

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1994-9960

ВЕСТНИК

ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

2015

Выпуск 4(27)

ЭКОНОМИКА





Включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

Научный журнал «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика» = Perm University Herald. ECONOMY» издается экономическим факультетом Пермского государственного национального исследовательского университета с 2006 г.

Тематика статей серии «Экономика» отражает научные достижения российских и зарубежных ученых в области актуального экономического знания. В публикуемых материалах освещаются теоретические и практические проблемы методологии и методики в области экономики и управления народным хозяйством, математических и инструментальных методов экономики, бухгалтерского учета, аудита и экономического анализа.

Издание включено в национальную информационно-аналитическую систему «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), Электронно-библиотечную систему ЭБС IPRbooks, Научную электронную библиотеку «КиберЛенинка», Национальный цифровой ресурс Руконт, Университетскую библиотеку онлайн, EBSCO Publishing, Базу данных Ulrich's Periodicals Directory.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия. Свид. о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-25407 от 04 августа 2006 г. Перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) в связи с изменением названия журнала, изменением территории распространения, изменением адреса редакции, изменением вида издания. Свид. о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-58980 от 11 августа 2014 г.

Подписной индекс журнала «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика» в каталогах «Пресса России» 41030

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Миролюбова Т.В., д. экон. наук, проф.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Базуева Е.В., к. экон. наук, доц.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Домошницкий А.И., проф., Ариэльский Университет, Ариэль, Израиль
Мельник М.В., д. экон. наук, проф. кафедры экономического анализа и аудита ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, Россия

Нижегородцев Р.М., д. экон. наук, зав. лабораторией ФГБУН «Институт проблем управления Российской академии наук им. В.А.Трапезникова», Москва, Россия

Панкова С.В., д. экон. наук, проф., декан финансово-экономического факультета ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия

Попов Е.В., д. экон. наук, проф., чл.-корр. РАН, главный ученый секретарь Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Поспелов И.Г., д. физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. РАН, ведущий научный сотрудник Вычислительного центра им. А.А.Дородницына Российской академии наук, Москва, Россия

Сухарев О.С., д. экон. наук, проф., зав. сектором ФГБУН «Институт экономики Российской академии наук», Москва, Россия

Татаркин А.И., д. экон. наук, проф., академик РАН, директор Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Шешукова Т.Г., д. экон. наук, проф., проф. кафедры учета, аудита и экономического анализа ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Максимов В.П., д. физ.-мат. наук, проф.

Никулина О.В., д. экон. наук, доц. (Кубанский государственный университет)

Новикова К.В., д. экон. наук, проф.

Прудский В.Г., д. экон. наук, проф.

Пыткин А.Н., д. экон. наук, проф. (Пермский филиал Института экономики УрО РАН)

Третьякова Е.А., д. экон. наук, проф. (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Трофимов О.В., д. экон. наук, проф. (Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского)

Ковалева Т.Ю., к. экон. наук, доц. (ответственный секретарь)

Адрес учредителя и редакционной коллегии

614990, Пермь, ул. Букирева, 15. Тел. +7(342) 2331969.

E-mail: vestnik.psu@yandex.ru и vestnik.psu.economy@gmail.com

Web-site: <http://econom.psu.ru/science/journal/>



ECONOMY
2015. Issue 4(27)

Included in the list of leading peer-reviewed scientific journals, in which main scientific results presented in doctoral and Ph.D. theses are to be published

Perm State University

The scientific journal "Perm University Herald. ECONOMY" has been published by the Faculty of Economics of the Perm State University since 2006.

The subject area of articles published in the "Perm University Herald. ECONOMY" series demonstrates achievements of Russian and foreign scholars in the sphere of today's economic knowledge. Theoretical and practical issues of methodology and methods in economics and management of the national economy, mathematical and instrumental methods of economics, accounting, auditing and economic analysis are covered.

The periodical is included in the national information-analytic system "Russian Science Citation Index" (RSCI), Electronic library system IPRbooks, Scientific electronic library "CyberLeninka", National digital resource Rucont, University library online, EBSCO Publishing, database of Ulrich's Periodicals Directory.

The periodical was registered in the Federal Service for Supervision of Compliance with the Legislation in Mass Communications and Cultural Heritage Protection. The mass media registration certificate PI №FS77-25407 dd. August 4, 2006.

Re-registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media (Roskomnadzor) in connection with change of the journal's name, change of its distribution area, change of the editorial office address. The mass media registration certificate PI № FS77-58980 dd. August 11, 2014.

Subscription code for the «Perm University Herald. «ECONOMY » in catalogues of «The Press of Russia» is 41030

© PSU, 2015

CHIEF EDITOR

Mirolyubova T.V., Doctor of Economic Sciences, Professor

DEPUTY CHIEF EDITOR

Bazueva E.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

EDITORIAL BOARD

Domoshnitsky A.I., Professor, Ariel University, Ariel, Israel

Mel'nik M.V., Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Economic Analysis and Auditing of the FSFEI HPE "Financial university under the Government of the Russian Federation", Moscow, Russia

Nizhegorotsev R.M., Doctor of Economic Sciences, Head of the Laboratory of the Institute of Control Sciences V.A. Trapeznikov Russian Academy of Sciences

Pankova S.V., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Faculty of Finance and Economics, FSFEI HPE "Orenburg State University", Orenburg, Russia

Popov E.V., Doctor of Economic Sciences, Professor, Corresponding Member of the RAS, Chief Academic Secretary of the Ural division of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Pospelov I.G., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of the RAS, Leading Researcher of Doronitsyn Computing Centre of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Sukharev O.S., Doctor of Economic Sciences, Professor, Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences

Tatarin A.I., Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of the RAS, Head of the Institute of Economics of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Sheshukova T.G., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Accounting, Audit and Economic Analysis of Perm State University

EDITORIAL STAFF

Maksimov V.P., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Nikulina O.V., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor (Kuban State University)

Novikova K.V., Doctor of Economic Sciences, Professor

Prudsky V.G., Doctor of Economic Sciences, Professor

Pytkin A.N., Doctor of Economic Sciences, Professor (Perm branch of the Institute of economics of the Ural division of the RAS)

Tretiakova E.A., Doctor of Economic Sciences, Professor (Perm National Research Polytechnic University)

Trofimov O.V., Doctor of Economic Sciences, Professor (Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod)

Kovaleva T.Y., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor (Executive Secretary)

The founder and editorial board address

15, Bukireva str., Perm, 614990. Tel. +7(342)2331969.

E-mail: vestnik.psu@yandex.ru and vestnik.psu.economy@gmail.com

Web-site: <http://econom.psu.ru/science/journal/>

СОДЕРЖАНИЕ

К 100-летию Пермского университета	7
Вступительное слово главного редактора	7
<i>Андреанов Д.Л., Арбузов В.О., Ивлиев С.В., Максимов В.П., Симонов П.М.</i> Динамические модели экономики: теория, приложения, программная реализация	8
<i>Andrianov D.L., Arbuzov V.O., Ivliev S.V., Maksimov V.P., Simonov P.M.</i> Economic dynamics models: theory, applications, computer aided implementation	33
Раздел I. Экономическая теория	
<i>Гершанок Г.А., Палкин А.Ф.</i> Применение концепции жизненного цикла к процессу становления предпринимателя	54
Раздел II. Экономико-математическое моделирование	
<i>Шориков А.Ф., Буценко Е.В.</i> Методика оптимизации инвестиционного проектирования на основе сетевого моделирования и ее приложения	62
<i>Гребнев М.И.</i> Агрегированная производственная функция с учетом научно-технического прогресса для экономики России	71
Раздел III. Региональная экономика	
<i>Миролюбова Т.В., Ворончихина Е.Н.</i> Определение ключевых направлений региональной экономической политики на основе эконометрического моделирования и прогнозирования регионального экономического роста	80
<i>Суханова П.А.</i> Модель региональной инновационной системы: отечественные и зарубежные подходы к изучению региональных инновационных систем	92
<i>Гильтман М.А., Вотякова А.А.</i> Эластичность занятости на региональных рынках труда в России	103
<i>Пыткин А.Н., Волков В.И.</i> Исследование факторов влияния на процесс взаимодействия образовательных организаций и работодателей	113
<i>Летихина Т.Л., Карпович Ю.В., Оборин М.С.</i> Курортное лечение как форма инвестирования в капитал здоровья	123
Раздел IV. Экономика и управление предприятием	
<i>Третьякова Е.А., Алферова Т.В., Пухова Ю.И.</i> Анализ методического инструментария оценки устойчивого развития промышленных предприятий	132

<i>Жуков В.Н.</i> Научные подходы к концептуальному знанию о системном финансовом контроле в корпорациях	140
<i>Молодчик А.В., Севастьянов В.П.</i> Условия эффективности кредитования инновационных программ промышленных предприятий	148
<i>Модорский А.В., Модорская Г.Г.</i> Методика оценки эффективности системы стимулирования труда	160
Раздел V. Актуальные вопросы бухгалтерского учета, аудита и экономического анализа	
<i>Петренко С.Н., Бессарабов В.О.</i> Модель построения социально ориентированного бухгалтерского учёта и отчетности: организационная компонента	170
Критика	
<i>Владимиров С.А.</i> Уникальный опыт ОАО «Газпром» по управлению сложнейшими крупномасштабными инвестиционными проектами (рецензия)	179
Указатель статей и материалов, опубликованных в журналах «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика» = Perm University Herald. ECONOMY» за 2015 г.	182

CONTENTS

To the 100th anniversary of the Perm State University

Opening speech of the chief editor 7

Andrianov D.L., Arbuzov V.O., Ivliev S.V., Maksimov V.P., Simonov P.M. Economic dynamics models: theory, applications, computer aided implementation 33

Section I. Economic theory

Gershanok G.A., Palkin A.F. Application of the «lifecycle» concept to the process of becoming an entrepreneur 54

Section II. Economic-mathematical modeling

Shorikov A.F., Butsenko E.V. Investment planning optimization methods based on network modeling and their applications 62

Grebnev M.I. The aggregate production function for the Russian economy (with progress in science and technology considered) 71

Section III. Regional economy

Miroliubova T.V., Voronchikhina E.N. Determination of key focus areas of regional economic policy on the basis of regional economic growth econometric modeling and forecasting 80

Sukhanova P.A. The model of a regional innovation system: national and foreign approaches 92

Giltman M.A., Votyakova A.A. Employment elasticity in Russia's regional labor markets 103

Pytkin A.N., Volkov V.I. Interaction between educational institutions and employers: studying the factors that influence the process 113

Lepikhina T.L., Karpovich Y.V., Oborin M.S. Health resort treatment as a form of investment in health capital 123

Section IV. Enterprise economy and management

Tretyakova E.A., Alferova T.V., Pukhova Y.I. Assessment of industrial enterprises' sustainable development: analysis of methods 132

Zhukov V.N. Scientific approaches to conceptual knowledge of financial control systems in corporations 140

Molodtchik A.V., Sevastyanov V.P. Granting credits for innovative programs at industrial enterprises: efficiency conditions 148

Modorskiy A.V., Modorskiy G.G. Effectiveness of the incentive system: methods of assessment 160

Section V. Current Issues of Accounting, Auditing and Economic Analysis

Petrenko S.N., Bessarabov V.O. The model of socially oriented accounting and reporting: organizational components 170

Critic

Vladimirov S.A. Unique experiment of PLC “Gazprom” on management of the most difficult large-scale investment projects (review) 179

Contents of journals of Perm University Herald. ECONOMY for 2015 182

К 100-летию Пермского университета

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Уважаемые коллеги, в 2016 году Пермский университет, первый на Урале, отмечает 100-летний юбилей.

На протяжении этого периода университет был не только образовательным, но и научным учреждением, формируя и развивая научный потенциал нашего региона и страны в целом. В университете сложились авторитетные научные школы, известные мировой и российской общественности. Среди них заметную роль играют достижения научных школ экономического факультета: «Функционально-дифференциальные уравнения: конструктивные методы исследования и приложения (в экономике)»; «Конкурентоспособность и управление развитием социально-экономических систем: синтез иерархического и институционального моделирования социально-экономических систем»;



«Учетно-аналитические и контрольные проблемы управления производственными и финансовыми ресурсами предприятия в условиях глобализации экономических процессов»; «Организация управления инновационным конкурентным развитием социально-экономических систем».

Считаем, что научные школы экономического факультета вносят значительный вклад в формирование конкурентных преимуществ нашего университета в мировом и российском научно-образовательном пространстве!

В преддверии юбилейного года наш журнал начинает публиковать статьи, посвященные обзору значительных теоретических и прикладных результатов, полученных в рамках научно-исследовательской работы сотрудников экономического факультета.

Приглашаю Вас участвовать в формировании журнала в 2016 году – году 100-летия нашего любимого университета.

Главный редактор научного журнала

«Вестник Пермского университета. Серия «Экономика»,
декан экономического факультета ПГНИУ, д.э.н., проф.

