агентов с нулевыми порогами для всех случаев можно записать в виде $g(K^*)(F(0) - K^*)^+$.

Таким образом полные затраты центра будут равны:

$$(11) \quad c(K^*) = g(K^*)(F(0+) - K^*)^+ + \int_{F^{-1}(K^*)}^{K^*} g(K^* - t) dF(t).$$

Утверждение. Затраты (11) минимальны для реализации центром РКП K^* .

Следствие 1. В оптимальном управлении изменяются только пороги, принадлежащие интервалу $[F^{-1}(K^*), K^*]$, если K^* находится в области определения функции $F^{-1}(\cdot)$. Если K^* находится вне области определения функции $F^{-1}(\cdot)$, то изменяются пороги, принадлежащие интервалу $[0, K^*]$.

Следствие 2. Решение задачи управления порогами не зависит в явном виде от начального РКП.

Следствие 3. Полученное в результате оптимального управления РКП не устойчиво.

Литература

1. БРЕЕР В.В. *Теоретико-игровые модели конформного коллективного поведения* // Автоматика и телемеханика (в печати).
2. БРЕЕР В.В., НОВИКОВ Д.А. *Модели управления толпой* // Проблемы управления (в печати).
3. ГУБКО М.В., НОВИКОВ Д.А. *Теория игр в управлении организационными системами*. М.: Синтег, 2002.
4. GRANOVETTER M. *Threshold Models of Collective Behavior* // *AJS*. 1978. Vol. 83. № 6. P. 1420–1443

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ*

Губанов Д.А.
(ИПУ РАН, Москва)
dmitry.a.g@gmail.com

В докладе рассматривается модель информационного взаимодействия («источник информации - потребитель информации») в социальных сетях, а также приводятся постановки задач информационного управления и информационного противоборства.

Ключевые слова: социальная сеть, источник информации, потребитель информации, информационное сообщение, информационное управление.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-07-00129).

Введение

С развитием информационно-коммуникационных технологий происходит становление сетевого общества, в котором значительная часть информационных взаимодействий производится при помощи информационных сетей. В последнее десятилетие одним из очередных «движителей» развития сетевого общества стало появление новых онлайн-ресурсов - виртуальных социальных сетей, пользователи которых имеют возможность легко опубликовать информацию и получать новую информацию, т.е. пользователи находятся в постоянном информационном взаимодействии между собой. Однако свободное время пользователя неограничено, поэтому он, как правило, имеет множество «доверенных» источников, время от времени отбрасывая пользователей неинтересных ему, пишущих слишком часто или пишущих некачественные сообщения.

Отметим, что модели информационного взаимодействия в социальных сетях рассматривались в работах [см. например, 1, 2], однако, во-первых, агенты (пользователи социальных сетей) в таких моделях пассивны, а во-вторых, в них не исследовались указанные выше аспекты поведения агентов.

1. Модель информационного взаимодействия «источники информации – потребители информации»

Моделируется сеть информационных взаимодействий между агентами. В этой модели узлы (источники информации) создают и публикуют в определенный момент времени информационные объекты. Связи между узлами определяют то, к каким узлам (потребителям информации) попадут информационные объекты. Т.е. агенты в социальной сети взаимодействуют, обмениваясь информационными объектами и принимая решения о том, читать их или нет.

Введем следующие обозначения:

$M = \{1, 2, \dots, m\}$ – множество источников информации, пишущих по примерно одной тематике;

$N = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество потребителей информации;

N_j – множество потребителей информации источника j ;

M_i – множество источников информации потребителя i .

Пример целевой функции f_i i -ого потребителя в момент времени t :

$$\sum_{j \in M_i} x'_{ij} [q_{ij} k'_j - (k'_j)^2/2],$$

где x'_{ij} - решение i -ого потребителя о том, читать ему сообщения j -ого источника или нет, а q'_{ij} - предполагаемый уровень качества j -ого источника, причем:

$$q^{t+1}_{ij} = Q(q'_{ij}, k'_j, q_j).$$

Т.е. чем больше сообщений j -ого источника прочтает i -ый потребитель, тем точнее он определит истинный уровень качества информации (уровень «доверенности» источника).

2. Информационное управление и противоборство

Простой моделью информационного управления является следующая. Пусть некоторый агент (источник информации) заинтересован в том, чтобы как можно больше пользователей социальной сети прочитало опубликованные им сообщения*. Возможны следующие способы воздействий на решения потребителей:

- изменить качество информационных сообщений;
- изменить частоту публикации новых сообщений.

Предположим, что в некоторый момент времени t j -ый источник информации публикует k'_j сообщений с качеством q_j . Его целевая функция:

$$g_j(\sum_{i \in N_j} x'_{ij}, k'_j) = H(\sum_{i \in N_j} x'_{ij}) - c(k'_j),$$

где x'_{ij} - решение i -ого потребителя о том, читать ему сообщения j -ого источника или нет. Пример функции дохода: $\sum_{i \in N_j} x'_{ij}$, пример функции затрат: $(q_j k'_j)^2/2 + C$ (константа).

Источники информации конкурируют между собой за внимание потребителей. Можно (считая, что источники выбирают количество сообщений независимо и одновременно) определить игру $\Gamma = (M, \{K_j\}_{j \in M}, \{G(\cdot)\}_{j \in M})$ в нормальной форме при помощи задания соответственно множества игроков, их множеств допустимых действий и целевых функций.

* Можно предположить, что в условиях ограниченности ресурсов картина мира потребителя информации формируется прочитанными им информационными сообщениями.

Представляются перспективными следующие направления дальнейших исследований и разработок:

– исследование повторяющихся игр между источниками информации;

– исследование игры между потребителем и источником информации;

– введение в модель центра - субъекта, воздействующего на источники информации;

– экспериментальные исследования сегментации пользователей по используемым источникам информации.

Литература

1. ГУБАНОВ Д.А., НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства*. М.: Физматлит, 2010.
2. JACKSON M. *Social and Economic Networks*. Princeton: Princeton University Press, 2008. 520 p.

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ДИСТРИБЬЮТОРСКОЙ СЕТИ*

Губко М.В.
(ИПУ РАН, Москва)
mgoubko@mail.ru

Предлагается модель сетевой структуры, позволяющая описывать дистрибьюторские сети и сети передачи данных. Формулируется задача поиска оптимальной структуры сети, доказываются условия оптимальности структур типа бидеревьев и максимально распределенных сетей.

Ключевые слова: дистрибьюторская сеть, оптимизация структуры, бидерево.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-07-00104).

Введение

Разработанная в [1-3] *теория оптимизации иерархических структур* имеет широкий спектр применения. Она позволяет описывать и решать задачи планирования сборочного производства, проектирования пользовательских интерфейсов, формирования организационных структур, и многие другие. В то же время, имеющиеся модели не всегда подходят для описывания сетевых структур, в частности, *сетей управления потоками* (электрических, дистрибьюторских, компьютерных). Ниже предлагается обобщенная модель, позволяющая существенно расширить области приложения теории. Показывается, какие методы оптимизации иерархий непосредственно обобщаются на новую модель оптимизации сетей, какие переносятся с изменениями, а в каких аспектах эти модели принципиально отличаются.

1. Модель

Пусть задан двудольный *граф связей* $\langle S \cup D, L \rangle$, то есть *множество источников* (источников информации или производителей товаров) S , *множество назначений* (получателей информации или потребителей товаров) D и *множество связей* $L \subseteq S \times D$. Каждой связи $ij \in L$ соответствует потребность в передаче информации (в компьютерных сетях) или товара (в дистрибьюторских сетях) от источника $i \in S$ в пункт назначения $j \in D$. Для обеспечения коммуникации создается *сеть* $\langle V, E \rangle$ (где $V := S \cup D \cup M$, $E \subseteq V \times V$), состоящая из узлов-коммутаторов $m \in M$, соединенных дугами между собой, а также с источниками из S и назначениями из D . Направление дуг соответствует направлению потока информации или товара.

Считается, что узлы-коммутаторы $m \in M$ способны перенаправлять потоки из входящих дуг в исходящие. Источники и пункты назначения будем считать неспособными к коммутации: любой источник может иметь не более одной исходящей дуги и не может иметь входящих дуг; аналогично, любой пункт назначения может иметь не более одной входящей дуги и не может иметь исходящих дуг.

Определение 1. Сеть $H = \langle V, E \rangle$ обеспечивает множество связей L , если для любой связи $ij \in L$ в сети H найдется путь из источника i в пункт назначения j . Сеть H обеспечивает точно множество связей L , если вдобавок к этому для любой связи $ij \notin L$ в сети H не существует пути из i в j .

Содержание каждого узла-коммутатора $t \in M$ в сети H влечет затраты, которые описываются функцией $c(t, H)$, зависящей от узла и от того места, которое он занимает в сети.

Определение 2. Функцию $c(t, H)$ назовем *двухсекционной*, если затраты узла $t \in M$ сети H , имеющего k входящих и l исходящих дуг, можно записать в виде следующей функции множеств: $c(\{s_1, \dots, s_k\}, \{d_1, \dots, d_l\})$, где элемент s_i первого набора множеств – это множество источников, из которых узел t достигим через i -ю входящую дугу, а элемент d_j второго набора – множество пунктов назначения, достижимых из t через j -ю исходящую дугу.

Данное определение является логичным обобщением на сети введенного в [1] для иерархий понятия секционных функций затрат. С помощью двухсекционных функций можно моделировать зависимость затрат от сложности коммутации (числа дуг, входящих в узел и исходящих из него), от общего числа дуг и узлов в сети и от мощности передаваемых потоков.

Задача оптимизации сетевой структуры – это поиск сети, обеспечивающей (или обеспечивающей точно) заданный набор связей, и имеющей минимальные суммарные затраты узлов.

2. Результаты

Модель является обобщением поставленной в [1] задачи поиска оптимальной иерархии для секционной функции затрат. Поэтому неудивительно, что обобщается и ряд полученных в [1] результатов, в частности, свойства *сужающих* функций затрат.