Т.В. Миролубова

УДК 517.929+330.4
ББК 22.162

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ: ТЕОРИЯ, ПРИЛОЖЕНИЯ, ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ*

Д.Л. Андрианов, докт. физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: adl@prognoz.ru

В.О. Арбузов, аспирант кафедры информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: arbuzov@prognoz.ru

С.В. Ивлиев, канд. экон. наук, доцент кафедры информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: ivliev@prognoz.ru

В.П. Максимов, докт. физ.-мат. наук, профессор кафедры информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: maksimov@econ.psu.ru

П. М. Симонов, докт. физ.-мат. наук, профессор кафедры информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: simpm@mail.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Дается обзор теоретических и прикладных результатов, полученных в рамках научной школы кафедры «Информационные системы и математические методы в экономике». Обзор охватывает период 2008–2015 гг. В основе теоретических результатов лежат основные положения современной теории функционально-дифференциальных уравнений, разработанной участниками известного Пермского семинара по функционально-дифференциальным уравнениям под руководством профессора Н.В. Азбелева (1922–2006). В центре внимания находятся задачи прогнозирования, краевые задачи (задачи достижимости), задачи управления и задачи устойчивости для динамических моделей, учитывающих эффекты последствия и возможность импульсных воздействий (шоков). Для упомянутых задач получены признаки их разрешимости, предлагаются методы построения программных управлений и соответствующих им траекторий, разработаны схемы и алгоритмы исследования на основе доказательного вычислительного эксперимента, включающие алгоритмы коррекции исследуемых задач в случае обнаружения их противоречивости. Результаты прикладных разработок используют достижения теории и представляют собой комплекс программных средств для исследования на разрешимость и решения реальных задач прогнозирования, достижимости, управления и устойчивости для моделей социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и российской экономики в целом.

Ключевые слова: модели экономической динамики, задачи прогнозирования, краевые задачи, задачи управления, информационно-аналитические системы, системы поддержки принятия решений, прогнозно-аналитические системы, бизнес-аналитика, финансовое моделирование, финансовые рынки.

Введение

Приводимый здесь обзор теоретических и прикладных результатов, полученных в рамках научной школы кафедры «Информационные системы и математические методы в экономике»,

охватывает период 2008–2015 гг. Более ранние работы нашли отражение в обзорах [8; 9], подготовленных к 50-летию экономического факультета Пермского университета, и монографиях [7; 39]. В основе теоретических результатов лежат основные

* Статья подготовлена в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, договор №02.G25.31.0039 (постановление Правительства РФ № 218 от 09.04.2010 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства») при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

положения современной теории, разработанной участниками известного пермского семинара по функционально-дифференциальным уравнениям под руководством профессора Н.В. Азбелева (1922 – 2006). В центре внимания находятся задачи прогнозирования, краевые задачи (задачи достижимости), задачи управления и задачи устойчивости для динамических моделей, учитывающих эффекты последствия и возможность импульсных воздействий (шоков). Для упомянутых задач получены признаки их разрешимости, предлагаются методы построения программных управлений и соответствующих им траекторий, разработаны схемы и алгоритмы исследования на основе доказательного вычислительного эксперимента, включающие алгоритмы коррекции исследуемых задач в случае обнаружения их противоречивости.

В прикладных разработках используются достижения теории, их результаты представляют собой комплекс программных средств для исследования на разрешимость и решения реальных задач прогнозирования, достижимости, управления и устойчивости для моделей социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и российской экономики в целом.

Исследования выполнялись при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект №10-01-96954 «Математическое и компьютерное моделирование эколого-экономического состояния региона: задачи идентификации, прогнозирования, достижимости и управления»), Министерства образования и науки Российской Федерации (Контракт № 02.G25.31.0039 «Создание высокотехнологичной информационно-аналитической платформы для решения задач стратегического планирования и прогнозирования в государственном управлении, социальной сфере, науке и промышленности» в рамках исполнения, Постановление Правительства РФ № 218 от 09.04.2010) и компании «Прогноз», г. Пермь.

1. Задачи управления

Динамические модели, рассматриваемые в этом разделе, охватывают широкий класс моделей, возникающих при исследовании реальных экономических и эколого-экономических процессов с учетом импульсных воздействий (как элементов управления), импульсных возмущений (как помех) и эффектов последствия (запаздывания). Импульсные воздействия на исследуемую систему проявляются в скачкообразном изменении состояния системы и приводят к необходимости рассматривать разрывные решения уравнения с обыкновенной производной.

Эти уравнения рассматриваются в пространстве $DS(m)$ – конечномерном расширении традиционного пространства абсолютно непрерывных функций (см. ниже). Такой подход к уравнениям со скачками был предложен в [11]. Он не использует сложную теорию обобщенных функций и находит много приложений. Условия разрешимости задачи управления для линейных функционально-дифференциальных систем с траекториями

из пространства $DS(m)$, а также конструктивные методы исследования и алгоритмы построения программных управлений изложены в [23; 26; 27; 47]. При этом возможные скачки траекторий рассматривались как компоненты управляющих воздействий в сочетании с традиционным управлением из пространства L_2 , а целью управления являлось достижение предписанных значений каждым из заданных линейных целевых функционалов, число которых, вообще говоря, не связано с размерностью системы управления. Последнее обстоятельство и общий вид целевых функционалов используются в [22] для успокоения траектории системы с последствием в окрестности заданной целевой траектории в течение заданного промежутка времени. Возможные эффекты сочетания импульсных управлений и управлений из L_2 обсуждаются в [23], где, в частности, показано, что использование импульсной составляющей может приводить к уменьшению общих затрат на реализацию управляющих воздействий.

При изложении результатов мы будем следовать обозначениям и основным положениям теории функционально-дифференциальных уравнений в части линейных систем с импульсными воздействиями [5, с.123–130] (см. также [6, с.124–134]; [42, с. 100–108]). Обозначим через $L = L[0, T]$ пространство суммируемых по Лебегу на конечном промежутке $[0, T]$ функций $z : [0, T] \rightarrow R^n$ с нормой

$$\|z\|_L = \int_0^T |z(s)|_n ds, \text{ где } |\cdot|_n - \text{норма в } R^n \text{ (далее,}$$

если размерность пространства очевидна, индекс у нормы будем опускать). Для описания траекторий, имеющих скачки первого рода в последовательные моменты времени $t_1 < t_2 < \dots < t_m < T$ ($t_i > 0$), следуя [11], введем пространство $DS(m)$ кусочно абсолютно непрерывных функций $x : [0, T] \rightarrow R^n$, представимых в виде

$$x(t) = \int_0^t z(s)ds + x(0) + \sum_{k=1}^m \chi_{[t_k, T]}(t) \Delta x(t_k), \quad (1)$$

где $z \in L_n$, $\Delta x(t_k) \equiv x(t_k) - x(t_k - 0)$, $\chi_{[t_k, T]}(t)$ – характеристическая функция отрезка $[t_k, T]$. Элементы пространства $DS^n(m)$ – это функции, абсолютно непрерывные на каждом из промежутков $[0, t_1), [t_1, t_2), \dots, [t_m, T]$ и непрерывные справа в точках t_1, t_2, \dots, t_m . Норму в $DS(m)$ определим равенством

$$\|x\|_{DS(m)} = \|\dot{x}\|_L + |x(0)|_n + \sum_{k=1}^m |\Delta x(t_k)|_n,$$

$DS(m)$ – банахово пространство. Обозначим через $AC[0, T]$ пространство абсолютно непрерывных функций $x : [0, T] \rightarrow R^n$ с нормой $\|x\|_{AC} = \|\dot{x}\|_L + |x(0)|_n$. Пространство $DS(m)$ является конечномерным расширением пространства $AC[0, T]$.

Для описания системы управления введем линейный оператор $\mathcal{L} :$

$$(\mathcal{L}x)(t) = \dot{x}(t) - \int_0^t K(t,s)\dot{x}(s)ds + A(t,0)x(0). \quad (2)$$

Здесь элементы $k_{ij}(t,s)$ ядра $K(t,s)$ измеримы на множестве $\{(t,s) : 0 \leq s \leq t \leq T\}$ и таковы, что на этом множестве

$$|k_{ij}(t,s)| \leq \kappa(t), \quad i, j = 1, \dots, n,$$

где функция κ суммируема на $[0, T]$, элементы $(n \times n)$ -матрицы $A(t)$ суммируемы на $[0, T]$.

Оператор $\mathcal{L} : DS(m) \rightarrow L$ ограничен. Функционально-дифференциальная система $\mathcal{L}y = f$ охватывает дифференциальные уравнения с сосредоточенным и/или распределенным запаздыванием и интегро-дифференциальные системы Вольтерра.

Пространство всех решений однородной системы $(\mathcal{L}x)(t) = 0, t \in [0, T]$ имеет размерность $n + mn$. Пусть $\{x_1, \dots, x_{n+mn}\}$ – базис в этом пространстве. Матрица $X = \{x_1, \dots, x_{n+mn}\}$ называется фундаментальной матрицей (будем для определенности считать, что $rX = E$). Главная краевая задача $\mathcal{L}x = f, rx = \sigma$ однозначно разрешима при любых $f \in L, \sigma \in R^{n+mn}$, ее решение представимо в виде

$$x(t) = X(t)\sigma + \int_0^t C(t,s)f(s)ds, \quad (3)$$

где $C(t,s)$ – матрица Коши.

Пусть $\ell : DS(m) \rightarrow R^N$ – линейный ограниченный вектор-функционал. Имеет место представление

$$\ell x = \int_0^T \Phi(s)\dot{x}(s)ds + \Psi_0 x(0) + \sum_{k=1}^m \Psi_k \Delta x(t_k),$$

где элементы измеримой $N \times n$ -матрицы ограничены в существенном, а $\Psi_k, k = 0, \dots, m, - N \times n$ -матрицы с вещественными элементами.

Рассмотрим задачу управления

$$\mathcal{L}x = Fu + f, \quad x(0) = \alpha, \quad \ell x = \beta. \quad (4)$$

Здесь $F : L_2 \rightarrow L$ – линейный ограниченный оператор, L_2 – пространство функций $u : [0, T] \rightarrow R^r$, суммируемых с квадратом, в котором скалярное произведение определено равенством $\langle u, v \rangle = \int_0^T u^T(t)v(t)dt$, \cdot^T – символ транспонирования. В задаче (4) цель управления задается вектор-функционалом $\ell : DS(m) \rightarrow R^N$, который на траектории системы $\mathcal{L}x = Fu + f$ под действием управления должен принимать заданное значение β .

В этом обзоре мы ограничимся точной и полной формулировкой одной основной теоремы, дающей критерий разрешимости задачи управления (4). При описании остальных результатов даются ссылки на работы с подробным изложением и минимальные комментарии.

Для формулировки упомянутой теоремы введем обозначения:

$$\Theta(s) = \Phi(s) + \int_s^T \Phi(\tau) C'_\tau(\tau, s) d\tau,$$

$$\Xi = \int_0^T \Phi(s)\dot{X}(s) ds = (\Xi_1 | \Xi_2),$$

где $\Xi_1 - N \times n$ -матрица, столбцами которой являются первые n столбцов $N \times (n + mn)$ -матрицы Ξ ,

$$M = \int_0^T [F^* \Theta](s) [F^* \Theta]^T(s) ds,$$

$F^* : L^* \rightarrow L^*$ – оператор, сопряженный к F .

ТЕОРЕМА 2 ([47]). *Задача управления (4) разрешима тогда и только тогда, когда линейная алгебраическая система*

$$[\Xi_2 + (\Psi_1, \dots, \Psi_m)] \cdot \lambda + M \cdot \mu = \beta - \int_0^T \Theta(s)f(s) ds - (\Xi_1 + \Psi_0) \cdot \alpha \quad (5)$$

разрешима относительно $(nm + N)$ -вектора $col(\lambda, \mu)$. Каждое решение

$col(\lambda_0, \mu_0)$, $\lambda_0 = col(\lambda_0^1, \dots, \lambda_0^m)$, системы (5) определяет управление, решающее задачу (4):

$$\Delta x(t_k) = \lambda_0^k, \quad k = 1, \dots, m, \quad u(t) = [F^* \Theta]^T(t) \cdot \mu_0.$$

Поясним, как эта теорема может быть использована для решения задачи наведения системы управления в окрестность заданной нормативной траектории. Без ограничения общности можно считать, что роль нормативной траектории играет вектор-функция с компонентами, тождественно равными нулю (общий случай сводится к этому заменой фазовой переменной). Таким образом, достаточно рассмотреть случай наведения системы в окрестность нуля и удержания ее там в течение заданного времени. Зафиксируем момент времени $T_1 \in (0, T)$ и сначала решим задачу управления

$$\mathcal{L}x = Fu + f, \quad t \in [0, T], \quad x(0) = \alpha, \quad x(T_1) = 0. \quad (6)$$

В момент $t = T_1$ система находится в состоянии, соответствующем нормативному. Если в этот момент убрать управляющее воздействие до конечного момента времени $t = T$, то есть положить $u(t) = 0, t \in [T_1, T]$, то даже при $f(t) \equiv 0$ система с последствием не останется, вообще говоря, в нулевом положении (роль возмущения будет играть предистория). Чтобы «удержать» систему в окрестности нулевого положения, можно воспользоваться тем, что число компонент целевого вектор-функционала в задаче (4) может быть произвольным. Добавим к условиям задачи (6) следующие условия:

$$\int_{T_1}^T V_j(s) x(s) ds = 0, \quad j = 1, 2, \dots, \nu. \quad (7)$$

Здесь $V_j = diag(v_j, \dots, v_j)$; v_1, \dots, v_ν, \dots – система линейно независимых элементов пространства $L_2[T_1, T]$, линейная оболочка которых всюду плотна в этом пространстве. Можно показать, что при некоторых естественных условиях для любого заданного радиуса шаровой окрестности нуля в $L_2[T_1, T]$ найдется такое число ν , что условия (7) гарантируют для соответствующей траектории x

принадлежность ее сужения на $L_2[T_1, T]$ упомянутой окрестности.

В работе [23] рассмотрен случай, когда матрица M в условии (4) теоремы 1 обратима. В таком случае задача (3) разрешима в классе управлений $u \in L_2$ при любом наборе допустимых импульсных воздействий, а сами импульсные воздействия могут быть использованы для минимизации заданного функционала общих затрат на управление. Отметим, что в задачах экономической динамики режим импульсного управления связан с возможностью изменять состояние системы (в стоимостном выражении) в некоторые моменты времени за счет одномоментного выделения соответствующих средств дополнительно к некоторому регулярному постоянному финансированию. При этом в функционале, характеризующем общие затраты на управление, можно учитывать конкретные обстоятельства финансирования, такие как, например, параметры кредитных программ. Как показывает пример, приведенный в [23], за счет одновременных финансовых воздействий можно достичь более экономных общих затрат на достижение поставленных целей.

В работе [29] обсуждается близкий вопрос о влиянии на общие затраты по управлению величины запаздывания в реализации управляющих воздействий и предлагается подход к решению задачи об оптимальной величине запаздывания в цепи управления.

В этой же работе, а также в работах [10; 31; 33; 34] для систем с дискретным временем решается задача о коррекции задачи управления, для которой в процессе исследования обнаружена ее противоречивость. Рассмотрены два вида коррекции – структурная (коэффициентная) и ресурсная. Предлагаемые процедуры коррекции основаны на результатах школы академика И.И. Еремина [18]. Следует отметить, что при исследовании реальных задач экономической динамики ситуация противоречивости возникает довольно часто [10].

Динамические модели, рассматриваемые в работах [25; 27; 28; 43], с одной стороны, представляют собой конкретные реализации абстрактных функционально-дифференциальных уравнений. С другой стороны, они охватывают широкий класс моделей, возникающих при исследовании реальных экономических и эколого-экономических процессов с учетом эффектов последствия (запаздывания) и импульсных возмущений (шоков), приводящих к скачкообразному изменению основных показателей функционирования изучаемой системы. Рассматриваемые модели, называемые в литературе гибридными, содержат одновременно как уравнения, описывающие динамику показателей в непрерывном времени на конечном промежутке (непрерывная подсистема), так и уравнения с дискретным временем (дискретная подсистема), характерным для эконометрических моделей. Для указанного класса систем исследуется вопрос о представлении решений, даются постановки

краевых задач как задач о достижимости заданных значений показателей, задач управления и приводятся условия разрешимости этих задач в форме, допускающей эффективное исследование с использованием современных компьютерных технологий. В работах [27; 28] основной результат состоит в описании множества управлений, решающих задачу управления гибридной системой в классе управлений, генерируемых подсистемой с дискретным временем. Вопросы оптимальной коррекции противоречивых задач управления для гибридных систем исследуются в работах [31; 32].

В работах [24; 48] изучается случай, когда система управления подвержена воздействию импульсных возмущений, приводящих к скачкам траектории, моменты времени и величины которых заранее неизвестны. Предлагается конструкция регулярного (не импульсного) управления, которое решает задачу управления с заданной системой целевых функционалов, несмотря на наличие импульсных воздействий. Считается, что информация о состоявшихся скачках становится известной к началу действия корректирующих управлений, которые являются позиционными по скачкам реализуемой траектории. Для последовательной компенсации возникающих скачков вводится обратная связь (дополнительные слагаемые в уравнениях движения). Предлагаемый подход к парированию импульсных возмущений и конструкции управления существенно опираются на фундаментальные результаты современной теории функционально-дифференциальных уравнений (теоремы о представлении решений линейных систем с последействием, свойства матрицы Коши, условия разрешимости задач управления с целевыми функционалами общего вида и широкими классами управляющих воздействий). Приводится пример, иллюстрирующий целесообразность введения процедуры парирования импульсных возмущений с использованием обратной связи. Решение задачи управления без использования такой процедуры требует больших ресурсов управления.

В работе [26] изучаются задачи о достижимости заданных значений показателей

$$\mathcal{L}x = f, \quad \ell x = \beta \quad (8)$$

(специальный случай задачи (4)) в постановке, при которой допускается приближенное выполнение целевых условий $\ell x = \beta$ с заданным уровнем погрешности ε : $|\ell x - \beta|_N \leq \varepsilon$. Для задачи

$$\mathcal{L}x = f, \quad |\ell x - \beta|_N \leq \varepsilon$$

получены условия разрешимости в форме, позволяющей производить их проверку с помощью вычислительного эксперимента в ситуации, когда параметры целевых условий могут быть заданы неточно, с известными оценками погрешностей.

2. Задачи устойчивости

Построенная в настоящее время общая теория функционально-дифференциальных уравнений [5; 6; 42] позволила дать ясное и лаконичное описание их основных свойств, в том числе свойства устойчивости решений. В то же время широ-

кие и актуальные для приложений классы линейных гибридных функционально-дифференциальных систем с последствием (ЛГФДСП) формально не охватываются построенной теорией и во многом остаются вне поля зрения специалистов, использующих функционально-дифференциальные и разностные системы с последствием для моделирования реальных процессов. Ниже предлагаются гибридные функционально-дифференциальные аналоги основных утверждений теории функционально-дифференциальных уравнений для задач устойчивости.

2.1. Рассмотрим сначала случай, когда одно уравнение – линейное разностное, определенное на дискретном множестве точек, а другое – линейное функционально-дифференциальное уравнение с последствием (ЛФДУП) на полуоси, и опишем для этого случая схему W-метода Н.В. Азбелева.

Обозначим через

$$y = \{y(-1), y(0), y(1), \dots, y(N), \dots\}$$

бесконечную матрицу со столбцами $y(-1), y(0), y(1), \dots, y(N), \dots$ размерами n , а через $g = \{g(0), g(1), \dots, g(N), \dots\}$ бесконечную матрицу со столбцами $g(0), g(1), \dots, g(N), \dots$ размерами n .

Каждой бесконечной матрице

$$y = \{y(-1), y(0), y(1), \dots, y(N), \dots\}$$

можно сопоставить вектор-функцию

$$y(t) = y(-1)\chi_{[-1,0)}(t) + y(0)\chi_{[0,1)}(t) + y(1)\chi_{[1,2)}(t) + \dots + y(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

Аналогично, каждой бесконечной матрице $g = \{g(0), g(1), \dots, g(N), \dots\}$ можно сопоставить вектор-функцию

$$g(t) = g(0)\chi_{[0,1)}(t) + g(1)\chi_{[1,2)}(t) + \dots + g(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

Символом $y(t) = y[t]$ обозначим вектор-функцию $y(t) = y([t])$, $t \in [-1, \infty)$. Символом $g[t]$ обозначим вектор-функцию $g(t) = g([t])$, $t \in [0, \infty)$.

Множество таких вектор-функций $y[\cdot]$ обозначим символом ℓ_0 . Множество таких вектор-функций $g[\cdot]$ обозначим символом ℓ . Обозначим $(\Delta y)(t) = y(t) - y(t-1) = y[t] - y[t-1]$ при $t \geq 1$, $(\Delta y)(t) = y(t) = y[t] = y(0)$ при $t \in [0, 1)$.

Запишем абстрактную гибридную функционально-дифференциальную систему в виде

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{11}x + \mathcal{L}_{12}y &= \dot{x} - F_{11}x - F_{12}y = f, \\ \mathcal{L}_{21}x + \mathcal{L}_{22}y &= \Delta y - F_{21}x - F_{22}y = g. \end{aligned} \quad (9)$$

Здесь и ниже \mathbb{R}^n – пространство векторов $\alpha = \text{col}\{\alpha^1, \dots, \alpha^n\}$ с действительными компонентами и с нормой $\|\alpha\|_{\mathbb{R}^n}$. Пусть пространство L локально суммируемых $f: [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ с полунормами $\|f\|_{L[0,T]} = \int_0^T \|f(t)\|_{\mathbb{R}^n} dt$ для всех $T > 0$. Пространство D локально абсолютно непрерывных

функций $x: [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ с полунормами $\|x\|_{D[0,T]} = \|\dot{x}\|_{L[0,T]} + \|x(0)\|_{\mathbb{R}^n}$ для всех $T > 0$.

Пусть пространство ℓ вектор-функций

$$g(t) = g(0)\chi_{[0,1)}(t) + g(1)\chi_{[1,2)}(t) + \dots + g(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

с полунормами $\|g\|_{\ell_T} = \sum_{i=0}^T \|g_i\|_{\mathbb{R}^n}$ для всех $T \geq 0$.

Пространство ℓ_0 вектор-функций

$$y(t) = y(-1)\chi_{[-1,0)}(t) + y(0)\chi_{[0,1)}(t) + y(1)\chi_{[1,2)}(t) + \dots + y(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

с полунормами $\|y\|_{\ell_{0T}} = \sum_{i=-1}^T \|y_i\|_{\mathbb{R}^n}$ для всех $T \geq -1$.

Операторы $\mathcal{L}_{11}, F_{11}: D \rightarrow L$,

$\mathcal{L}_{12}, F_{12}: \ell_0 \rightarrow L$, $\mathcal{L}_{21}, F_{21}: D \rightarrow \ell$, $\mathcal{L}_{22}, F_{22}: \ell_0 \rightarrow \ell$ предполагаются линейными непрерывными и вольтерровыми.

Обозначим $\mathcal{L} = \begin{pmatrix} \mathcal{L}_{11} & \mathcal{L}_{12} \\ \mathcal{L}_{21} & \mathcal{L}_{22} \end{pmatrix}$. Тогда (9) записывается в виде $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$.

Предположим, что для любых $x(0) \in \mathbb{R}^n$ и $y(-1) \in \mathbb{R}^n$ однозначно разрешима задача Коши для «модельной» системы $\dot{x} = F_{11}^0 x + F_{12}^0 z + z$, $\Delta y = F_{21}^0 z + F_{22}^0 y + u$, где операторы $F_{11}^0: D \rightarrow L$, $F_{12}^0: \ell_0 \rightarrow L$, $F_{21}^0: \ell_0 \rightarrow L$, $F_{22}^0: D \rightarrow \ell$, $F_{22}^0: \ell_0 \rightarrow \ell$ предполагаются непрерывными и вольтерровыми. Тогда модельную систему можно коротко записать так: $\mathcal{L}_0\{x, y\} = \text{col}\{z, u\}$. Пусть её решение имеет представление

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ U_{21} & U_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x(0) \\ y(-1) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z \\ u \end{pmatrix}.$$

Здесь $\mathcal{W}: L \times \ell \rightarrow D \times \ell_0$ – непрерывный вольтерров оператор Коши для системы, $\mathcal{W} = \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix}$, $U: \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n \rightarrow D \times \ell_0$ – фундаментальная матрица для системы,

$$U = \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ U_{21} & U_{22} \end{pmatrix}.$$

Если элементы $\text{col}\{x, y\}: [0, \infty) \times [-1, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n$ образуют банахово пространство $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \cong (\mathbf{B} \times \mathbb{R}^n) \times (\mathbf{M} \times \mathbb{R}^n)$ (пространство $\mathbf{D} \subset D$, пространство $\mathbf{M}_0 \cong \mathbf{M} \oplus \mathbb{R}^n \subset \ell_0$, пространство $\mathbf{B} \subset L$, пространство $\mathbf{M} \subset \ell$, \mathbf{B}, \mathbf{M} – банаховы пространства) обладают какими-нибудь специфическими свойствами, например $\sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} + \sup_{k=-1,0,1,\dots} \|y(k)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty$, и для уравнения $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$ с линейным ограниченным оператором $\mathcal{L}: \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ однозначно разрешима задача Коши, то и решения этой задачи будут обладать такими же асимптотическими свойствами. Это следует из приводимой ниже теоремы [35].