Определение 3. Двухсекционная функция затрат называется *сужающей снизу*, если для любого узла $t \in M$ с набором множеств-источников $\Sigma = \{s_1, \dots, s_k\}$ и набором множеств назначений $\Delta = \{d_1, \dots, d_l\}$ при $k \geq 3$ существует такой поднабор множеств-источников $\Sigma' = \{s'_1, \dots, s'_k\} \subseteq \Sigma$, что

$$c(\Sigma, \Delta) \geq c(\Sigma', \Delta) + c(\{s'_1 \cup \dots \cup s'_k\} \cup \Sigma \setminus \Sigma', \Delta).$$

Аналогично, для того чтобы функция затрат называлась *сужающей сверху*, необходимо, чтобы при $l \geq 3$ всегда существовал такой поднабор множеств-назначений $\Delta' = \{d'_1, \dots, d'_l\} \subseteq \Delta$, что

$$c(\Sigma, \Delta) \geq c(\Sigma, \Delta') + c(\Sigma, \{d'_1 \cup \dots \cup d'_l\} \cup \Delta \setminus \Delta').$$

Утверждение 1. При сужающей снизу функции затрат найдется оптимальная сеть, где все узлы имеют не более двух входящих дуг. При сужающей сверху – найдется оптимальная сеть, где все узлы имеют не более двух исходящих дуг.

Отдельный интерес представляет задача поиска оптимальной сети, обеспечивающей полный набор связей $S \times D$. Важными являются условия, при которых оптимальная сеть имеет вид «сдвоенного дерева» («бидерева»). В такой сети потоки сначала собираются с помощью древовидной структуры в одну вершину из всех источников, а затем распределяются по всем пунктам назначения с помощью другой древовидной структуры. Такая структура дистрибьюторской сети соответствует наличию «супердилера», пропускающего через себя все товарные потоки.

Утверждение 2. Пусть функция затрат узла $c(k, l)$ зависит только от числа входящих дуг k и от числа исходящих дуг l , не убывает по обоим аргументам, и для всех $k, l \geq 2$ верны неравенства $c(k, 2) \geq c(k + 1, 1)$, $c(2, l) \geq c(1, l + 1)$. Тогда существует оптимальное бидерево, обеспечивающее полный набор связей.

В условиях утверждения решение задачи об оптимальной сети сводится к поиску оптимального бидерева. Для этого можно воспользоваться разработанными в [2] методами оптимизации деревьев для однородных функций затрат.

Для бидерева характерна максимальная концентрация потока. В некотором смысле противоположной бидереву является структура *максимально распределенной сети* с минимальной концентрацией. В этой структуре каждый источник и пункт назначения наделяется собственным узлом-коммутатором, и коммутатор каждого источника непосредственно связывается со всеми коммутаторами пунктов назначения.

Утверждение 3. Если затраты узла $c(s, d)$ зависят только от множества источников s , из которых достигим узел, и множества

пунктов назначения d , достижимых из этого узла, причем затраты супераддитивны по обоим аргументам*, то существует оптимальная максимально распределенная сеть.

В общем случае оптимальная сеть может искажаться лишь численно, и разработка эффективных алгоритмов решения этой задачи является перспективным направлением исследований.

Литература

1. ВОРОНИН А.А., МИШИН С.П. *Оптимальные иерархические структуры*. М.: ИПУ РАН, 2003.
2. ГУБКО М.В. *Математические модели оптимизации иерархических структур*. М.: ЛЕНАНД, 2006.
3. МИШИН С.П. *Оптимальные иерархии управления в экономических системах*. М.: ПМСОФТ, 2004.

СПОСОБ РАСЧЕТА СРЕДНЕГО КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМИРОВАННЫХ ИНДИВИДОВ В НЕКОТОРЫХ ВИДАХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Делицын Л.Л., Подлесная Т.А.

*(Московский государственный университет
культуры и искусств, г. Химки)*
delitsin@gmail.com

Исследуется модель распространения новых идей в социальных сетях на основе марковских процессов с непрерывным временем. Предложен новый способ доказательства утверждения о том, что в однородной клике (полносвязанном графе) при бесконечно большом количестве коммуницирующих индивидов математическое ожидание доли информированных индивидов

* Функция затрат супераддитивна по первому аргументу, если для любых непересекающихся $s_1, s_2 \subseteq S$ и $d \subseteq D$ $c(s_1 \cup s_2, d) \geq c(s_1, d) + c(s_2, d)$; аналогично и по второму аргументу.

описывается логистической моделью. Предлагается приближенный способ расчета среднего числа информированных индивидов в системе, состоящей из двух однородных клик и соединяющей их цепочки.

Ключевые слова: диффузия инноваций, социальные сети, стохастические модели распространения информации

Предлагается простейшая модель распространения информации в социальных сетях, которая позволяет получить распределение вероятности осведомленности каждого элемента произвольной социограммы, описывающей связи между небольшим числом коммуникантов и реципиентов. В этой модели каждый субъект может находиться только в двух состояниях: полной осведомленности и полной неосведомленности, а структура связей между субъектами не меняется во времени.

На рис. 1 изображен полный набор возможных состояний системы из трех субъектов, попарно общающихся между собой. Число возможных состояний системы равно восьми, и оно не зависит от связей между элементами (поскольку мы считаем связи неизменными). Черным кружкам соответствуют осведомленные субъекты, а белым – неосведомленные.

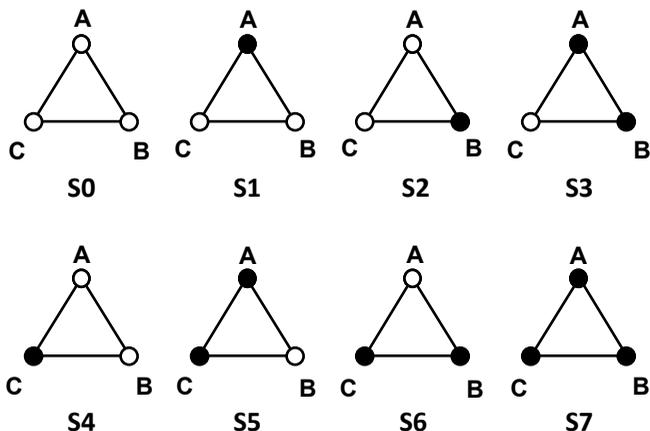


Рис. 1. Возможные состояния системы из трех субъектов.

Используемая нами модель передачи информации использует следующие допущения:

1. В ходе общения осведомленные коммуниканты информируют неосведомленных реципиентов. Чтобы перейти в состояние информированного, реципиенту достаточно лишь одного контакта лишь с одним коммуникантом.
2. Процесс инициации общения образует простейший поток событий; начав однажды, коммуникант никогда не прекращает передавать информацию (не устает);
3. Процесс передачи информации от коммуниканта к реципиенту занимает пренебрежимо малое время;
4. Осведомленный реципиент немедленно (без задержки) становится коммуникантом;
5. Осведомленные реципиенты не забывают информацию;
6. Все субъекты обладают одинаковыми свойствами (т.е. характеризующие их параметры одинаковы), единственное их отличие в том, что некоторые уже стали коммуникантами, а другие – еще нет;
7. Реципиент и коммуникант постоянно —открыты” для множественных соединений.

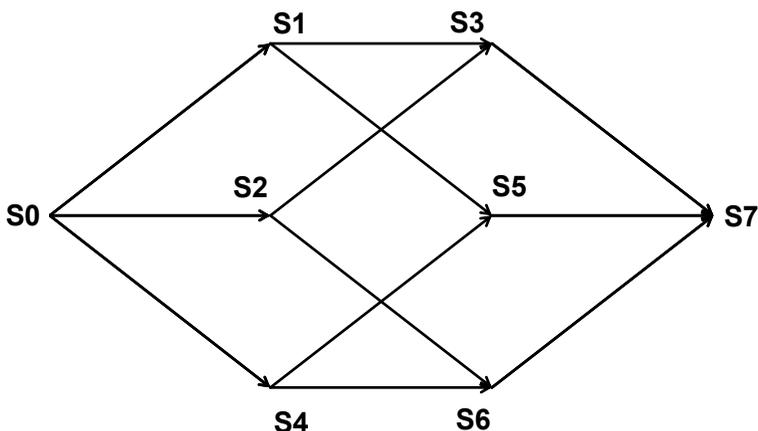


Рис. 2. Граф состояний системы трех попарно общающихся индивидов.

Структура связей в коммуникационной системе налагает ограничения на возможные переходы между ее состояниями. Например, если субъект A не общается с субъектом B , и на систему не воздействуют СМИ, то переход из состояния $S1$ в состояние $S3$ невозможен.

В случае воздействия на систему не только межличностного общения, но и средств массовой информации, переходы между состояниями системы $S0, S1, \dots, S7$ можно описать графом состояний (рис.2).

Описав социальную сеть в виде системы, различные состояния которой задаются состоянием осведомленности элементов, и задав интенсивности общения индивидов, мы получаем систему уравнений Колмогорова для вероятностей состояния системы. Для произвольного графа связей между K индивидами требуется решение линейной системы 2^K дифференциальных уравнений. Точное решение для небольших K может быть полезным при оценке точности моделирования распространения информации в обществе с помощью клеточных автоматов [2]. В работах [3,4] для решения задачи используется марковский процесс с дискретным временем и выведен ряд оценок для среднего времени передачи информации от одного индивида другому.

В теории диффузии нововведений чрезвычайно важным является факт, что для частного случая — «жики» (полного графа, в котором каждые две вершины соединены ребром) решение системы уравнений Колмогорова соответствует широко используемой модели Ф.Басса [1]. Сама детерминированная модель Ф.Басса, строго говоря, не является верной для конечной популяции, поскольку вместо полного уравнения для вероятности того, что информированы k индивидов из K

$$(1) \quad \frac{dx}{dt} = (\mu + qx)(1 - x) - q \cdot Var\left(\frac{k}{K}\right)$$

в модели Ф.Басса используется приближенное детерминированное уравнение

$$(2) \quad \frac{dx}{dt} = (\mu + qx)(1 - x).$$

Здесь $x = N/K$ – доля информированных индивидов, k – количество информированных индивидов N – их среднее количество (математическое ожидание случайной величины k), K – объем популяции, μ – коэффициент внешних воздействий (СМИ и рекламы) и q – коэффициент внутренних воздействий («внутренний» фактор). В то время как уравнение (1) верно для конечных k и K , уравнение (2) верно только в том случае, когда обе эти величины стремятся к бесконечности, причем последнее утверждение обычно принимается без доказательства, а ряд недавно опубликованных доказательств не являются верными.

Наш подход к выводу уравнения Ф.Басса основан на системе уравнений, модифицирующих изначально предложенные В.Феллером [5] уравнения так, чтобы учесть не только внутренние, но и внешние воздействия

$$(3) \quad \frac{du_N}{dt} = -(\mu + N\lambda)(K - N)u_N(t) + (\mu + (N - 1)\lambda)(K - N + 1)u_{N-1}(t),$$

где $u_N(t)$ – вероятность того, что информированы ровно N индивидов, $\lambda = q/K$.