ТЕОРЕМА 1. Пусть $\mathcal{W} : \mathbf{B} \times \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ – ограниченный оператор Коши задачи Коши для модельного уравнения $\mathcal{L}_0 \{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$, $\text{col}\{x(0), y(-1)\} = \text{col}\{0, 0\}$ и U – фундаментальная матрица модельного уравнения $\mathcal{L}_0 \{x, y\} = \text{col}\{0, 0\}$. Здесь оператор $\mathcal{L}_0 : \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$. Пусть далее линейный оператор $\mathcal{L} : \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ ограничен, C – оператор Коши задачи Коши $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$, $\text{col}\{x(0), y(-1)\} = \text{col}\{0, 0\}$ и X – фундаментальная матрица уравнения $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{0, 0\}$. Тогда для выполнения равенства $\mathcal{W}\{\mathbf{B}, \mathbf{M}\} + U\{\mathbb{R}^n, \mathbb{R}^n\} = C\{\mathbf{B}, \mathbf{M}\} + X\{\mathbb{R}^n, \mathbb{R}^n\}$ (10) необходимо и достаточно, чтобы оператор $\mathcal{L}\mathcal{W}$ (оператор $\mathcal{W}\mathcal{L}$) имел ограниченный обратный

$$(\mathcal{L}\mathcal{W})^{-1} : \mathbf{B} \times \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M} \\ \left((\mathcal{L}\mathcal{W})^{-1} : (\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0 \rightarrow (\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0 \right).$$

$$\text{Здесь } (\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0 = \{ \text{col}\{x, y\} \in \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 : \\ \text{col}\{x(0), y(-1)\} = \text{col}\{0, 0\} \}.$$

Следствие 1 ([35]). Если оператор $\mathcal{L} : \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ ограничен и выполнено неравенство $\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{\mathbf{B} \times \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}} < 1$ или выполнено неравенство $\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0 \rightarrow (\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0} < 1$, то выполняется равенство (10).

В случае равенства (10) (совпадения пространства решений модельного и исследуемого уравнений) мы говорим, что уравнение $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$ обладает свойством $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ или, короче: уравнение $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ устойчиво.

Отметим связь понятия $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ -устойчивости с монографией Х.Л.Массеры и Х.Х.Шеффера о допустимости пар пространств [30], с монографией Е.А.Барбашина о сохранении свойств решений при накоплении возмущений [17].

Пусть модельное уравнение [1–6; 20] $\mathcal{L}_{11}x = z$ и банахово пространство \mathbf{B} с элементами из пространства L ($\mathbf{B} \subset L$ и это вложение непрерывно) выбраны так, что решения этого уравнения обладают интересующими нас асимптотическими свойствами.

Пусть, например, $\sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty$. Тогда, положив $\overset{\text{def}}{\mathcal{L}_{11}}x = \dot{x} + x = z$, принимаем в качестве банахова пространства \mathbf{B} банахово пространство L_∞ измеримых и ограниченных в существенном функций $z : [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ с нормой $\text{vrai sup}_{t \geq 0} \|z(t)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty$. Пространство $D(\mathcal{L}_{11}, L_\infty)$, порожденное модельным уравнением, будет состоять из решений вида

$$x(t) = (\mathcal{W}_{11}z)(t) + (\mathcal{U}_{11}\alpha)(t) = \int_0^t e^{-(t-s)} z(s) ds + \alpha e^{-t} \\ (\alpha \in \mathbb{R}^n, z \in L_\infty).$$

Эти решения ограничены ($\sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty$) и их производная $\dot{x} = -x + z$ принадлежит пространству L_∞ . Все решения этого уравнения образуют банахово пространство с нормой

$$\|x\|_{D(\mathcal{L}_{11}, L_\infty)} = \\ = \text{vrai sup}_{t \geq 0} \|\dot{x}(t) + x(t)\|_{\mathbb{R}^n} + \|x(0)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty,$$

которое линейно изоморфно пространству С.Л.Соболева $W_\infty^{(1)}[0, \infty)$ с нормой

$$\|x\|_{W_\infty^{(1)}[0, \infty)} = \sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} + \text{vrai sup}_{t \geq 0} \|\dot{x}(t)\|_{\mathbb{R}^n}.$$

Дальше будем это пространство обозначать как W_{L_∞} . При этом $W_{L_\infty} \subset D$, и это вложение непрерывно.

Аналогично для банахова пространства $\mathbf{B} \subset L$ можно ввести банахово пространство $D(\mathcal{L}_{11}, \mathbf{B})$ с нормой

$$\|x\|_{D(\mathcal{L}_{11}, \mathbf{B})} = \|\dot{x} + x\|_{\mathbf{B}} + \|x(0)\|_{\mathbb{R}^n}.$$

Здесь вложение $\mathbf{B} \subset L$ предполагается непрерывным. Предположим, что оператор \mathcal{W}_{11} непрерывно действует из пространства \mathbf{B} в пространство \mathbf{B} , и оператор \mathcal{U}_{11} действует из пространства \mathbb{R}^n в пространство \mathbf{B} . Это условие эквивалентно тому [1–4], что пространство $D(\mathcal{L}_{11}, \mathbf{B})$ линейно изоморфно пространству С.Л.Соболева $W_{\mathbf{B}}^{(1)}[0, \infty)$ с нормой

$$\|x\|_{W_{\mathbf{B}}^{(1)}[0, \infty)} = \|\dot{x}\|_{\mathbf{B}} + \|x\|_{\mathbf{B}}.$$

Дальше будем это пространство обозначать $W_{\mathbf{B}}$. При этом $W_{\mathbf{B}} \subset D$, и это вложение непрерывно.

Уравнение $\mathcal{L}_{11}x = z$ с оператором $\mathcal{L}_{11} : W_{\mathbf{B}} \rightarrow \mathbf{B}$ $D(\mathcal{L}_{11}, \mathbf{B})$ устойчиво тогда и только тогда, когда оно сильно \mathbf{B} -устойчиво. Уравнение $\mathcal{L}_{11}x = z$ сильно \mathbf{B} -устойчиво, если для любого $z \in \mathbf{B}$ каждое решение x этого уравнения обладает свойством $x \in \mathbf{B}$ и $\dot{x} \in \mathbf{B}$ [2, гл. IV, § 4.6; 4].

2.2. Рассмотрим схему пункта 2.1 для двух уравнений (9). Операторы $\mathcal{L}_{11} : D \rightarrow L$, $\mathcal{L}_{12} : \ell_0 \rightarrow L$, $\mathcal{L}_{21} : D \rightarrow \ell$, $\mathcal{L}_{22} : \ell_0 \rightarrow \ell$ рассматриваются как введения на пары $(W_{\mathbf{B}}, \mathbf{B})$, $(\mathbf{M}_0, \mathbf{B})$, $(W_{\mathbf{B}}, \mathbf{M})$, $(\mathbf{M}_0, \mathbf{M})$. Эти операторы предполагаются линейными вольтерровыми и ограниченными.

Предположим, что общее решение уравнения $\mathcal{L}_{22}y = g$ для $g \in \mathbf{M}$ принадлежит пространству \mathbf{M}_0 и представляется формулой Коши

$$y[t] = Y_{22}[t]y(-1) + \sum_{s=0}^{[t]} C_{22}[t, s]g[s].$$

Обозначим

$$(C_{22}g)[t] = \sum_{s=0}^{[t]} C_{22}[t, s]g[s],$$

$$(Y_{22}y(-1))[t] = Y_{22}[t]y(-1).$$

Тогда каждое решение y второго уравнения в (9) имеет вид

$$y = -C_{22}\mathcal{L}_{21}x + Y_{22}y(-1) + C_{22}g.$$

Подставим в первое уравнения в (9):

$$\mathcal{L}_{11}x + \mathcal{L}_{12}y = \mathcal{L}_{11}x - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21}x + \mathcal{L}_{12}Y_{22}y(-1) + \mathcal{L}_{12}C_{22}g = f,$$

$$\mathcal{L}_{11}x - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21}x = f_1 = f - \mathcal{L}_{12}Y_{22}y(-1) - \mathcal{L}_{12}C_{22}g.$$

Введем обозначение $\mathcal{L} = \mathcal{L}_{11} - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21}$, тогда первое уравнения в (9) примет вид $\mathcal{L}x = f_1$.

Предположим, что вольтерров оператор $\mathcal{L}: (\mathcal{W}_B)^0 \rightarrow \mathbf{B}$ вольтеррово обратим (задача Коши для уравнения $\mathcal{L}x = f_1$ обладает свойством: при любом $f_1 \in \mathbf{B}$ ее решения $x \in \mathcal{W}_B$). Таким образом, мы решили задачу в случае, когда для уравнения (9) при любом $\{f, g\} \in \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ ее решения $\{x, y\} \in \mathcal{W}_B \times \mathbf{M}$.

Пример 1. Рассмотрим два уравнения:

$$\dot{x}(t) + ax(t) + by[t] = f(t), \quad t \in [0, \infty), \quad (11)$$

$$y[t] - dy[t-1] + cx[t] = g[t], \quad t \in [0, \infty).$$

Причем

$$y(0) - dy(-1) + c(0) = y[t] - dy[t-1] + cx[t] = g[t] = g(0), \quad t \in [0, 1).$$

Введем пространства:

$$\ell_{\infty 0} = \{y \in \ell_0 : \|y\|_{\ell_{\infty 0}} = \sup_{k=-1, 0, 1, \dots} \|y(k)\|_{\mathbb{R}^n} < +\infty\},$$

$$\ell_{\infty} = \{g \in \ell : \|g\|_{\ell_{\infty}} = \sup_{k=0, 1, \dots} \|g(k)\|_{\mathbb{R}^n} < +\infty\}.$$

Введем оператор $(Sy)(t) = dy(t-1)$, $t \geq 1$, $(Sy)(t) = 0$, $t \in [0, 1)$, тогда второе уравнение запишется в виде

$$y(t) - (Sy)(t) + cx(t) = g_1(t) = g(t) + dy(t-1), \quad t \in [0, 1),$$

$$y(t) - (Sy)(t) + cx(t) = g(t), \quad t \in [1, \infty).$$

Рассмотрим оператор $S: \ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}$. Известно, что оператор $(I - S): \ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}$ вольтеррово обратим тогда и только тогда, когда спектральный радиус оператора $\rho_{\ell_{\infty}}(S)$ в пространстве ℓ_{∞} меньше единицы. Для оператора S условие $\rho_{\ell_{\infty}}(S) < 1$ эквивалентно неравенству $|d| < 1$ [38, с. 87, с. 140].

Введем обозначения:

$$(\mathcal{L}_{11}x)(t) = \dot{x}(t) + ax(t), \quad t \geq 0,$$

$$(\mathcal{L}_{12}y)[t] = by[t], \quad t \geq 0,$$

$$(\mathcal{L}_{21}x)(t) = cx[t], \quad t \geq 0,$$

$$(\mathcal{L}_{22}y)[t] = y[t] - (Sy)[t], \quad t \geq 0.$$

Построим функцию Коши C_{22} и фундаментальное решение Y_{22} для уравнения $y[t] - dy[t-1] = g[t]$:

$$y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^t g(s)d^{t-1-s} = Y_{22}[t]y(-1) + (C_{22}g)[t].$$

Отсюда выразим $y[t]$ из второго уравнения системы (11):

$$y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^t (g[s] - cx[s])d^{t-1-s} =$$

$$= Y_{22}[t]y(-1) + (C_{22}(g - cx))[t].$$

Подставляя найденное y в первую формулу в (9) (или (11)), получим

$$(\mathcal{L}_{11}x)(t) + (\mathcal{L}_{12}y)[t] = \dot{x}(t) + ax(t) + bd^{t+1}y(-1) + b \sum_{s=0}^t (g[s] - cx[s])d^{t-1-s} = f(t).$$

Далее имеем

$$(\mathcal{L}x)(t) = ((\mathcal{L}_{11} - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21})x)(t) = \dot{x}(t) + ax(t) - bc \sum_{s=0}^t x[s]d^{t-1-s} = f_1(t) = f(t) - bd^{t+1}y(-1) - b \sum_{s=0}^t g[s]d^{t-1-s}.$$

Видно, что $f_1 \in L_{\infty}$, если $|d| < 1$.

Запишем формулу Коши для уравнения

$$(\mathcal{L}_{11}x)(t) = bc \sum_{s=0}^t x[s]d^{t-1-s} + f_1(t):$$

$$x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t, s)bc \sum_{i=0}^s x[i]d^{s-1-i} + f_1(s)ds.$$

Будем иметь $X_{11}(t) = e^{-at}$, $C_{11}(t, s) = e^{-a(t-s)}$.

Для случая положительного a имеем оценку

$$\begin{aligned} & \sup_{t \geq 0} \left| \int_0^t C_{11}(t, s)bc \sum_{i=0}^s x[i]d^{s-1-i} ds \right| \leq \\ & \leq \sup_{t \geq 0} \left(|bc| e^{-at} \int_0^t e^{as} \sum_{i=0}^s |d|^{s-1-i} ds \cdot \|x\|_{L_{\infty}} \right) \leq \\ & \leq |bc| \cdot \frac{1}{1-|d|} \cdot \sup_{t \geq 0} e^{-at} \int_0^t e^{as} ds \cdot \|x\|_{L_{\infty}} \leq \\ & \leq \frac{1}{a} \cdot |bc| \cdot \frac{1}{1-|d|} \cdot \|x\|_{L_{\infty}}. \end{aligned}$$

Получаем, что норма оператора $bC_{11}cC_{22}$ меньше 1, если

$$|bc| < a(1-|d|).$$

Таким образом, для любого $f_1 \in L_{\infty}$ решение x задачи $\mathcal{L}x = f_1$ принадлежит пространству L_{∞} , и, кроме того, производная решения \dot{x} принадлежит пространству L_{∞} . Тем самым установлено, что для любого $f_1 \in L_{\infty}$ решение x задачи $\mathcal{L}x = f_1$ принадлежит пространству $\mathcal{W}_{L_{\infty}}$.

Итак, получены условия, при которых для уравнения (11) при любом $\{f, g\} \in L_{\infty} \times \ell_{\infty}$ ее решение $\{x, y\} \in \mathbf{D} \cong \mathcal{W}_{L_{\infty}} \times \ell_{\infty 0}$.

2.3. Используем возможность сведения гибридной системы к линейному разностному уравнению, определенному на дискретном множестве точек.

Для уравнения (9) будем пользоваться такими обозначениями, которые приняты в пунктах 2.1 и 2.2.

Предположим, что общее решение уравнения $\mathcal{L}_{11}x = f$ для $f \in L$ принадлежит пространству D и представляется формулой Коши:

$$x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t,s)f(s)ds.$$

Обозначим,

$$(C_{11}f)(t) = \int_0^t C_{11}(t,s)f(s)ds,$$

$$(X_{11}x(0))(t) = X_{11}(t)x(0),$$

тогда для $x \in D$ верно представление $x = X_{11}x(0) + C_{11}f$.

Из первого уравнения в (9) найдем x :

$$x = -C_{11}L_{12}y + X_{11}x(0) + C_{11}f.$$

Воспользуемся этой подстановкой во втором уравнении (9):

$$\begin{aligned} & L_{21}x + L_{22}y = \\ & = -L_{21}C_{11}L_{12}y + L_{21}X_{11}x(0) + L_{21}C_{11}f + L_{22}y = g, \\ & -L_{21}C_{11}L_{12}y + L_{22}y = g_1 = g - L_{21}X_{11}x(0) - L_{21}C_{11}f. \end{aligned}$$

Введем обозначение $L = L_{22} - L_{21}C_{11}L_{12}$, тогда второе уравнения в (9) примет вид $Ly = g_1$.

Предположим, что вольтерров оператор $L: (\mathbf{M}_0)^0 \rightarrow \mathbf{M}$ вольтеррово обратим (задача Коши для уравнения $Ly = g_1$ однозначно разрешима при любом $g_1 \in \mathbf{M}$ ее решение $x \in \mathbf{M}_0$). Таким образом, получены условия, при которых для уравнения (9) при любом $\{f, g\} \in \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ имеем $\{x, y\} \in \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$.

Пример 2. Рассмотрим два уравнения:

$$\dot{x}(t) + ax(t) + by[t] = f(t), \quad t \in [0, \infty), \quad (12)$$

$$y[t] - dy[t-1] + cx[t] = g[t], \quad t \in [0, \infty).$$

Воспользовавшись формулой Коши для x получаем, что первое уравнение в системе (12) записывается в виде

$$x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t,s)(f(s) - by[s])ds,$$

или

$$x(t) = e^{-at}x(0) + \int_0^t e^{-a(t-s)}(f(s) - by[s])ds.$$

Подставим x во второе уравнение в системе (12):

$$\begin{aligned} & y[t] - dy[t-1] + c(e^{-at}x(0) + \\ & + \int_0^t e^{-a(t-s)}(f(s) - by[s])ds) = g[t], \\ & y[t] - dy[t-1] - bc \int_0^t e^{-a(t-s)}y[s]ds = g_1[t] = \\ & = g[t] - ce^{-at}x(0) - c \int_0^t e^{-a(t-s)}f(s)ds. \end{aligned}$$

Вычислим интеграл:

$$\begin{aligned} & bc \int_0^t e^{-a(t-s)}y[s]ds = bce^{-at} \int_0^t e^{as}y[s]ds = \\ & = bce^{-at} \sum_{i=0}^{[t]-1} y[i] \int_i^{i+1} e^{as}ds = bce^{-at} \sum_{i=0}^{[t]-1} y[i] \int_i^{i+1} e^{as}ds = \end{aligned}$$

$$= bce^{-at} \sum_{i=0}^{[t]-1} y[i](e^{a(i+1)} - e^{ai})/a =$$

$$= \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} y[i](e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}).$$

Получаем уравнение

$$\begin{aligned} & y[t] - dy[t-1] - \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} y[i](e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}) = \\ & = g_1[t], \quad t \in [0, \infty). \end{aligned}$$

Обозначим

$$(Ky)[t] = \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} y[i](e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}).$$

Предположим, что $a > 0$. Найдем оценку нормы $\|K\|_{\ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}}$:

$$\begin{aligned} \|Ky\|_{\ell_{\infty}} &= \sup_{k=0,1,2,\dots} \left| \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{[k]-1} y[i](e^{-a([k]-i-1)} - e^{-a([k]-i)}) \right| \leq \\ &\leq \|y\|_{\ell_{\infty}} \cdot \frac{|bc|}{a} \sup_{k=0,1,2,\dots} (1 - e^{-ak}) = \|y\|_{\ell_{\infty}} \cdot \frac{|bc|}{a}. \end{aligned}$$

Далее оценим норму $\|(I-S)^{-1}K\|_{\ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}}$:

$$\begin{aligned} \|(I-S)^{-1}K\|_{\ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}} &\leq \|(I-S)^{-1}\|_{\ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}} \cdot \|K\|_{\ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}} \leq \\ &\leq \frac{1}{1-d} \cdot \frac{|bc|}{a}. \end{aligned}$$

Получаем, что норма оператора $\|(I-S)^{-1}K\|_{\ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}}$ меньше 1, если $|bc| < a(1-d)$.

Получили, что для любого $g_1 \in \ell_{\infty}$ решение y уравнения $Ly = g_1$ принадлежит пространству ℓ_{∞} .

Таким образом, получены условия, при которых для системы (12) при любом $\{f, g\} \in L_{\infty} \times \ell_{\infty}$ ее решение $\{x, y\} \in W_{L_{\infty}} \times \ell_{\infty}$.

2.4. Используем теперь возможность сведения исходной гибридной системы к вспомогательному линейному интегральному уравнению на основе W -метода.

Будем применять следствие 1 из пункта 2.1.

Пример 3. Рассмотрим два уравнения:

$$\dot{x}(t) + ax(t) + by[t] = f(t), \quad t \in [0, \infty), \quad (13)$$

$$y[t] - dy[t-1] + cx[t] = g[t], \quad t \in [0, \infty).$$

Воспользовавшись формулой Коши для x получаем, что первое уравнение в системе (13) записывается в виде

$$\begin{aligned} & x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t,s)(f(s) - by[s])ds, \\ & x = X_{11}x(0) + C_{11}(f - by). \end{aligned}$$

Построим функцию Коши C_{22} и фундаментальное решение Y_{22} для уравнения $y[t] - dy[t-1] = g[t]$:

$$\begin{aligned} & y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^{[t]} g(s)d^{t-s} = \\ & = Y_{22}[t]y(-1) + (C_{22}g)[t]. \end{aligned}$$

Отсюда выразим $y[t]$ из второго уравнения системы (13):

$$y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^t (g[s] - cx[t])d^{t+1-s},$$

$$y = Y_{22}y(-1) + C_{22}(g - cx).$$

Возьмем модельное уравнение в виде системы

$$\dot{x}(t) + ax(t) = f(t), \quad t \in [0, \infty),$$

$$y[t] - dy[t-1] = g[t], \quad t \in [0, \infty).$$

Известно, что, когда $a > 0$ и $|d| < 1$, эта система будет обладать свойством: при любом $f \in L_\infty$, $g \in \ell_\infty$ имеем $x \in W_{L_\infty}$, $y \in \ell_{\infty 0}$.

Проверим, когда это свойство выполнено для системы (13). Для этого достаточно проверить утверждение следствия 1 из пункта 2.2: если справедливо

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow L_\infty \times \ell_\infty} < 1$$

или

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(W_{L_\infty \times \ell_\infty 0})^0 \rightarrow (W_{L_\infty \times \ell_\infty 0})^0} < 1,$$

то оператор $\mathcal{L}\mathcal{W}$ (оператор $\mathcal{W}\mathcal{L}$) имеет ограниченный обратный

$$(\mathcal{L}\mathcal{W})^{-1} : L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow L_\infty \times \ell_\infty$$

$$((\mathcal{W}\mathcal{L})^{-1} : (W_{L_\infty \times \ell_\infty 0})^0 \rightarrow (W_{L_\infty \times \ell_\infty 0})^0).$$

Здесь

$$\mathcal{W} = \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{11} & 0 \\ 0 & C_{22} \end{pmatrix},$$

$$(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} (t) = \begin{pmatrix} 0 & by[t] \\ cx[t] & 0 \end{pmatrix}.$$

Первый вариант. Рассмотрим случай, когда выполнено второе условие.

В силу леммы 2.4.2 книги [2] (леммы 2 статьи [1]) вместо $W_{L_\infty \times \ell_\infty 0}$ -устойчивости системы (13) можно изучать $C \times \ell_{\infty 0}$ -устойчивость этой системы. Здесь $C = C[0, \infty)$ – банахово пространство ограниченных функций $x : [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ с нормой $\|x\|_C = \sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n}$.

Перемножим:

$$\begin{pmatrix} C_{11} & 0 \\ 0 & C_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & by[t] \\ cx[t] & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & (C_{11}by)(t) \\ (C_{22}cx)[t] & 0 \end{pmatrix}.$$

Вычислим:

$$(C_{11}by)(t) = b \int_0^t e^{-a(t-s)} y[s] ds,$$

$$(C_{22}cx)[t] = c \sum_{s=0}^t x[s] d^{t+1-s}.$$

Оценим норму оператора $\|C_{11}b\|_{\ell_{\infty 0} \rightarrow L_\infty}$:

$$\begin{aligned} |b| \sup_{t \geq 0} |(C_{11}y)(t)| &= |b| \sup_{t \geq 0} \left| \int_0^t e^{-a(t-s)} y[s] ds \right| = \\ &= |b| \sup_{t \geq 0} \left| \int_0^{[t]+(t)} e^{-a([t]+(t)-s)} y[s] ds \right| = \\ &= |b| \sup_{t \geq 0} \left(\int_{\{t\}}^{[t]} e^{-a([t]+(t)-s)} |y[s]| ds + \right. \\ &\quad \left. + \int_0^{\{t\}} e^{-a([t]+(t)-s)} |y[s]| ds \right) \leq \\ &\leq |b| \sup_{t \geq 0} \int_0^{[t]} e^{-a([t]+(t)-s)} |y[s]| ds + \\ &\quad + |b| \sup_{t \geq 0} \int_0^{\{t\}} e^{-a([t]+(t)-s)} |y[s]| ds \leq \\ &\leq |b| \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)} \int_0^{[t]} e^{-a([t]-s)} |y[s]| ds + \\ &\quad + |b| \cdot |y(0)| \sup_{t \geq 0} e^{-at} \int_0^{\{t\}} e^{as} ds \leq \\ &\leq |b| \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)-a[t]} \sum_{i=0}^{[t]-1} |y[i]| \int_i^{i+1} e^{as} ds + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ &\leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)-a[t]} \sum_{i=0}^{[t]-1} |y[i]| (e^{a(i+1)} - e^{ai}) + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ &\leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)-a[t]} \sum_{i=0}^{[t]-1} (e^{a(i+1)} - e^{ai}) ds \cdot \|y\|_{\ell_\infty} + \\ &\quad + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ &\leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)} \cdot \sup_{k=0,1,2,\dots} \sum_{i=0}^{k-1} (e^{-a(k-i-1)} - e^{-a(k-i)}) \cdot \|y\|_{\ell_\infty} + \\ &\quad + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ &\leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)} \cdot \sup_{k=0,1,2,\dots} (1 - e^{-ak}) \cdot \|y\|_{\ell_\infty} + \\ &\quad + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \frac{|b|}{a} \max\{1, e^a - 1\} \|y\|_{\ell_\infty}. \end{aligned}$$

Таким образом, если $0 < a \leq \ln 2$, то

$$\|C_{11}b\|_{\ell_{\infty 0} \rightarrow L_\infty} < \frac{|b|}{a}.$$

Оценим норму оператора $\|C_{22}c\|_{C \rightarrow L_\infty}$:

$$\sup_{t \geq 0} \left| c \sum_{i=0}^t x[i] d^{t+1-i} \right| \leq |c| \cdot \sup_{t \geq 0} \sum_{i=0}^t |d|^{t-i} \cdot \|x\|_C \leq$$

$$\leq |c| \cdot \frac{1}{1-|d|} \cdot \|x\|_C,$$

$$\|C_{22}c\|_{C \rightarrow L_\infty} \leq |c| \cdot \frac{1}{1-|d|}.$$

Если в пространстве \mathbb{R}^2 норму определять тремя различными способами –

$$\|(x, y)\|_1 = |x| + |y|, \quad \|(x, y)\|_2 = (x^2 + y^2)^{1/2},$$

$$\|(x, y)\|_\infty = \max\{|x|, |y|\},$$

то соответствующие нормы матрицы $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ имеют вид

$$\|A\|_1 = \sup\{|a_{11}| + |a_{12}|, |a_{21}| + |a_{22}|\},$$

$$\|A\|_2 \leq (a_{11}^2 + a_{12}^2 + a_{21}^2 + a_{22}^2)^{1/2},$$

$$\|A\|_\infty = \max\{|a_{11}| + |a_{21}|, |a_{12}| + |a_{22}|\}.$$

Пусть $0 < a \leq \ln 2$. Тогда в соответствии с тремя упомянутыми нормами получаем три оценки нормы оператора $\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)$:

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(C \times \ell_{\infty})^0 \rightarrow (C \times \ell_{\infty})^0} \leq \frac{|b|}{a} + \frac{|c|}{1 - |d|},$$

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(C \times \ell_{\infty})^0 \rightarrow (C \times \ell_{\infty})^0} \leq \left(\frac{b^2}{a^2} + \frac{c^2}{(1 - |d|)^2} \right)^{1/2},$$

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(C \times \ell_{\infty})^0 \rightarrow (C \times \ell_{\infty})^0} \leq \max \left\{ \frac{|b|}{a}, \frac{|c|}{1 - |d|} \right\}.$$

Итак, при $0 < a \leq \ln 2$ получаем три условия устойчивости – либо $\frac{|b|}{a} + \frac{|c|}{1 - |d|} < 1$, либо

$$\frac{b^2}{a^2} + \frac{c^2}{(1 - |d|)^2} < 1, \text{ либо } \max \left\{ \frac{|b|}{a}, \frac{|c|}{1 - |d|} \right\} < 1.$$

Второй вариант. Получим условия, при выполнении которых будет иметь место оценка $\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow L_\infty \times \ell_\infty} < 1$. Используя обозначения $(\bar{Y})(t) = y[t]$ и $(\bar{X})(t) = x[t]$, имеем

$$\begin{pmatrix} 0 & b\bar{I} \\ c\bar{I} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{11} & 0 \\ 0 & C_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} (t) = \begin{pmatrix} b(C_{22}y)[t] \\ c(C_{11}x)[t] \end{pmatrix}$$

и

$$c(C_{11}x)[t] = c \int_0^t e^{-a(t-s)} x(s) ds,$$

$$b(C_{22}y)[t] = b \sum_{s=0}^{[t]} y[s] d^{t-1-s}.$$

Оценим норму оператора $\|cC_{11}\|_{L_\infty \rightarrow \ell_\infty}$.