Применение преобразования Лапласа позволяет получить решения этой системы в s -области [6]

$$(4) \quad \tilde{u}_N(s) = \frac{1}{(\mu + N\lambda)(K - N)} \prod_{k=0}^N \frac{(\mu + k\lambda)(K - k)}{s + (\mu + k\lambda)(K - k)}.$$

При помощи дифференцирования, находим

$$(5) \quad \frac{d\tilde{u}_N(s)}{ds} = -\tilde{u}_N(s) \sum_{k=0}^N \frac{1}{s + (\mu + k\lambda)(K - k)},$$

$$(6) \quad \frac{1}{\tilde{u}_N(s)} \left. \frac{d^2 \tilde{u}_N(s)}{ds^2} \right|_{s=0} = \left(\sum_{k=0}^N \frac{1}{(\mu + k\lambda)(K - k)} \right)^2 + \sum_{k=0}^N \frac{1}{((\mu + k\lambda)(K - k))^2}.$$

Устремляя к бесконечности одновременно N и K , так чтобы $x = N/K$ оставалось постоянной величиной, следуя подходу Т.Уильямса [7], заменим сумму в (5) интегралом и полагая $s = 0$, обнаруживаем, что средний момент пребывания в системе ровно N информированных из K стремится к величине

$$(7) \quad \begin{aligned} \bar{t}(x) &= - \left(\frac{1}{\tilde{u}_N} \frac{d\tilde{u}_N}{ds} \right)_{s=0} = \lim_{K, N \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^N \frac{1}{(\mu + \lambda k)(K - k)} \\ &= \frac{1}{\mu + q} \ln \left(\frac{\mu + qx}{\mu} \frac{1}{1 - x} \right) \end{aligned}$$

При этом дисперсия \bar{t}_x равна второй сумме в выражении (6), которая, как легко показать при росте N и K , стремится к нулю обратно пропорционально K . Применяя неравенство Маркова, заключаем, что среднее значение информированных правомерно описать уравнением Ф.Басса (2). Аналогичный результат ранее получил Niu [8], который вместо перехода в s -область и оценки второй суммы в (6) использовал весьма сложную последовательность оценок во временной области.

Научившись вычислять динамику количества информированных в клике конечного размера, а также в цепочке (где распределения $u_N(t)$ являются плотностями распределений Эрланга), мы получаем возможность приближенно рассчитать среднее* количество информированных в более сложной системе, изображенной на рис. 3, применяя к плотности dx/dt свертку сперва с функцией отклика цепочки, а затем – с функцией отклика второй клики (свертка рассчитывается численно).

При этом подразумевается, что один из элементов первой клики обладает дополнительными возможностями для информирования одного из элементов цепочки и, таким образом, несколько —бщительнее”, чем другие элементы первой клики. Пример результата вычислений приведен на рис. 4.

* Или т.н. —квасреднее”.

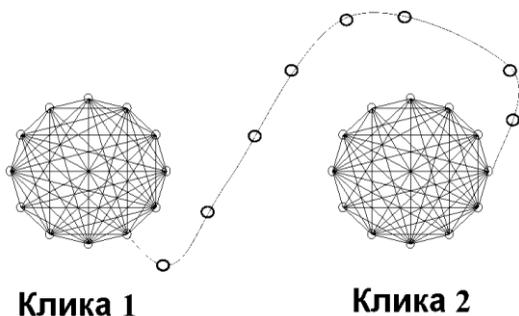


Рис. 3. Система, состоящая из двух клик, соединенных цепочкой

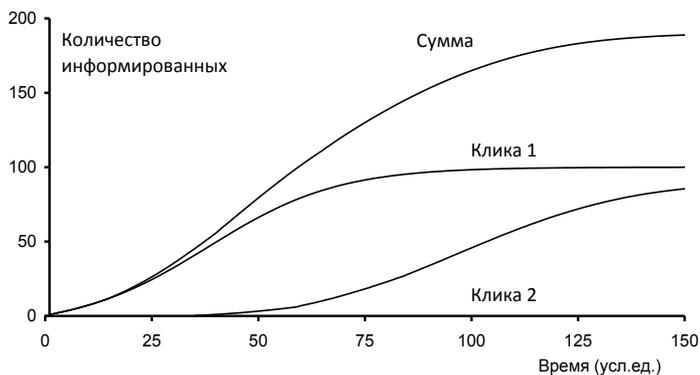


Рис. 4. Результат приближенного расчета среднего количества информированных в системе, изображенной на рис. 3.

Поскольку верхняя кривая рис. 4 имеет обычную для распространения нововведений S-образную форму, можно предположить, что неоднородное внутреннее устройство систем не всегда проявляется в итоговых величинах доли информированных в выборке. Таким образом, по одному лишь количеству информированных на практике вряд ли удастся восстановить внутреннее устройство системы. Традиционные модели распространения информации в клике с эффективными параметрами, будут приближенно описывать распространение информации в сетях, весьма сильно отличающихся от клики. В этом случае для корректного прогнозирования количества осведомленных, тре-

буется независимый способ измерения структуры коммуникаций в системе.

Литература

1. BASS F. M. *A new product growth for model consumer durables* // Management Science. – 1969. - Vol. 15. - pp. 215–227.
2. GOLDENBERG J., LIBAI B., MULLER E. // *Talk of the network: a complex systems look at the underlying process of word-of-mouth.* - 2001. - Marketing Letters 12 (3). pp. 209–221.
3. BUSKENS V. *Social networks and trust.* – Springer. – 2nd ed. – 2010. - 270 p.
4. BUSKENS V., Yamagoochi, K.. *A new model for information diffusion in heterogeneous Social Networks* // *Sociological Methodology* 29, -1998. - pp. 281-325.
5. FELLER W. *Die Grundlagen der Volterraschen Theorie des Kampfes ums Dasein in wahrscheinlichkeitstheoretischer Behandlung* // *Acta Biotheor.* – 1939. - № 5, 11–40.
6. BAILEY N.T. *The Elements of Stochastic Processes with Applications to the Natural Sciences.* – Wiley. – 1964, 1990. - 249p.
7. WILLIAMS T. *The simple stochastic epidemic curve for large populations of susceptibles* // *Biometrika.* – 1965. - №52, 3, pp. 571-578.
8. NIU S-C. *A Stochastic Formulation of the Bass Model of New-Product Diffusion* // *Mathematical problems in Engineering*, 2002, Vol. 8(3), pp.249-263.

ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ ЛОББИРОВАНИЯ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

Ивашко Е. Е.

*(Институт прикладных математических исследований
КарНЦ РАН, Петрозаводск)
ivashko@krc.karelia.ru*

В статье рассматривается теоретико-игровая модель информационного лоббирования в социальной сети. Рассмотрены примеры информационного управления, информационного про-

тивоборства двух игроков и обобщение модели информационного противоборства для случая k игроков.

Ключевые слова: социальная сеть, игровая модель, информационное управление.

Введение

В последние годы ведутся активные исследования в области социальных сетей. Особый интерес к этой теме связан с появлением и стремительным развитием таких Интернет-сетей как Facebook, MySpace, ВКонтакте и др. Согласно [3], под социальной сетью понимается «социальная структура, состоящая из множества агентов (субъектов — индивидуальных или коллективных, например: индивидов, семей, групп, организаций) и определенного на нем множества отношений (совокупности связей между агентами, например: знакомства, дружбы, сотрудничества, коммуникации)».

В математических моделях социальную сеть представляют в виде взвешенного ориентированного графа $G(V, E)$, в котором V — это множество вершин (агентов сети), а E — множество ребер (отношений между агентами). Предметом изучения являются свойства социальных сетей, связанных со структурой и распространением информации в сети (см., например, [1, 4-6]).

В представленной работе рассматривается теоретико-игровая модель информационного лоббирования в социальной сети. Рассмотрены примеры:

- информационного управления, когда один игрок пытается привести мнения агентов социальной сети к необходимому ему значению;
- информационного противоборства двух игроков;
- обобщения модели информационного противоборства для случая k игроков.

1. Математическая модель социальной сети

Рассмотрим модель социальной сети, представленную в [1]. Пусть $N = \{1, 2, \dots, n\}$ — это множество агентов социальной сети. Агенты взаимодействуют, влияя на мнения друг друга. Степень влияния определяется матрицей $A = \{a_{ij}\}_{i,j=1,\dots,n}$, где $0 \leq a_{ij} \leq 1$ — это

степень доверия агента i агенту j ; $i, j \in N$. Матрица A является стохастической, т. е. $\sum_{j=1}^n a_{ij} = 1, \forall i \in N$.

Изначально все агенты имеют собственные мнения по некоторому вопросу, задаваемые вектором $B^0 = \{b_i^0\}_{i=1, \dots, n}$. На каждом шаге происходит взаимодействие агентов, в результате которого их мнения изменяются согласно правилу

$$b_i^t = \sum_{j=1}^n a_{i,j} b_j^{t-1}, \text{ т. е. } B^t = AB^{t-1}.$$

Будем считать, что $a_{ij} > 0 \forall i, j \in N$. Тогда при достаточно долгом взаимодействии существует финальная матрица влияний, все строки которой одинаковы: $\exists A^\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} A^t: a_{ij} = a_{kj}; i, j, k \in N$, следовательно, $\exists B^\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} B^t; b_i = b_j \forall i, j \in N$. Таким образом, при достаточно долгом взаимодействии мнения агентов социальной сети сходятся к единому мнению (существуют социальные эксперименты, подтвердившие данный тезис на практике — см., например, [2]).

2. Информационное управление и информационное противоборство в социальной сети

В работе [1] представлена модель задачи информационного управления. Пусть игрок (не принадлежащий социальной сети) стремится привести итоговые мнения агентов к некоторому желаемому значению b_{aim} . Игрок воздействует на начальные мнения агентов с помощью управления $u = \{u_i\}_{i=1, \dots, n} \in U$, тогда итоговое мнение агентов выражается как $B^\infty = A_\infty(B^0 - u)$. При этом плата за осуществление управления составляет $C(u)$. Выигрыш игрока зависит от затрат на управление и того, насколько близко итоговое мнение агентов к желаемому: $H(u, b_{aim}) = G(B^\infty) - C(u)$.

Рассмотрим пример. Пусть $n=3$, $C(u)=2uu^T$ и $H(u, b_{aim}) = -(B^\infty - b_{aim})^2 - C(u)$.