Пусть $a > 0$.

Вычислим интеграл:

$$\left| c \int_0^{[t]} e^{-a(t-s)} x(s) ds \right| = |ce^{-at} \int_0^{[t]} e^{as} x(s) ds| =$$

$$= |ce^{-at} \sum_{i=0}^{[t]-1} \int_i^{i+1} e^{as} x(s) ds| \leq$$

$$\leq |c| e^{-at} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{L_\infty[i, i+1]} \int_i^{i+1} e^{as} ds =$$

$$= |c| e^{-at} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{L_\infty[i, i+1]} (e^{a(i+1)} - e^{ai}) / a =$$

$$= \frac{|c|}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{L_\infty[i, i+1]} (e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}).$$

Обозначим

$$(Kx)[t] = \frac{|c|}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{L_\infty[i, i+1]} (e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}).$$

Найдем оценку нормы $\|K\|_{L_\infty \rightarrow \ell_\infty}$:

$$\begin{aligned} \|Kx\|_{\ell_\infty} &= \sup_{[t]=1, 2, \dots} \left| \frac{c}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{L_\infty[i, i+1]} (e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}) \right| \leq \\ &\leq \|y\|_{\ell_\infty} \cdot \frac{|bc|}{a} \sup_{k=0, 1, 2, \dots} (1 - e^{-ak}) = \|x\|_{L_\infty} \cdot \frac{|c|}{a}. \end{aligned}$$

Оценим норму оператора $\|bC_{22}\|_{\ell_\infty \rightarrow L_\infty}$:

$$\sup_{t \geq 0} |b \sum_{i=0}^{[t]} y[i] d^{t-1-i}| \leq |b| \cdot \sup_{t \geq 0} \sum_{i=0}^{[t]} |d|^{t-1-i} \cdot \|y\|_{\ell_\infty} \leq$$

$$\leq |b| \cdot \frac{1}{1 - |d|} \cdot \|y\|_{\ell_\infty},$$

$$\|bC_{22}\|_{\ell_\infty \rightarrow L_\infty} \leq |b| \cdot \frac{1}{1 - |d|}.$$

Рассмотрим отдельно три случая определения нормы в пространстве \mathbb{R}^2 : $\|(\cdot, \cdot)\|_1$, $\|(\cdot, \cdot)\|_2$, $\|(\cdot, \cdot)\|_\infty$.

Пусть $a > 0$, в случае первой нормы получаем

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow L_\infty \times \ell_\infty} \leq \frac{|c|}{a} + \frac{|b|}{1 - |d|},$$

в случае второй нормы получаем

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow L_\infty \times \ell_\infty} \leq \left(\frac{c^2}{a^2} + \frac{b^2}{(1 - |d|)^2} \right)^{1/2},$$

в случае третьей нормы получаем

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow L_\infty \times \ell_\infty} \leq \max \left\{ \frac{|c|}{a}, \frac{|b|}{1 - |d|} \right\}.$$

Итак, при $a > 0$ получаем три условия устойчивости: $\frac{|c|}{a} + \frac{|b|}{1 - |d|} < 1$, $\frac{c^2}{a^2} + \frac{b^2}{(1 - |d|)^2} < 1$,

$$\max \left\{ \frac{|c|}{a}, \frac{|b|}{1 - |d|} \right\} < 1.$$

Таким образом, мы решили задачу, когда для уравнения (13) при любом $\{f, g\} \in L_\infty \times \ell_\infty$ ее решения $\{x, y\}$ оказываются элементами пространства $W_{L_\infty \times \ell_\infty}$.

История вопроса об устойчивости решений для линейных разностных уравнений и для ЛФДУП представлена в работе [36]. Там же описывается применение линейного ГФДСП для моделирования инвестиционного развития высокотехнологических производств.

3. Программные средства моделирования и анализа

В этом разделе мы ограничиваемся недавними результатами исследования некоторых актуальных прикладных задач и описанием разработанных программных средств.

3.1. Задачи построения моделей внутренних рейтингов

Задача, связанная с построением внутренней рейтинговой модели компаний, решает ряд практических аспектов построения IRB-моделей, связанных с определением параметров дискретизации и динамических преобразований факторов, использованием в качестве факторов макроэконо-

мических переменных и маппингом модели с международной шкалой.

Важным этапом внедрения IRB-подхода является разработка качественной модели оценки вероятности дефолта компаний-контрагентов, позволяющей эффективно оценивать их кредитное качество. Разработка такой модели является нетривиальной задачей и может быть связана с множеством технических деталей и сложностей. Алгоритм построения модели вероятности дефолта состоит из следующих этапов:

1. Определение набора потенциальных факторов модели: групп финансовых коэффициентов, макропоказателей; расчет отобранных финансовых коэффициентов на данных отчетности.

2. Анализ финансовых коэффициентов (построение ROC-кривых, расчет коэффициентов Area Under Curve (AUC), отбор показателей, имеющих максимальную предсказательную силу, анализ выбросов, проведение процедуры дискретизации).

3. Перебор всевозможных вариантов модели логистической регрессии, оцениваемых только с использованием финансовых коэффициентов, выбор наилучшего варианта модели.

4. Добавление в модель, определенную на шаге 3, макрофакторов, выбор наилучшего варианта модели.

5. Оценка устойчивости коэффициентов модели на различных периодах.

В работе [38] при построении модели вероятности дефолта было рассмотрено 18 финансовых коэффициентов, которые можно разделить на следующие группы:

- коэффициенты структуры капитала и долговой нагрузки;
- коэффициенты рентабельности;
- коэффициенты ликвидности;
- коэффициенты оборачиваемости;
- коэффициенты масштаба деятельности.

Выборка, на которой производился анализ и построение модели вероятности дефолта, содержит данные годовой отчетности (1,2 формы) за 7 лет для более чем 8 тысяч российских компаний нефинансового сектора: всего порядка 50 тысяч наблюдений с долей дефолтных наблюдений на уровне 2,3%. Деление исходной выборки на обучающую и контрольную производилось в соотношении 70%/30% с требованием равного уровня дефолтности внутри каждой подвыборки.

Авторами была построена серия моделей, позволяющих достичь точности прогнозирования на уровне 80–90% по критерию AUC [46]. Полученные результаты были применены в интересах различных заказчиков из реального и банковского секторов.

По результатам эмпирического исследования авторы сформулировали ряд практических выводов:

1. Предсказательная сила факторов может значительно снижаться при переходе к динамическим преобразованиям (приростам, темпам прироста).

2. Дискретизация значений факторов позволяет повысить их предсказательную силу и перейти к монотонной ROC-кривой.

3. Макроэкономические факторы целесообразно включать в модель в том случае, когда выборка репрезентативна по отношению к макроэкономическому циклу.

Задачи построения моделей были решены с использованием программного комплекса «ПРО-ГНОЗ. Кредитный риск», который обеспечивает полную информационную и аналитическую поддержку процедуры анализа финансового состояния контрагентов и позволяет проводить переоценки моделей с различными показателями и по различным группам контрагентов (рис. 1).

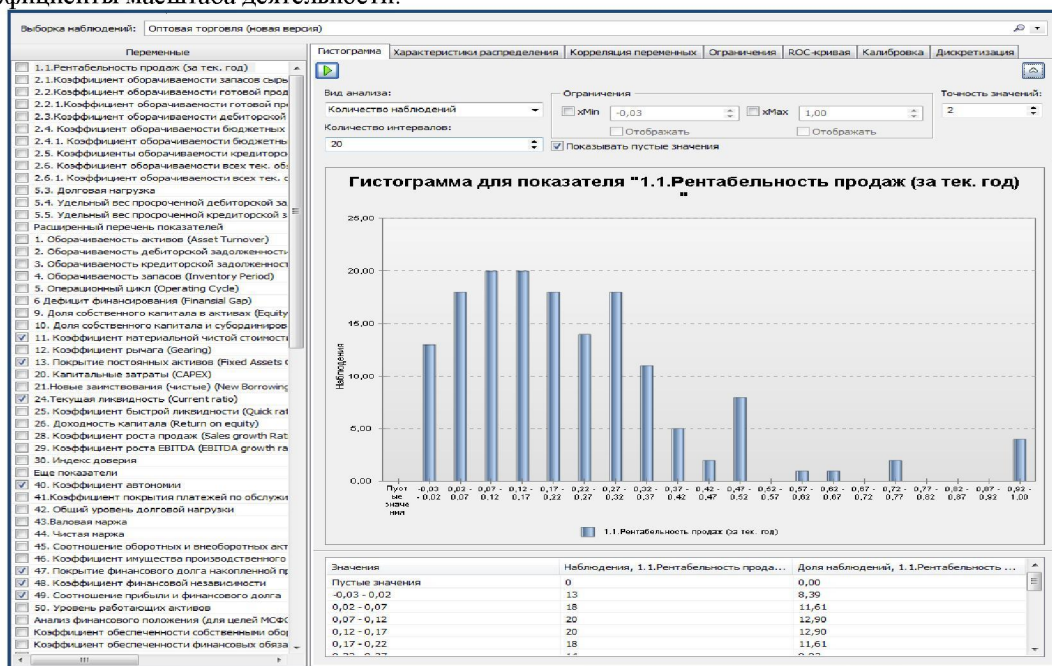


Рис. 1. Интерфейс программного комплекса для построения моделей внутреннего рейтинга

3.2. Задачи анализа шоковых явлений и механизмов их возникновения

Одной из наиболее актуальных проблем современной экономической теории является понимание механизма формирования цен. Существует множество работ, посвященных изучению стилизованных фактов ценовых рядов, но причина существования этих фактов до сих пор неясна. Логично предположить, что изучение динамики рыночных характеристик околоценовых шоков может дать ценную информацию для понимания природы данного явления. На основе использования статистического подхода мы попытались ответить на вопрос: «Что происходит в непосредственной близости (при рассмотрении высокочастотных данных) от крупных ценовых скачков?» Попытка исследовать шоки и до-, послешоковое рыночное поведение не является новой. Понятие рыночного шока относительно и должно рассматриваться в неразрывной связи с временной шкалой и уровнем локальной волатильности. В рамках исследования [37] рассматривалось три типа событий, тип события определяется соответствующей временной шкалой (уровень часов, минут и тиков). Далее они обозначались как макро-, мезо- и микрособытия соответственно и анализировались четыре ключевых рыночных метрики (цена, торговый дисбаланс, торговый объем, бид-аск спрэд) в непосредственной близости от этих событий.

В рамках исследований [45] было определено три временных шкалы:

- уровень часов (обозначим его как макроуровень);
- уровень минут (мезоуровень);
- уровень тиков (микроуровень).

С целью идентификации событий на макро- и мезоуровнях был сгенерирован ряд минутных цен, которые рассчитывались как полусумма лучшей цены на покупку и лучшей цены на продажу на конец каждой минуты. На микроуровне была использована тиковая динамика цены, под тиком мы понимали любое изменение цены вследствие исполнения заявок.

С целью идентификации шоков на макроуровне объединялись два фильтра (абсолютный и относительный) и рассматривали изменение цены как шок, если происходило одновременное срабатывание фильтров.

Чтобы определить экстремальное событие на мезоуровне, использовался фильтр, который сравнивает абсолютное значение минутной доходности со скользящим средним этого показателя. Шок определялся моментом времени, когда абсо-

лютное значение минутной доходности в s раз превышает скользящее среднее минутной доходности.

На тиковой шкале мы применили методологию Napex, которая определяет снижение (повышение) цены как шок, если цена снижалась (росла) как минимум 10 тиков подряд до смены тенденции в течение 2 секунд и изменение цены превышает 0,8%. Под тиком понимается изменение цены, вызванное сделкой (сделками). Для применения данного типа фильтрации был сгенерирован ряд тиковых цен, построенный на основе данных по сделкам.

На макроуровне за четыре анализируемых месяца было идентифицировано 1820 событий. На мезоуровне было идентифицировано 13 368 событий, 461 в среднем по каждой акции, или 5,5 событий в день. Аналогично макрошкале, частота идентифицированных событий различается значительно между акциями: от 0,4 до 17 шоков в день. Мы обнаружили обратную зависимость между количеством обнаруженных шоков на мезоуровне и средним значением количества сделок/заявок [37, рис. 1]. Чем больше сделок/заявок в среднем в день, т. е. чем более ликвидна акция, тем меньше шоков на мезоуровне она имеет. На микроуровне было идентифицировано 369 событий, в среднем 3,3 события в месяц по каждой акции. Частота событий варьируется от 0 до 12,8 событий в месяц по каждой акции. Изучая причины данных событий, мы обнаружили, что на микроуровне все события вызваны временным кризисом ликвидности — моментом торгов, когда поступает одна крупная рыночная заявка и исполняется большим количеством сделок с мелкими заявками противоположной направленности, ведущим к резкому изменению цены.

Одним из важнейших вопросов, исследованных в работе [19], является изучение поведения HFT (англ. High Frequency Trading) участников в моменты рыночных шоков. Для этой цели были выделены движения рынка, которые превышают 8 стандартных отклонений и 50 базисных пунктов в минутных интервалах. Общее количество рассматриваемых шоков превысило 1000. Для анализа отдельно были рассмотрены шоки, сопровождаемые движением цены вверх и движением вниз. Типичные профили шоков представлены на рис. 2.

Для каждого шока был построен агрегированный профиль торгового объема и обнаружено, что во время шока объем торгов на рынке увеличивается в среднем в 10 раз. Анализ показывает, что в среднем за 5 минут до шока возникает скачок в торговом дисбалансе (рис. 3).

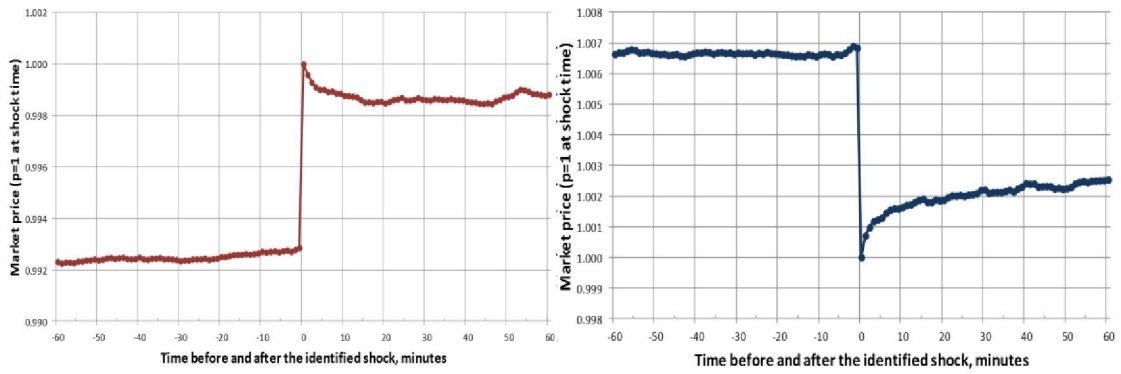


Рис. 2. Типичный профиль ценового шока (на этом графике и далее: сверху изображены показатели для шока вверх, снизу – для шока вниз)

В данном случае торговый дисбаланс измеряется на основе соотношения рыночных заявок на покупку и на продажу:

$$I_t = \frac{V_b}{V_s + V_b}, \quad I_t - \text{торговый дисбаланс в момент времени } t, \quad V_b - \text{общий объем рыночных за-}$$

явок на покупку, V_s – общий объем рыночных за-
явок на продажу.

явок на покупку, V_s – общий объем рыночных за-
явок на продажу.

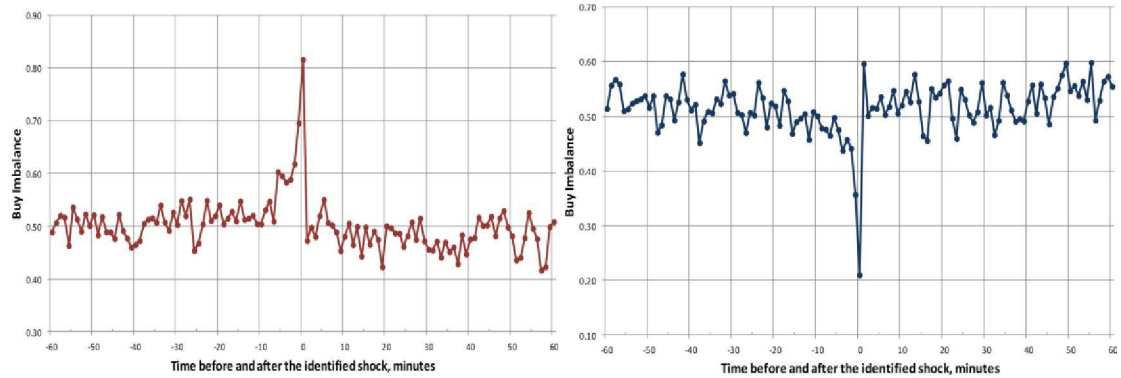


Рис. 3. Агрегированный профиль торгового дисбаланса

Для анализа поведения HFT участников в моменты шоков была рассмотрена метрика, характеризующая агрессивность заявок по исполненным сделкам с участием HFT. Было обнаружено, что во

время шоков высокочастотные участники ведут себя более агрессивно и являются инициаторами сделок на рынке.

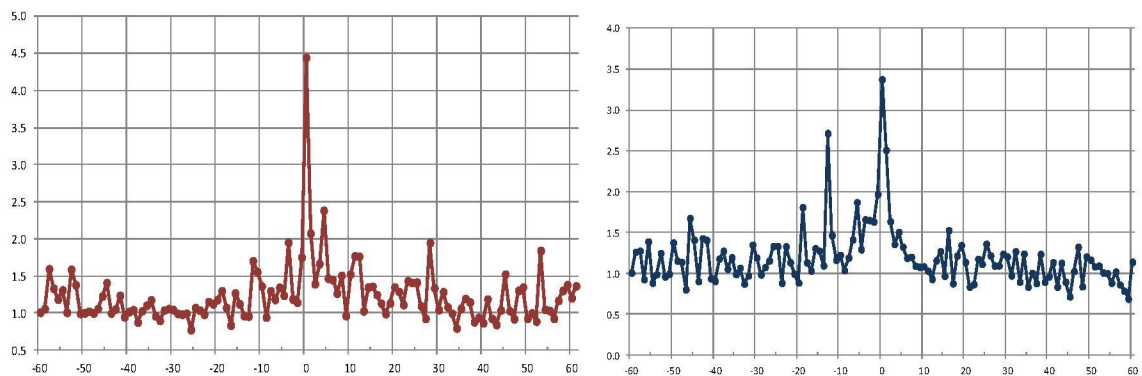


Рис. 4. Агрегированный профиль агрессивности заявок HFT

На большинстве рынков HFT присутствуют как на лучшей цене на покупку, так и на лучшей цене на продажу. При этом можно наблюдать, что со стороны, в которую идет направление шока,

HFT участники снимают свои заявки и выставляют дополнительные заявки на противоположной стороне (см. рис. 5).

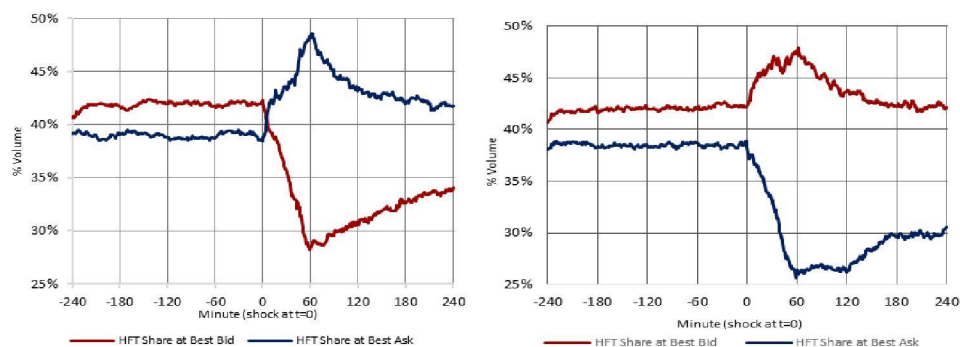


Рис. 5. Агрегированный профиль доли присутствия HFT заявок на лучших ценах

Таким образом, во время шоков HFT начинают вести себя более агрессивно и снижают предоставляемую ликвидность на стороне шока.

3.3. Построение типологии участников финансового рынка

Одним из наиболее значимых изменений структуры финансового рынка за последние несколько лет является развитие высокочастотной торговли (HFT). Согласно экспертным оценкам высокочастотная торговля отвечает за большую часть транзакций финансовых рынков (например, более 77% транзакций на рынке Великобритании согласно «Tabb Group») и способна критически влиять на возникновение системных нестабильностей. В статье [30] были выделены основные черты, характеризующие алгоритмы высокочастотной торговли:

1) Сложные высокоскоростные программы. Для повышения скорости принятия решений высокочастотные трейдеры используют сложное дорогостоящее оборудование, которое позволяет отслеживать и анализировать значительные массивы информации и принимать инвестиционные решения на основе выявленных закономерностей в режиме реального времени. Высокая сложность алгоритмов и требуемое быстрое действие практически исключает участие человека из процесса принятия решений.

2) Минимизация времени задержки (латентности). Существует прямая зависимость эффективности торговых алгоритмов от времени передачи поручений от алгоритма до ядра биржи.

3) Генерация значительного объема сообщений в течение дня. Высокочастотная торговля, как правило, характеризуется высоким количеством сообщений (выставлений, изменений, снятий заявок и совершения сделок), высоким торговым оборотом в течение торгового дня, высоким отношением количества выставленных заявок к числу исполненных сделок, относительно коротким средним временем жизни заявки.

4) Близкая к нулевой позиция на конец торгового дня. Горизонт удержания позиций, с которым работают высокочастотные трейдеры, обычно составляет от миллисекунд до часов.

5) Частные фирмы, торгующие на собственные средства.

Появление подобных алгоритмов способно влиять на фундаментальные процессы, происходящие на уровне микроструктуры рынка, и одной из

важнейших задач является идентификация таких высокочастотных участников на рынке. В работах [15; 16; 19] предложены различные способы выделения высокочастотных участников рынков, основываясь на методах деления участников на высокочастотных (HFT), долгосрочных инвесторов (LLT) и мелких участников (SMT). В работе [19] анализ характеристик участников позволил выделить 10 наиболее показательных характеристик, которые способны объяснить более 70% вариаций характеристик рыночных участников. При этом анализ этих характеристик на одном из азиатских рынков позволяет выявить около 30 наиболее активных счетов с характеристиками, свойственными HFT. Данный класс счетов был ответственным за создание больше половины всего потока заявок, 75% всех сделок (67 % всего оборота на рынке) и 80% изменений всех цен.

Экология участников финансового рынка в значительной степени зависит от высокочастотных участников, которые влияют на качественные и количественные показатели рынка. Кроме того, в работе [44] было показано, что интенсивность выставления заявок HFT участниками значительно зависит от времени выставления заявок и в дневной период усиливаются обратные связи при выставлении заявок.

В работе [19] для оценки влияния HFT участников на рынок использовалась векторная авторегрессия (VAR) следующего вида:

$$HFT_{i,t} = a_i + \sum_{k=1}^n b_i MQ_{i,t-k} + \sum_{k=1}^n c_k HFT_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t}$$

$$MQ_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^n \beta_i MQ_{i,t-k} + \sum_{k=1}^n \gamma_k HFT_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t},$$

где $HFT_{i,t}$ – общий объем торгов HFT в момент времени t , $MQ_{i,t}$ – рыночные переменные, n – количество лагов ($n = 1, 2, \dots, 6$).

В роли переменных качества финансового рынка рассматривались следующие:

- относительный спред;
- глубина рынка;
- волатильность средней цены (mid-point);
- волатильность Роджера – Сатчела;
- XLM (Xetra Liquidity Measure).

В рамках проведения анализа были рассчитаны VAR(p) модели для каждого инструмента и каждого дня (более 500 моделей). Далее для каждого случая был проанализирован информационный

критерий Акаике (AIC). Мы обнаружили, что в большинстве случаев влияние HFT торговли на рыночные характеристики с лагом в 1 минуту не существенны, исключая волатильность, которая показывает положительную зависимость от объема торгов $HFT(t-1)$. Таким образом, можно говорить об увеличении краткосрочной рыночной волатильности на следующую минуту при увеличении объема торгов HFT. Ликвидность финансового рынка значимо не зависит от торгов HFT (более детально показатели ликвидности представлены в работе [41]). Что же касается метрики XLM, в большинстве случаев p-value лагового влияния HFT на дан-

ную метрику ниже 5%, но при этом коэффициент статистически значим в 17% случаев. Из этого можно сделать вывод, что высокочастотные участники рынка не воздействуют постоянно на ликвидность на рынке и при этом существуют моменты, когда с ростом объема торгов HFT ликвидность уменьшается.