Финальная матрица влияния имеет вид

$$A^\infty = \begin{pmatrix} \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \\ \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \\ \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \end{pmatrix},$$

где π_1, π_2, π_3 выражаются из соотношений

$$\begin{cases} \pi_1 = a_{11}\pi_1 + a_{12}\pi_2 + a_{13}\pi_3 \\ \pi_2 = a_{21}\pi_1 + a_{22}\pi_2 + a_{23}\pi_3 \\ \pi_3 = a_{31}\pi_1 + a_{32}\pi_2 + a_{33}\pi_3 \end{cases}$$

Игрок стремится максимизировать свой выигрыш:

$$H(u, b_{aim}) = -(A^\infty B^0 - u) - 2uu^T \rightarrow \max.$$

Предположим, что агент 3 имеет наибольшее влияние, т. е. $\pi_3 \geq \max(\pi_1, \pi_2)$. Тогда очевидно, что оптимальное управление будет направлено на наиболее влиятельного агента — $u' = \{0, 0, u'_3\}$. При этом $u'_3 = \pi_3 \frac{\pi_1 b_1^0 + \pi_2 b_2^0 + \pi_3 b_3^0 - b_{aim}}{\pi_3^2 + 2}$.

Теперь рассмотрим пример информационного противоборства в социальной сети. Пусть игроки I и II пытаются привести итоговые мнения к (различным) значениям b_{aim}^1 и b_{aim}^2 , используя управления u^1 и u^2 . Тогда итоговое мнение агентов социальной сети будет выражаться как $B^\infty = A^\infty(B^0 - u^1 - u^2)$. При

плате за управление $C(u^i) = u^i(u^i)^T$ и функции выигрыша $H(u^i, b_{aim}^i) = -(A^\infty(B^0 - u^1 - u^2) - b_{aim}^i)^2 - u^i(u^i)^T$, где $i=1, 2$, равновесное управление игроков будет определяться следующей системой:

$$\begin{cases} u_3^1 = \pi_3 \frac{\pi_1 b_1^0 + \pi_2 b_2^0 + \pi_3 b_3^0 - b_{aim}^1 - u^1}{\pi_3^2 + 2} \\ u_3^2 = \pi_3 \frac{\pi_1 b_1^0 + \pi_2 b_2^0 + \pi_3 b_3^0 - b_{aim}^2 - u^2}{\pi_3^2 + 2} \end{cases}$$

Обобщая задачу на случай k игроков, получим, что при тех же функциях выигрыша и стоимости управления, равновесные управления игроков определяются системой

$$\begin{cases} u_3^1 = \pi_3 \frac{\pi_1 b_1^0 + \pi_2 b_2^0 + \pi_3 b_3^0 - b_{aim}^1 - \sum_{i>1} u^i}{\pi_3^2 + 2} \\ \dots \\ u_3^k = \pi_3 \frac{\pi_1 b_1^0 + \pi_2 b_2^0 + \pi_3 b_3^0 - b_{aim}^k - \sum_{i=1, \dots, k-1} u^i}{\pi_3^2 + 2} \end{cases}$$

Литература

1. ГУБАНОВ Д. А., А. О. КАЛАШНИКОВ, Д. А. НОВИКОВ. Теоретико-игровые модели информационного противоборства в социальных сетях. УБС, 31 (2010), 192–204.

2. ГУБАНОВ Д. А., НОВИКОВ Д. А., ЧХАРТИШВИЛИ А. Г. *Модели информационного влияния и информационного управления в социальных сетях*. // Управление в социально-экономических системах, № 5, 2009. С. 28–35.
3. ГУБАНОВ Д. А., НОВИКОВ Д. А., ЧХАРТИШВИЛИ А. Г. *Нечеткие модели влияния в социальных сетях*. // Труды МШ Всероссийской школы-семинара «Управление большими системами». Т. 2. Ижевск: Бон Анца, 2009. С. 141–145.
4. ГУБАНОВ Д. А., НОВИКОВ Д. А., ЧХАРТИШВИЛИ А. Г. *Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства*. М.: Изд-во физико-математической литературы, 2010.
5. GALEOTTI A. AND S. GOYAL. *Games of Social Influence*. University of Cambridge, Working paper. 2007.
6. JACKSON M. *Social and Economic Networks*. Princeton: Princeton University Press, 2008.

О ПРИЛОЖЕНИИ ЛАТЕНТНО-СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕКСТОВ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ*

Корнилина Е.Д., Петров А.П.

(Институт прикладной математики РАН, Москва)
ekornilina@gmail.com, petrov.alexander.p@yandex.ru

В работе представлен подход к исследованию политических программ и блогов, основанный на применении латентно-семантического анализа

Ключевые слова: социальные сети и блоги в интернете, анализ данных, математическое моделирование социальных процессов

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 10-01-00332-а)

В настоящее время все более заметной становится тенденция интернетизации политики, при этом следует особо отметить специализированные интернет-сообщества и политические блоги. Такие сообщества можно назвать современным аналогом средств массовой информации, наличие у крупных журналов интернет-версий с возможностью комментирования это подтверждают. С точки зрения своей структуры, политические блоги относятся к классу социальных сетей – структур, состоящих, в противовес иерархическим, из равновесных узлов, каждый из которых является социальным объектом.

Извлечение мнений и анализ политического дискурса представляют значительный интерес для современных политологов и лингвистов, при этом практически отсутствуют инструментальные исследования содержания политических текстов.

В основе предлагаемой нами методики лежит латентно-семантический анализ, базирующийся на «гипотезе о том, что между отдельными словами и обобщенным контекстом (предложениями, абзацами и целыми текстами), в которых они встречаются, существуют неявные (латентные) взаимосвязи, обуславливающие совокупность взаимных ограничений» [2]. Наше предположение состоит в том, что, что данные взаимосвязи являются различными в текстах, выражающих различные политические позиции.

Латентно-семантический анализ (ЛСА) – это запатентованный метод анализа текстов на естественном языке. Основной сферой применения ЛСА являются задачи интеллектуального поиска. Среди других приложений можно отметить эпизодические исследования произведений художественной литературы [4].

Базовым элементом, с которым работает ЛСА, является контекст – слова, близкие к данному слову по расположению в тексте. Более конкретно: исследуемый текст в целях проведения анализа нарезается на фрагменты, и контекст образуется всеми словами, входящими в один фрагмент с данным. Далее ЛСА устанавливает для каждого двух фрагментов меру их синтагматической близости. Матрицы, которые при этом получаются и подвергаются SVD-разложению, в нашем случае имели порядок немногим более 100 строк и нескольких тысяч столбцов.

Фактически, наша основная гипотеза заключается в том, что близость политических позиций связана с синтагматической близостью текстов (фрагментов, образующих тексты), выражающих эти позиции.

Для корректного срабатывания метода на первом шаге в анализируемом тексте были удалены стоп-слова (частотные слова, не несущие смысловой нагрузки) и слова, встречающиеся в тексте всего один раз. Применение стандартных списков стоп-слов, приводило к зашумлённым результатам, поэтому на основе корпуса политических текстов (ruscorpora.ru) исходный список был дополнен. Следующим важным шагом подготовки исходных данных является приведение слов к начальной, с точки зрения морфологии, форме (операция стемминга [5]). При работе с англоязычными текстами результаты получаются хорошими и без подобных преобразований, но для русского языка с его богатством словоформ это весьма существенный этап.

Результаты анализа текстов удобно представить в виде диаграммы, каждая ячейка которой соответствует мере близости между соответствующими строкой и столбцом; цвет тем темнее, чем фрагменты ближе друг к другу. В наших исследованиях оказалось нагляднее использовать дискретную градацию серых оттенков, около десяти цветов.

В настоящей работе описываются изучение близости фрагментов текстов между собой, но также проводились измерения близости отдельных слов, а также слов и фрагментов текста.

В рамках одного из тестовых экспериментов рассматривался документ, скомпонованный из двух одинаковых текстов (предвыборная программа партии «Единая Россия») и одного отличного от них (программа партии «Яблоко»). Строки и столбцы 1-53 диаграммы на рис. 1. соответствуют фрагментам программы Единой России и образуют квадрат, рисунок которого, как мы видим, повторяется ниже в квадрате, образованном строками и столбцами 118–170. Такой же рисунок мы видим и в квадратах, образованных строками 1-48 со столбцами 118–170 и наоборот. В то же время он отличается от рисунка квадрата 54-117, соответствующего фрагментам партии Яблоко, что говорит об удачности эксперимента.

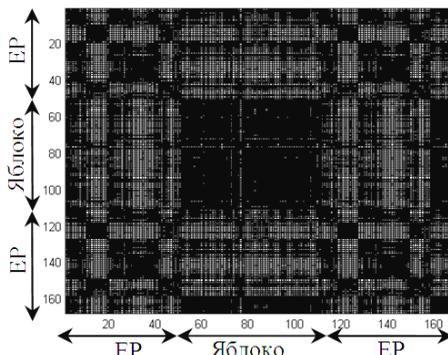


Рис. 1. Диаграмма взаимосвязей

Было показано [1,3], что предлагаемая методика позволяет отличать записи в блогах авторов различной стилистики, а также сообщения одного политического сообщества, написанные в различных жанрах. Получено, что, с точки зрения синтагматического расстояния, политические программы партии КПРФ и Единой России ближе друг другу, чем каждая из них близка к программе партии Яблоко. В тексте программы последней были выделены две слабо коррелирующие между собой части.

Литература

1. КОРНИЛИНА Е.Д. *Применение латентно-семантического анализа к определению позиции политических блогов* // Социология. – 2011 г. №1 С. 162–164.
2. МИТРОФАНОВА О.А. *Семантические расстояния: проблемы и перспективы* // XXXIV Международная филологическая конференция: Вып. 21. Прикладная и математическая лингвистика. СПб., 2005.
3. KORNILINA E., PETROV A. *Research of political blogs by means of LSA* // Intellectualization of information processing-2010 conf. proceedings, 2010. P. 508–511
4. NAKOV P. *Latent Semantic Analysis for Russian literature investigation* // In Proceedings of the Naval Scientific Forum, vol. 4 (Mechanical Engineering and Mathematics. Information Technology). P. 292–299. Varna, Bulgaria. 2001.
5. SEGALOVICH I. *A fast morphological algorithm with unknown word guessing induced by a dictionary for a web search engine* // MLMTA-2003.

МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ БЛИЗОСТИ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ*

Корнилина Е.Д., Петров А.П.

(Институт прикладной математики РАН, Москва)
petrov.alexander.p@yandex.ru, ekornilina@gmail.com

Предложена математическая модель динамики близости политических позиций взаимодействующих индивидов, образующих замкнутую группу. С математической точки зрения, модель представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: динамика отношений в группе, политические позиции, обыкновенные дифференциальные уравнения.

Математические модели, описывающие отношения в группе индивидов, известны достаточно давно (см. напр. [1,4]). Основную идею, лежащую в основе таких моделей, можно описать следующим образом. Между каждыми двумя членами группы имеются аффективные отношения; не обязательно симметричные. Эти отношения, вообще говоря, изменяются с течением времени и могут быть описаны числовыми функциями времени. Значение соответствующей функции положительно, если первый индивид положительно относится ко второму, и т.д. Взаимодействуя, два индивида обмениваются мнениями относительно других членов группы, что обуславливает динамику отношений в группе. При этом в модель закладываются принципы типа «если человек, к которому я отношусь плохо, говорит о третьем лице плохо, то я улучшаю свое мнение об этом третьем лице» и т.д.

В настоящей работе также рассматриваются групповые взаимодействия в предположении, что индивиды обсуждают не других членов группы, а политические вопросы.

При этом в анализе с необходимостью возникает новая величина, имеющая смысл близость политических позиций двух индивидов по данному вопросу. Исследование способов изме-

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 10-01-00332-а)

рения близости политических позиций лежит вне рамок настоящей работы; отметим лишь, что все они основаны на анализе текстов, выражающих эти позиции. Наиболее известная методика такого рода представлена в проекте «Манифесто» (<http://manifestoproject.wzb.eu>), ее основным элементом является специального вида вопросник. Альтернативный подход предложен нами в работах [2,3,5], он основан на процедуре латентно-семантического анализа.

Перспективным направлением приложения разработок в области групповой динамики нам представляется анализ групп пользователи сервисов социальных сетей, в первую очередь – блогеров.

Перейдем к изложению модели.

Предположение 1. Рассматривается замкнутая группа K индивидов, обсуждающих N вопросов. Замкнутость означает, что в течение рассматриваемого интервала времени индивиды не покидают и не пополняют группу.

Предположение 2. Позиция i -того индивида по n -ному вопросу в момент времени t может быть охарактеризована вещественной переменной $z_{in}(t)$. При этом, индивиды не обманывают друг друга, т.е. каждый индивид высказывает по вопросу именно ту позицию, которую он занимает.

Предположение 3. Отношения между индивидами могут быть описаны с помощью субъективной дистанции. Именно, у i -того индивида имеются представления о том, насколько близок к нему в данный момент времени каждый из прочих индивидов группы; эти представления описываются неотрицательной переменной величиной $x_{ij}(t)$, которая называется субъективной дистанцией от i -того индивида до j -того (с точки зрения индивида, указанного первым). При этом, вообще говоря, может быть $x_{ij}(t) \neq x_{ji}(t)$.

Предположение 4. Отношение i -го индивида к j -му с течением времени изменяется вследствие высказываний j -того индивида: субъективная дистанция уменьшается, если высказывания достаточно близки к позиции i -того индивида, и увеличивается, если далеки от нее. Будем считать, что позиции по n -му вопросу в момент времени t достаточно близки, если

$|z_{in}(t) - z_{jn}(t)| < a$, где a – некоторый заданный параметр (будем считать, что значение этого параметра является одинаковым для всех индивидов и всех вопросов). Положим

$$(1) \quad \frac{dx_{ij}}{dt} = \gamma_i x_{ij} \sum_{n=1}^N \alpha_{in} \left[(z_{in} - z_{jn})^2 - a^2 \right]$$

Здесь α_{in} – субъективная важность n -го вопроса с точки зрения i -того индивида, $\sum_{n=1}^N \alpha_{in} = 1$, а параметр $\gamma_i > 0$ характеризует индивида с точки зрения того, насколько быстро или медленно он меняет свое отношение к другим членам группы.

Предположение 5. С течением времени позиции индивидов по каждому из вопросов изменяются под влиянием высказываний членов группы. При этом, высказанная достаточно близким (с точки зрения субъективной дистанции слушателя) членом группы позиция способствует приближению позиции слушателя к ней, а высказанная далеким членом группы позиция – отдалению от нее. Будем полагать

$$(2) \quad \frac{dz_{in}}{dt} = \sigma_i \sum_{j=1}^K \beta_{ijn} (z_{jn} - z_{in})(R_i - x_{ij})$$

Здесь параметр $\sigma_i > 0$ характеризует индивида с точки зрения того, насколько быстро или медленно он меняет свою позицию по обсуждаемым вопросам. Параметр $R_i > 0$ будем называть радиусом толерантности i -того индивида; он характеризует его с точки зрения того, насколько удаленных пользователей он воспринимает как оппонентов. Если j -тый субъект находится внутри радиуса толерантности, то его высказанная им позиция притягивает позицию слушателя, и наоборот. Воздействия на позицию i -того индивида по n -ному вопросу со стороны всех других индивидов суммируются с весами β_{ijn} , нормированными так, что $\sum_{j=1}^K \beta_{ijn} = 1$.

Таким образом, система уравнений модели динамики политических позиций имеет вид (1),(2), где i, j принимают значения от 1 до K , n принимает значения от 1 до N .

Проведены аналитическое и численное исследование модели.

Литература

1. КОВЧЕГОВ В.Б. *Модель динамики групповых структур человеческих сообществ* // Социология 4М. 1991. № 1. С. 75–98.
2. КОРНИЛИНА Е.Д. *Применение латентно-семантического анализа к определению позиции политических блогов* // Социология. 2011. № 1. С. 162–164
3. ПЕТРОВ А.П., КОРНИЛИНА Е.Д. *Исследование близости политических позиций методом латентно-семантического анализа* // XII Международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества. Москва, НИУ ВШЭ, 5–7 апреля 2011 (в печати).
4. KILLWORTH P.D., BERNARD H.R. *A Model Of Human Group Dynamics* // Social Science Research. Vol. 5. 1976. P. 173–224
5. KORNILINA E., PETROV A. *Research of political blogs by means of LSA* // Intellectualization of information processing-2010 conf. proceedings. 2010. P. 508–511

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ СВЯЗЕЙ В ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩЕЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ МЕР

Кравец А.Г., Укустов С.С.

*(Волгоградский государственный
технический университет)
agk@gde.ru, sukustov@vstu.ru*

Имея слепок социальной сети в некоторый момент времени возможно предсказать новые связи между её членами — так называемая проблемы эволюции сети. Рассмотрим иную задачу: имея слепок социальной сети в некоторый момент времени, осуществим прогноз, какие связи исчезнут в следующий момент времени. Опыт с сетью соавторов показывает осуществимость такого прогноза с помощью топологических мер.

Ключевые слова: Социальная сеть, эволюция социальной сети, прогнозирование исчезновения связей.

Введение

Многие системы могут быть понятием сети. Социальные сети представляют особый интерес [2]. Спонтанно связи образуются длительное время, что приводит к решению о направленном их формировании. Таким образом, особенную важность принимает проблема эволюции сети: прогноз возникновения новых связей и исчезновения текущих.

1. Формализм

Сеть представима графом $G = \langle V, E \rangle$, в котором каждая дуга $e = \langle u, v \rangle \in E$ представляет взаимодействие между u и v в некоторый момент времени $t(e)$. Пусть $G[t, t']$, $t < t'$ описывает подграф G , включающий все дуги с отметками между t и t' . Выберем $t_0 < t'_0 < t_1 < t'_1$ – тренировочный интервал $[t_0, t'_0]$, тестовый интервал $[t_1, t'_1]$ – и подадим на вход алгоритма $G[t_0, t'_0]$. Результатом должен являться список дуг $L \notin G[t_1, t'_1]$, $L \in G[t_0, t'_0]$. В данной работе производится рассмотрение развития обратного графа $\overline{G[t_0, t'_0]}$: исчезающие связи в $G[t_1, t'_1]$ есть связи, образовавшиеся в $\overline{G[t_0, t'_0]}$.

2. Методы прогнозирования

Методы прогнозирования связей в сетях можно разделить на три больших класса: вероятностные методы; «узловые» методы; топологические методы [5]. Придерживаемся последнего подхода: он не зависит от предметной области. Каждый рассматриваемый способ p имеет на выходе список L_p пар в

$A \times A - E_{train}$, отсортированный в порядке уменьшения уверенности в верности прогноза. Оценка предиктора p осуществляется следующим образом: из L_p выбираются верхние $|E_{test}|$ пар и вычисляется размер пересечения полученного множества с E_{test} . Все методы прогнозирования ставят в соответствие каждой паре вершин $\langle u, v \rangle$ графа G значение $score(u, v)$, формируя в порядке уменьшения значений список дуг.

Кратчайший путь. Наиболее простой метод исходит из того, что авторы на меньшем расстоянии друг от друга имеют большую вероятность вступить в контакт друг с другом. Условимся считать дистанцию отрицательной. *Общая окрестность.* $score(u, v) = |\Gamma(u) \cap \Gamma(v)|$. Коэффициент Жаккарда: $score(u, v) = |\Gamma(u) \cap \Gamma(v)| / |\Gamma(u) \cup \Gamma(v)|$ [4]. Коэффициент

Адамик/Адар: $score(u, v) = \sum_{z \in \Gamma(u) \cap \Gamma(v)} \frac{1}{\log|\Gamma(z)|}$ [1]. Предпочтительная связность: $score(u, v) = |\Gamma(u)| \cdot |\Gamma(v)|$ [3].

В работе используется сеть соавторов ветви «her-ex» хранилища препринтов www.arxiv.org за 3 года - тренировочный интервал [2008-01-01, 2009-12-31] и тестовый интервал [2010-01-01, 2010-12-31]. Назовём E_{train} и E_{test} множества дуг, впервые появившихся в тренировочный и тестовый интервалах соответственно, E_{dis} — множество дуг, исчезнувших на тестовом интервале, но существующих на тренировочном. Появление дуг в E_{dis} следует спрогнозировать.

4. Результаты прогнозирования

Измерение качества прогноза осуществляется посредством сравнения его со случайным предиктором. Случайный предиктор случайным образом генерирует множество пар авторов, которые не сотрудничали в тренировочном периоде. Для сравнения с [2] измерено качество предикторов для предсказания по-

явления новых связей. Точность случайного предиктора составила 0.0088. Точность предиктора по кратчайшему пути составляет 0.0516, что в 5.86 раз больше случайного предиктора. Точность прогноза, используя общую окрестность, составила 0.0657, что в 7.47 раз превышает базовый уровень. Точность прогноза при использовании коэффициентов Жаккарда, Адамик/Адара и предпочтительной связности составила соответственно 0.0985, 0.0657, 0.0128, что больше точности случайного предиктора в 11.19, 7.466 и 1.454 раз.

Точность прогноза случайного предиктора для исчезновения связей составила 0.129. Точность прогноза при использовании коэффициента Жаккарда и предпочтительной связности составляет 0.253 и 0.348 соответственно. Точность остальных методов совпадает с точностью случайного предиктора.

Заключение

В ходе работы применены топологические методы для прогнозирования исчезновения связей в социальной сети соавторов. Наилучшим образом для прогнозирования возникновения связей показали себя коэффициенты Жаккарда и Адамик/Адара, для прогноза исчезновения связей — коэффициенты предпочтительной связанности и Жаккарда.

Литература

1. ADAR E., ZHANG L., ADAMIC L., LUKOSE R. *Implicit structure and the dynamics of blogspace*. Workshop on the Weblogging Ecosystem at the 13th International World Wide Web Conference, New York, New York, USA: 2004.
2. LIBEN-NOWELL D., KLEINBERG J. *The link prediction problem for social networks*. Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management - CIKM '03, 2003, p. 556.
3. NEWMAN M.E.J. *Clustering and preferential attachment in growing networks*. Physical Review E, vol. 64, 2001, p. 25102.
4. TAN P.-N., STEINBACH M., KUMAR V. *Introduction to Data Mining*. London: Addison Wesley, 2005.
5. XIANG E.W. *A Survey on Link Prediction Models for Social Network Data*. Science And Technology, 2008.

ПРОБЛЕМЫ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ АГЕНТОВ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУРАХ

Макаренко А.В.

(Институт проблем управления РАН, Москва)

avm.science@mail.ru

В докладе рассмотрены проблематика и подходы к построению математических моделей, феноменологического уровня, для описания и анализа активности агентов в социальных сетевых структурах. Основным формализмом является логико-вероятностное моделирование на основе эмпирических данных. Также привлечены положения теории нелинейных динамических систем. Предполагается, что модель будет обладать как описательной, так и предсказывающей силой.

Ключевые слова: социальные сети, агент, активность, моделирование, оценивание.

Введение

В настоящее время распределённые иерархические структуры начинают играть существенную роль в социально-экономических, политических и общественных процессах. Дальнейшее развитие сети Интернет, усиливает позиции так называемых онлайн социальных сетей (www.livejournal.com, www.vkontakte.ru, www.facebook.com). Наблюдается процесс децентрализации и деиерархизации управления. Поэтому задачи исследования сетевых социальных систем и процессов, в них протекающих становятся безусловно актуальными. Особенно в аспекте информационного управления ими [1].

В рамках исследования социальных сетей создан ряд моделей распространения информации на микроуровне [6, 7] и моделей влияния в социальных сетях [4, 5]. Тем не менее, вопросы связанные с активностью агентов на макроуровне (в пределах всей сети, или её крупного фрагмента), остаются без должного внимания. Так же практически не рассматриваются вопросы динамики и самоорганизации активности агентов.

Однако, активность агента – один из ключевых моментов функционирования сети. Анализ этой характеристики чрезвычайно важен для разрешения вопросов идентификации, диагностики и управления сетевой социальной структурой. Поэтому в рамках настоящего проекта планируется развить оригинальный подход, к моделированию и анализу активности агентов в социальных сетевых структурах. Подход базируется на формальном логико-вероятностном описании [2] макро-ансамбля агентов – как нелинейной системы, находящейся под воздействием внешних факторов, и подверженной процессам внутренней самоорганизации [3].

1. Сеть, агент, активность

Введём в рассмотрение A_i – элементарный i -й акт активности агента в сети:

$$(1) \quad A_i = \begin{bmatrix} t_i^a \\ n_i^a \\ g_i^a \\ s_i^a \\ h_i^a \end{bmatrix}, \quad \begin{matrix} t_i^a \in T^a \subset \mathbb{R} \\ n_i^a \in N^a \subset \mathbb{N} \\ g_i^a \in G^a \subset \mathbb{N} \\ s_i^a \in S^a \subset \mathbb{N} \\ h_i^a \in H^a \subset \{\mathbb{R}^p, \mathbb{N}^r\} \end{matrix}, \quad i \in I \subset \mathbb{N}, \quad I = \overline{1, I},$$

множество которых, $A \ni A_i$, определяет совокупность проявления активности агентов.

Обозначения в (1) имеют смысл: t_i^a – момент времени проявления акта активности; n_i^a – уникальный идентификатор сети; g_i^a – уникальный идентификатор агента; s_i^a – уникальный идентификатор события; h_i^a – вектор дополнительных свойств элементарного акта активности.

Таким образом, пара $n^a | g^a$ однозначно характеризует источник и место проявления активности.

Из A возможно сформировать j -ю подвыборку данных $A^{(j)}$:

$$(2) \quad A^{(j)} \ni \left\{ \begin{array}{l} A_i : t_i^a \in T_a^{(j)}, n_i^a \in N_a^{(j)}, \\ g_i^a \in G_a^{(j)}, s_i^a \in S_a^{(j)}, h_i^a \in H_a^{(j)} \end{array} \right\},$$

причём $T_a^{(j)} \subseteq T^a$, $N_a^{(j)} \subseteq N^a$, $G_a^{(j)} \subseteq G^a$, $S_a^{(j)} \subseteq S^a$, $H_a^{(j)} \subseteq H^a$,
 $j \in J \subset \mathbb{N}$, $J = \overline{1, J}$.

По каждой подвыборке данных $A^{(j)}$ формируются временные ряды $\{c_{j\ u|k}^m\}_{k=1}^{K_u}$:

$$(3) \quad c_{j\ u|k}^m = |M_{j\ u|k}|, \quad M_{j\ u|k} \ni \{A_i : A_i \in A^{(j)}, t_i^a \in T_{u|k}\},$$

где $T_{u|k} = [t_{u|k} - \tau_d^{(u)}, t_{u|k}]$, $u \in U \subset \mathbb{N}$, $U = \overline{1, U}$, $k \in K_u \subset \mathbb{N}$,
 $K_u = \overline{1, K_u}$. Здесь $|\circ|$ – мощность множества. Смысл $c_{j\ u|k}^m$ – количество элементарных актов активности в j -ой подвыборке данных $A^{(j)}$, приходящихся на интервал времени $T_{u|k}$, а $\tau_d^{(u)} > 0$ – постоянная дискретизации в u -ой последовательности. Временной ряд $\{c_{j\ u|k}^m\}_{k=1}^{K_u}$ является упорядоченным и эквидистантным:

$$(4) \quad t_{u|k-1} \succ t_{u|k} \succ t_{u|k+1}, \quad t_{u|k+1} - t_{u|k} = t_{u|k} - t_{u|k-1} = \tau_d^{(u)}, \quad \forall k \in K_u.$$

Отметим, что тройка $t_{u|k=1}$, $\tau_d^{(u)}$ и K_u однозначно задаёт дискретизацию.

Таким образом, совокупность по j временных рядов $\{c_{j\ u|k}^m\}_{k=1}^{K_u}$ позволяет изучать структуру активности агентов в сети по тем или иным событиям s_i^a и свойствам актов активности h_i^a .

Схема получения данных, для формирования A , $A^{(j)}$ и $\{c_{j\ u|k}^m\}_{k=1}^{K_u}$, приведена на рисунке 1.

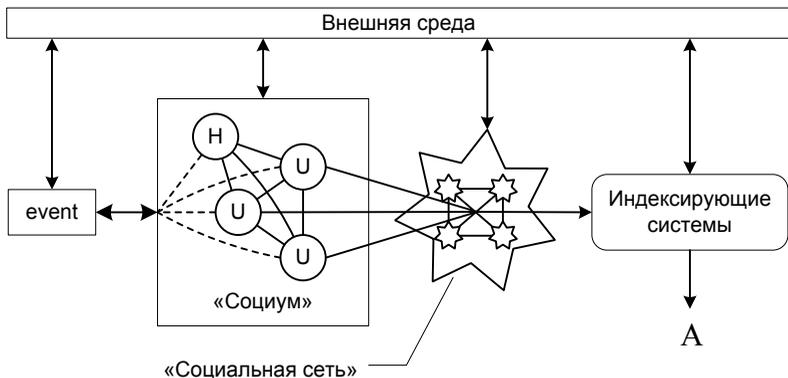


Рис. 1. Блок-схема включения «социальной сети» во внешнюю среду и «Социум»

Обозначения на рисунке 1 имеют смысл: event – событие связанное с Социумом; Н – человек, не входящий в онлайн-сеть; U – человек, пользователь онлайн-сети.

2. Суть и проблематика моделирования

Основная задача анализа последовательности $\{c_{j\ u|k}^m\}_{k=1}^{K_u}$ – это предсказание её значений в моменты времени $t_r \notin T_{u|k}$. В широком смысле, при анализе полутраектории $\{c_{j\ u|k}^m\}_{k=1}^{K_u}$, фактически изучается структура множества A . Для решения этой задачи используются методы Data Mining [8], на основе которых строится Md – логико-вероятностная модель, которая адекватно описывает порождение множества A , и, соответственно, полутраекторию $\{c_{j\ u|k}^m\}_{k=1}^{K_u}$. Предполагается, что модель Md будет обладать как описательной, так и предсказывающей силой.

Однако на пути создания данной модели стоит ряд трудностей, которые в общем смысле являются знаковыми, при моделировании больших реальных систем:

1. Отсутствие приемлемого формализма описания системы (микро- и макро-уровень).

2. Сложность системы (мультисистемность, структура, размерность).
3. Нелинейность и нестационарность системы (переключение структуры).
4. Слабая наблюдаемость системы.
5. Невозможность прямой активной идентификации системы.

Существует также проблема разрыва моделей при переходе между уровнями описания: Микро-, Мезо-, Макро-, Межсистемный.

3. Пути решения научной проблемы

Решение означенной задачи, разработки модели M_d , предполагает выполнение следующих этапов:

- анализ реальных сетевых социальных структур, идентификация систем и диагностика режимов их функционирования, построение логико-вероятностной модели активности агентов в социальных сетевых структурах;

- анализ реальных сетевых социальных структур, идентификация систем и диагностика режимов их функционирования, построение логико-вероятностной модели активности агентов в социальных сетевых структурах;

- выявление внешних и внутренних факторов, влияющих на динамику активности агентов,

- исследование и уточнение модели активности агентов в социальных сетевых структурах, изучение процессов самоорганизации, критичности и фазовых переходов в социальных сетевых структурах;

- классификация режимов активности агентов и способов смены их состояний;

- разработка прикладных алгоритмов и методик применения методов логико-вероятностного анализа активности агентов в социальных сетевых структурах, построение критериев и решающих правил для выявления внешнего целенаправленного управления социальными сетевыми структурами.

Основным методом исследования является комбинация математического моделирования, методов Data Mining и теории статистического оценивания и различения гипотез. Синтез этих трёх подходов позволяет разработать высокоэффективные методы логико-вероятностного моделирования и анализа, ориентированные на исследуемую предметную область. Дополнительно,

предполагается применять методы кибернетики, статистической физики, синергетики и нелинейной динамики.

Литература

1. ГУБАНОВ Д.А., НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Социальные сети*. М.: МЦНМО, 2010.
2. ЛБОВ Г.С., СТАРЦЕВА Н.Г. *Логические решающие функции и вопросы статистической устойчивости и решений*. Изд-во ин-та математики СО РАН, 1999.
3. ТАБОР. М. *Хаос и интегрируемость в нелинейной динамике*. Пер. с англ.– М.: Эдиториал УРСС, 2001.
4. BALA V., GOYAL S. *A strategic analysis of network reliability* // Econometric Institute Report. 1998. № 158.
5. CHWE M.S. *Communication and coordination in social networks* // Review of Economic Studies. 2000. № 67. P. 1–16.
6. GOLDENBERG J., LIBAI B., MULLER E. *Talk of the network: A complex systems look at the Underlying process of world-of-mouth* // Marketing Letters. 2001. № 2. P. 11–34.
7. ROLFE M. *Social Networks and threshold models of collective behavior* // Preprint. – Chicago: University of Chicago. 2004.
8. WITTEN I.H., FRANK E., HALL M.A. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Third Edition)*, Morgan Kaufmann, 2011. 629 pp.

МОДЕЛЬ КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ – АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОСОБЫХ ТОЧЕК

Полунин Ю.А.

(Национальный деловой журнал «Эксперт», Москва)
polunin@expert.ru

Предлагается модель для описания нелинейной динамики двух конкурирующих (взаимодействующих в рамках единого ограничения) нелинейных процессов. Модель представлена в виде ото-

бражений. Для анализа устойчивости особых точек предлагается использовать аппроксимации взаимодействующих процессов двумя одинарными процессами с известными свойствами особых точек. Используются аппроксимирующие модели в виде отображений Ферхюльста. Получены соотношения, связывающие параметры аппроксимирующих моделей и исходных процессов. На основании этих соотношений оценены устойчивости групп особых точек.

Ключевые слова: конкурирующие нелинейные процессы, отображения взаимодействующих процессов, особые точки, устойчивость, аппроксимация отображениями Ферхюльста.

Первоначально модель была создана для оценки возможных сценариев формирования общественного мнения в случае двух конкурирующих идей [1]. Такую ситуацию можно описать следующим образом. Имеется совокупность лиц S , которых потенциально интересует проблема, для решения которой предлагаются две конкурирующие идеи. В момент времени n (время дискретно) число сторонников первой идеи X_n , а второй Y_n . Соответственно, число неопределившихся $S - X_n - Y_n$. Пусть эффективность привлечения новых сторонников каждой из идей пропорциональна числу имеющихся сторонников X_n и Y_n и интенсивности пропаганды A и B , соответственно для первой и второй идеи. Пусть число сторонников идей на следующем временном шаге $n+1$ будет суммой числа сторонников на шаге n и числа новых сторонников. Модель динамики числа сторонников каждой из идей можно описать в виде отображений

$$(1) \quad X_{n+1} = X_n + X_n A (S - X_n - Y_n);$$

$$(2) \quad Y_{n+1} = Y_n + Y_n B (S - X_n - Y_n).$$

Нормируя отображения (1) и (2), разделив правую и левую части на S , получим

$$(3) \quad x_{n+1} = x_n + x_n \alpha (1 - x_n - y_n);$$

$$(4) \quad y_{n+1} = y_n + y_n \beta (1 - x_n - y_n),$$

где: $x_n = X_n/S$ нормированные значения первого процесса; $y_n = Y_n/S$ – нормированные значения второго процесса; $\alpha = A S$ – нормированная интенсивность первого процесса; $\beta = B S$ – нормированная интенсивность второго процесса.

Нормированные значения x_n и y_n соответствуют долям исходной совокупности S , которые составляют сторонники первой и второй идеи.

Для данных отображений существуют три группы особых точек x_m^* и y_m^* :

1. $x_1^* = 0 \quad y_1^* = 0$
2. $x_2^* + y_2^* = 1$ (при ненулевых x_2^* и y_2^*)
3. $x_3^* = 0 \quad y_3^* = 1$ или $x_3^* = 1 \quad y_3^* = 0$

Для анализа устойчивости особых точек предлагается следующий подход: будем аппроксимировать по трем точкам «скользящим окном» каждый из процессов, используя базовую модель с известными свойствами. В качестве базовых моделей предлагается использовать отображения Ферхюльста, свойства которых описаны, например, в [2]. Первый процесс (3) аппроксимируется моделью в виде отображения:

$$(5) \quad x_{j,n+1} = x_{j,n} + x_{j,n} A_{x,j} (K_{x,j} - x_{j,n}),$$

а второй процесс (04) аналогичной моделью:

$$(6) \quad y_{j,n+1} = y_{j,n} + y_{j,n} B_{y,j} (K_{y,j} - y_{j,n}),$$

индексы « x » и « y » для A , B и K , соответственно, обозначают, что оценка получена при аппроксимации первого или второго процесса, индекс « j » - номер «скользящего окна».

Параметры аппроксимирующих процессов обладают очень важным свойством. Его можно сформулировать в виде утверждения: для любого окна « j » сумма оценок ограничений аппроксимирующих процессов $K_{x,j}$ и $K_{y,j}$ равна ограничению взаимодействующих процессов - S для (1) и (2) или единице для нормированных значений (3) и (4).

Тип динамики аппроксимирующих моделей определяется параметрами $a_j = A_{x,j} K_{x,j}$ и $b_j = B_{y,j} K_{y,j}$.

Из уравнений (3)–(6) получена взаимосвязь аппроксимирующих и исходных параметров

$$(7) \quad a_j = \alpha - \alpha y_{j,n} + \beta y_{j,n};$$

$$(8) \quad b_j = \beta - \beta x_{j,n} + \alpha x_{j,n}.$$

Предлагается провести анализ устойчивости особых точек взаимодействующих процессов через анализ устойчивости аппроксимирующих одинарных процессов, нормированные интенсивности которых определяются выражениями (7) и (8), подставляя в них значения особых точек. Рассмотрим устойчивость

особых точек при условии $0 < x_0 + y_0 < 1$. В дальнейшем индексы у параметров означают номер группы особых точек.

Для особых точек $x_1^* = 0$ и $y_1^* = 0$ получаем следующие значения нормированной интенсивности процесса, выраженной через параметры взаимодействующих процессов, $a_1^* = \alpha$ и $b_1^* = \beta$. Из свойств одинарного процесса известно, что устойчивость нулевых особых точек выполняется при условии, что нормированная интенсивность процесса больше минус двух, но меньше нуля. Следовательно, рассматриваемые особые точки взаимодействующих процессов, будут устойчивы при $-2 < \alpha < 0$ и $-2 < \beta < 0$. Отрицательные значения α и β соответствуют контрпропаганде идей. Таким образом, невысокая интенсивность контрпропаганды каждой из идей приведет к отсутствию сторонников.

Для группы особых точек $x_2^* + y_2^* = 1$, представив $y_2^* = 1 - x_2^*$ и подставив в (7), получим $a_2^* = \beta - \beta x_2^* + \alpha x_2^*$ - правая часть этого уравнения тождественна правой части (08). Из этого следует, что для данной группы особых точек $a_2^* = b_2^*$. Соответственно, устойчивость этого типа особых точек определяется, условием устойчивости любого из аппроксимирующих процессов $0 < a_2^* = b_2^* < 2$. Такие условия для a_2^* и b_2^* могут выполняться в широком диапазоне параметров: как при положительных α и β , так и при одном отрицательном параметре. Так же x_2^* и y_2^* могут быть как оба положительные, так и одно из них может быть отрицательным. Существование отрицательной особой точки соответствует существованию группы ярых противников конкурирующей идеи.

Для двух групп особых точек $x_{3a}^* = 0$, $y_{3a}^* = 1$ или $x_{3b}^* = 1$, $y_{3b}^* = 0$, подставляя, например, x_{3a}^* и y_{3a}^* в (7) и (8), получим, что $a_{3a}^* = b_{3a}^* = \beta$. Из свойств отображения Ферхюльста известно, что нулевая особая точка устойчива при $-2 < a < 0$, а особая точка, равная единице, устойчива при $0 < b < 2$. Таким образом, мы получаем два противоречивых требования для устойчивости особых точек в рассматриваемом случае. Можно сделать вывод, что рассматриваемые особые точки являются неустойчивыми.

Литература

1. ПОЛУНИН Ю.А. *Нелинейная динамика конкурирующих идей. Модель формирования общественного мнения* / Сборник научных трудов «Социальная синергетика» Йошкар-Ола, МарГТУ, 2003. С. 277–290.
2. Н.-О. PEITGEN, P.H. RICHTER *The Beauty of Fractals. Images of Complex Dynamical Systems*. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1986 (русский перевод: Пайтген Х.-О., Рихтер П. Х. Красота фракталов. Образы комплексных динамических систем: Пер. с англ. М.: Мир 1993)

ВЫБОР ТОЧЕК ВНЕДРЕНИЯ АГЕНТОВ В СОЦИАЛЬНОМ ГРАФЕ

Старшов Д.А.

(Саратовский государственный университет)

NieA.DE@gmail.com

Статья рассматривает проблему внедрения агентов влияния в социальных сетях и расширяет уже имеющуюся модель взаимодействия между агентами этой сети анализом явления вирусных постов.

Ключевые слова: социальные сети, вирусные посты, игровая модель.

Введение

Построено достаточно много моделей ценности социального графа. Однако данные модели не учитывают различных затрат для получения прибыли при различном выборе точек влияния (как если всё влияние будет за счёт административного фактора), игровые же модели рассматривают социальное взаимодействие в ситуации, когда точки влияния уже выбраны. В дан-

ной работе будет построена модель полезности точки для внедрения и проанализировано изменение полезности с течением времени.

Все выкладки этой работы были построены и проверялись на основе анализа обезличенных баз данных социальной сети *pereala.net* за два временных отрезка отстоящих друг от друга на полгода. Для доказательства применимости получаемых из анализа этих социальных графов данных были проверены основные свойства социальных графов[1]:

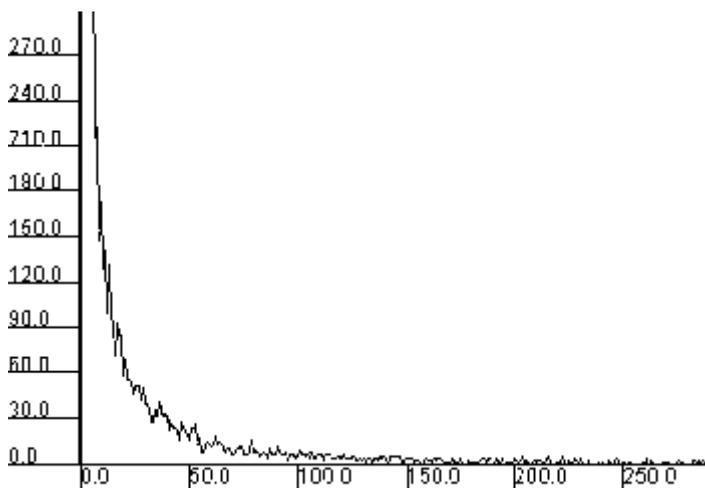


Рис. 1. График количества друзей у агентов к количеству таких агентов.

1. Формулировка задачи

Сформулируем задачу: необходимо обосновать модель ценности агентов и описать стратегии внедрения. Пусть внедряющаяся сторона ставит своей целью изменить отношение агентов к некому вопросу. Пусть социальное мнение i -го контрагента μ_i , а математическое ожидание $M(\mu_i) = \mu$. Социальное взаимодействие в социальном графе может происходить несколькими способами: прямое взаимодействие со знакомыми контрагентами путём обмена мнениями в ходе переписки и кос-

венное, путём донесения мнения через некое передаваемое сообщение (такие сообщения называют вирусными постами).

2. Математическая модель

Модель взаимодействия путём обмена мнениями хорошо описана в других работах. Будем использовать модель, в которой мнение агента зависит от мнений агентов, которым он доверяет и степени его доверия[2]. Максимальной выгодой, которую возможно получить за n единиц времени оценим, как увеличение удельного смещения мнения в нужную сторону благодаря смене мнений внедрённых агентов на нужное мнение.

Опишем модель косвенного взаимодействия вирусными постами. Вирусные посты обычно составлены таким образом, что при их копировании сохраняется содержание, но не авторство и люди оценивают посты исходя из своего мнения, но не степени доверия к агенту-автору. Вероятность распространения вирусного поста агентом i будем считать зависящим от его отношения к теме μ_i и некой величины φ_i , которая определяет отношение агента к распространению постов в принципе и не зависит от μ_i и коэффициента k зависящего только от качества сообщения.

В случае большого социального графа значения величин μ_i и φ_i для всех агентов получить крайне проблематично, так что будем считать их случайными $\mu_i, \varphi_i \in [0,1]$, а их мат. ожидание:

$$(1) \quad M(k * \mu_i * \varphi_i) = k * M(\mu_i) * M(\varphi_i) = k * \mu * \varphi.$$

Тогда вероятность того, что на j -м шаге i -й агент скопирует вирусное сообщение, будет выражаться таким образом:

$$(2) \quad [p_{i,j}]^d = 1 - (1 - [p_{i,j}]^{d-1}) * FR_{i,j} * p_{d,j-1} * k * \mu_i * \varphi_i,$$

где $d \in \{socialweb\}$ показывает то, что агент может скопировать содержимое вирусного поста у любых других агентов.

$FR_{i,j} \in \{0,1\}$ в зависимости от отношений агентов.

Максимальную выгоду за n шагов оценим, суммой вероятности появления вирусного поста по всем агентам.

3. Экспериментальные исследования

В проведённом исследовании, сравнили распределение максимальной выгоды в случае, если $k * \mu_i * \varphi_i = k * \mu * \varphi = const$, и в случае, если μ_i, φ_i распределены нормально и $M(k * \mu_i * \varphi_i) = k * \mu * \varphi$.

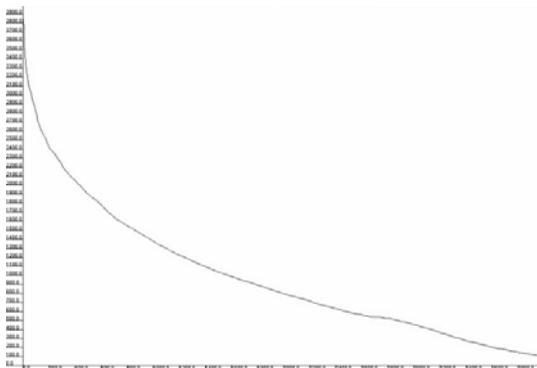


Рис. 2. Максимальная выгода при 2-х шагах в случае постоянной вероятности 0.1 и случайной с мат. ожиданием 0.1.

4. Результаты

По результатам проведённого анализа и исследования была сформулирована модель взаимодействия при помощи вирусных постов, которую можно использовать для оценки полезности агентов с точки зрения внедрения. Так же исследованием было показано, что допустимо использование материалов статистических социологических исследований для этой оценки.

Литература

1. BARRAT, A. and WEIGT, M. *On the properties of small-world networks*, Eur. Phys. J. B 13, (2000). С. 547–560
2. ГУБАНОВ Д.А., НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства*. М.: Издательство физико-математической литературы, 2010. С. 123–135.

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ СТОХАСТИЧЕСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В АКТИВНЫХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУРАХ*

Федянин Д.Н., Чхартишвили А.Г.

(ИПУ РАН, Москва)

dfedyanin@inbox.ru, sandro_ch@mail.ru

В докладе анализируется модель стохастического информационного управления в сетевых структурах. Показано, как результат информационного управления зависит от влияния элементов сетевой структуры. Исследован вопрос о том, какие структуры являются более выгодными для управляющего органа.

Ключевые слова: сетевые структуры, влияние элементов, стохастическое информационное управление.

1. Введение

В последнее десятилетие значительно возрос интерес к исследованию сетевых структур, в частности – к задачам информационного управления в активных** сетевых структурах (см., напр., [5, 6], а также обзор [3]).

Достаточно общая постановка задачи (детерминированного) информационного управления в сетевых структурах приведена в работах [1, 4, 5]. В данной статье рассмотрена модель стохастического информационного управления в сетевой структуре, функционирующей в соответствии с марковской моделью (ее подробное описание см., напр., в [1, 4, 5]).

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-07-00104)

** Активными называются структуры, элементы которых (как правило, люди и коллективы) обладают собственными интересами и определенной свободой действий – см., напр., [2].

2. Марковская модель взаимодействия агентов

Рассмотрим сетевую структуру, динамика которой задается марковской моделью. В этой модели связи между узлами (агентами) интерпретируются как отношения доверия-влияния, причем суммарное доверие каждого агента равно 1 (агент может доверять, в том числе, самому себе). Каждый агент обладает характеристикой – мнением (задается действительным числом). Агенты в сетевой структуре взаимодействуют, обмениваясь мнениями. Этот обмен приводит к тому, что мнение каждого агента меняется в соответствии с мнениями тех агентов, которым он доверяет (является взвешенной суммой этих мнений).

Известны следующие результаты анализа марковской модели.

1. При достаточно слабых предположениях мнения агентов со временем стабилизируются.

2. Множество агентов распадается на непересекающиеся подмножества, называемые *группами*, а также множество не принадлежащих ни к одной из групп *спутников*. В каждой группе итоговые (предельные) мнения агентов совпадают, а мнения спутников не имеют значения для итоговых мнений (т.е. мнение спутника в начальный момент не влияет на итоговое мнение какого-либо агента).

В рамках марковской модели для каждого агента можно определить его *влиятельность* – суммарное итоговое доверие всех агентов данному (отметим, что влияния спутников равны нулю).

3. Модель стохастического информационного управления

Введем внешний по отношению к сетевой структуре управляющий орган – центр, целью которого является достижение максимального суммарного значения характеристик агентов. Будем считать, что центр имеет возможность оказывать одинаковые управляющие воздействия на фиксированное количество случайно выбранных агентов, увеличивающие их характеристики в начальный момент времени.

Оказывается, что при этих предположениях математическое ожидание выигрыша центра не зависит от значений влиятельности агентов. Иными словами, в среднем центр получает один и тот же результат вне зависимости от того, каковы взаимные влияния агентов друг на друга.

Помимо математического ожидания важнейшей характеристикой полезности центра является ее дисперсия. Обычно предполагается, что рациональный субъект, принимающий решение в условиях неопределенности, стремится минимизировать дисперсию. Поэтому будем считать, что для центра предпочтительна низкая дисперсия.

Тогда в условиях модели справедливы следующие закономерности.

1. Наиболее благоприятной для центра является ситуация, когда влияния всех агентов одинаковы.

2. Наименее благоприятной для центра является ситуация, когда все влияние сосредоточено у одного агента.

3. Чем более однородной (в смысле влиятельности агентов) является сетевая структура, тем более предсказуемыми являются результаты стохастического информационного управления.

Отметим, что закономерности стохастической модели существенно отличаются от результатов для детерминированного случая.

Литература

1. БАРАБАНОВ И.Н., КОРГИН Н.А., НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Динамические модели информационного управления в социальных сетях* // Автоматика и Телемеханика. 2010. № 11. С. 172–182.
2. БУРКОВ В.Н. *Основы математической теории активных систем*. М.: Наука, 1977. 256 с.
3. ГУБАНОВ Д.А., НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Модели влияния в социальных сетях* // Управление большими системами. Выпуск 27. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 205–281.
4. ГУБАНОВ Д.А., НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Модели информационного влияния и информационного управления в социальных сетях* // Проблемы управления. 2009, №5, С. 28–35
5. ГУБАНОВ Д.А., НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства* – М.: Физматлит, 2010.
6. JACKSON M. *Social and Economic Networks*. Princeton: Princeton University Press, 2008. – 520 p.

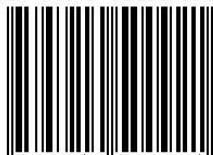
Научное издание
Теория активных систем – 2011
(ТАС-2011)

**Труды международной
научно-практической конференции
(Том 2)**

В печать от 24.10.2011
Формат бумаги 60×84/16 Уч.-изд.л.18,3
Тираж 200. Заказ 95.
117997, Москва, Профсоюзная, 65
Учреждение Российской академии наук
Институт проблем управления
Им. В.А. Трапезникова РАН

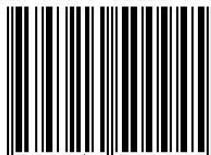
Отпечатано в типографии ООО «11 формат».

ISBN 978-5-91450-092-1



9 785914 500921 >

ISBN 978-5-91450-094-5



9 785914 500945 >