Разработки по данному направлению были положены в основу инструментального решения задач анализа микроструктуры финансового рынка в программном комплексе «ПРОГНОЗ. Timeline» (рис. 6).

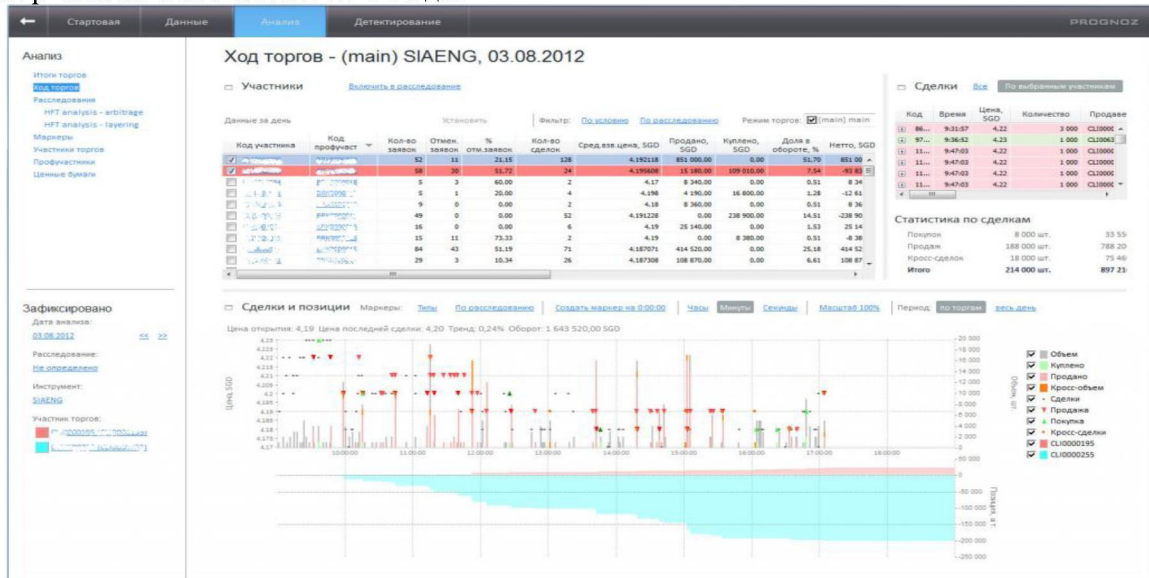


Рис. 6. Интерфейс «ПРОГНОЗ. Timeline»

Статистическая информация об участниках торгов, возможность создания моделей и эффективная визуализация позволяют решать широкий спектр задач анализа микроструктуры финансовых рынков.

3.4. Задачи анализа последствий регулирования финансовых рынков

Основным регулирующим параметром финансовых рынков является минимальное изменение цены и объем лота на финансовом инструменте. История регулирования и изменения минимального изменения цены началась в 1992 г., когда Американская фондовая биржа (AMEX) снизила размер тика с 1/8 доллара до 1/16 для акций, цены которых находились в диапазоне от 1 до 5 долларов США. Последствия снижения минимального размера цены активно обсуждаются в научном сообществе. В процессе этого обсуждения не сложилось единого мнения о пользе или вреде уменьшения размера тика.

Минимальный размер цены является абсолютной величиной и для сравнения различных инструментов, стран, анализа взаимосвязей между переменными, не подходит. Для таких целей удобнее использовать относительное минимальное изменение цены (или относительный размер тика), которое вычисляется следующим образом:

$$relative\ tick\ size = 10000 \cdot \frac{tick\ size}{avg.\ price}$$

где $relative\ tick\ size$ – относительное минимальное изменение цены,

$tick\ size$ – абсолютное минимальное изменение цены,

$avg.\ price$ – среднее значение цены за расчетный период (данный показатель измеряется в базисных пунктах).

В работе [13] было проанализировано 60 финансовых инструментов с различным размером минимального изменения цены, начиная от инструментов с очень большим значением тика (72 базисных пункта) и заканчивая очень малыми значениями тика (0,18 базисных пунктов). С уменьшением размера тика микроструктура финансовых инструментов значительно изменяется. Наиболее заметно изменяется ценовая динамика инструментов. В работе [14] были выделены основные свойства потока заявок и проведен последующий анализ их связи с относительным значением тика:

- структура распределения объемов заявок;
- структура распределения цен заявок;
- интенсивность отмены заявок.

Одной из важнейших характеристик потока заявок на рынке является распределение размера заявок (рис. 7).

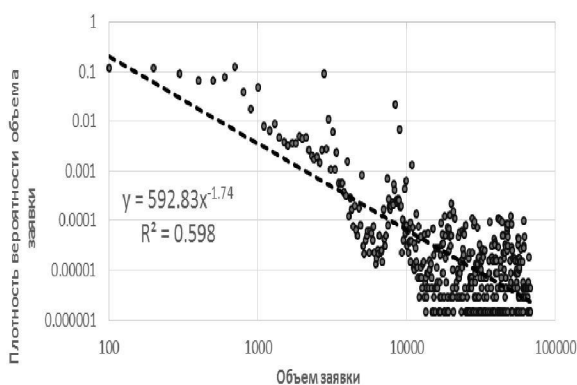


Рис. 7. Распределение объемов заявок для обыкновенных акций ОАО «Аэрофлот»

При построении распределений для различных инструментов из анализируемой выборки было обнаружено, что распределение объема заявок имеет степенную форму (см. рис. 8). Таким образом, в случае большого значения тика на ры-

нок приходят более крупные заявки. В случае малого размера тика крупные заявки дробятся на более мелкие и таким образом в среднем размер заявки становятся меньше.

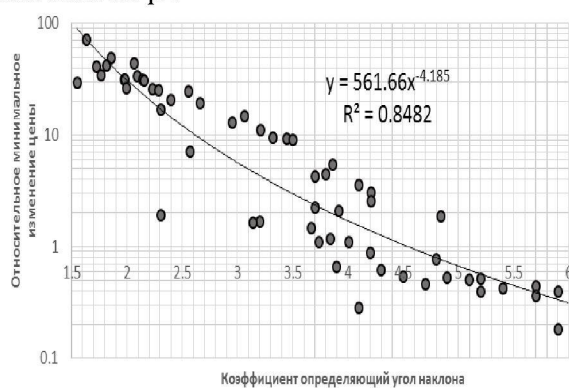


Рис. 8. Диаграмма рассеяния коэффициента наклона степенного распределения от размера относительного тика

Цены заявок, приходящих на рынок, зависят от текущей цены финансового инструмента. Для сравнения распределения цен заявок необходимо построить величину, не зависящую от конкретной цены актива. *Расстояние до цены* (англ. *price distance*) является такой характеристикой. Обозначим данную характеристику следующим образом:

$price\ distance = (p - p_b) / ticketsize$ для заявок на покупку и $price\ distance = (p_a - p) / ticketsize$ для

заявок на продажу, где p – цена заявки а, p_a, p_b – лучшая цена на продажу и лучшая цена на покупку соответственно.

Характеристика расстояния до лучшей цены на рынке измеряется в количестве тиков. По результатам построения распределения данной величины, в работе [40] обнаружено, что данное распределение является смешанным и не описывается каким-либо известным распределением из математической статистики (см. рис. 9).

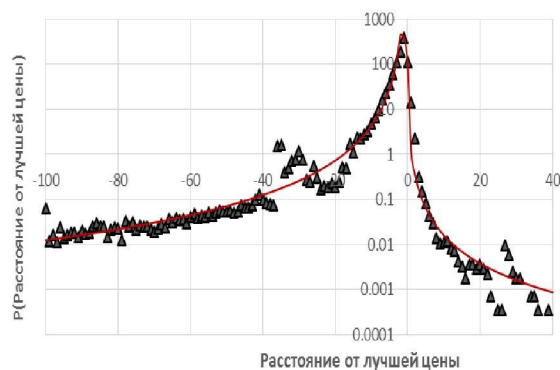


Рис. 9. Распределение цен заявок для обыкновенных акций ОАО «Аэрофлот»

Для данного распределения была рассчитана доля приходящих заявок на лучшую цену, вглубь книги заявок и на противоположную сторону книги заявок (таким образом, разделили распре-

деление на 3 части). По результатам расчета этих долей для всех инструментов в работе [12] были обнаружены степенные зависимости (см. рис. 10).

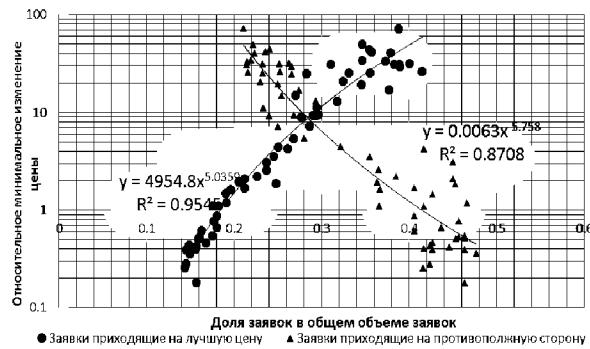


Рис. 10. Диаграмма рассеяния доли приходящих заявок от размера относительного тика

Для заявок, приходящих на лучшую цену на рынке, коэффициент наклона положителен. Данный факт свидетельствует о том, что с ростом размера тика растет и доля заявок, приходящих на уровень лучшей цены на рынке. Для заявок, попадающих на противоположную сторону книги заявок, угол наклона отрицательный. Таким образом, с увеличением размера тика, уменьшается число сделок.

В статье [12] приводится схема условного процесса отмены заявок. В данном процессе вероятность отмены зависит в большей степени от текущих рыночных условий по отношению к отменяемой заявке. В общем виде формула условной вероятности отмены заявок выглядит следующим образом:

$$P(C_i | y_i, n_{imb}, n_{tot}, \dots) = A(1 - \exp^{-K_1 y_i}) (1 - \exp^{-D n_{tot}}) (K_2 \cdot n_{imb} + b),$$

где $P(C_i | y_i, n_{imb}, n_{tot}, \dots)$ – условная вероятность отмены заявки;

y_i – относительная позиция заявки в книге заявок;

n_{imb} – коэффициент дисбаланса в книге заявок;

n_{tot} – общее число заявок в книге заявок;

A – параметр, характеризующий максимальную вероятность отмены заявки;

K_1 – параметр чувствительности вероятности отмены к относительной позиции заявки в книге заявок;

D – параметр чувствительности вероятности отмены к общему числу заявок;

K_2 – параметр чувствительности вероятности отмены к дисбалансу в книге заявок;

b – параметр поправки коэффициента дисбаланса.

При анализе зависимостей показателей от размера минимального изменения цены была обнаружена зависимость от коэффициента K_1 (рис. 11). Коэффициент K_1 отвечает за чувствительность цены заявки к текущему состоянию рынка. Таким образом, с уменьшением размера тика снижается чувствительность цены заявки к текущему положению цены на рынке.

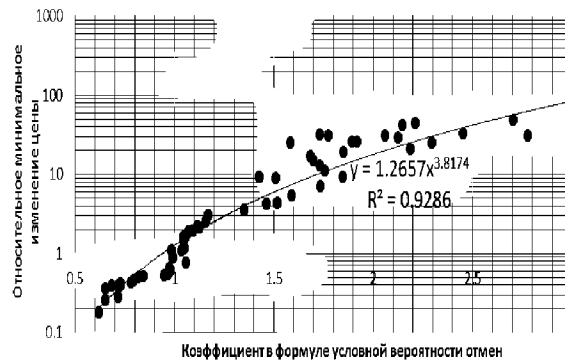


Рис. 11. Диаграмма рассеяния зависимости коэффициента условной вероятности отмен от размера относительного тика

В работе [12] была сформулирована методика, позволяющая учитывать последствия изменений размера тика в свойствах потока заявок. Выявленные зависимости могут быть выражены следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} K_1 = 0,94 \cdot TS^{0,2619} \\ \alpha_{volume} = 4,512 \cdot TS^{-0,238} \\ Q_{same} = 0,185 \cdot TS^{0,198} \\ Q_{opposite} = 0,416 \cdot TS^{-0,178} \\ Q_{best} = 1 - 0,416 \cdot TS^{-0,178} - 0,185 \cdot TS^{0,198}, \end{cases}$$

где K_1 – параметр чувствительности вероятности отмены заявки к относительной позиции заявки в книге заявок;

α_{volume} – угол наклона степенного закона в распределении объемов заявки;

Q_{same} – вероятность попадания заявки внутри книги заявок (для заявок на покупку цена ниже лучшей цены спроса и для заявок на продажу выше лучшей цены предложения);

$Q_{opposite}$ – вероятность попадания заявки на противоположную сторону книги заявок (для заявок на покупку цена выше лучшей цены спроса и для заявок на продажу ниже лучшей цены предложения);

Q_{best} – вероятность попадания заявки на лучшую цену (для заявок на покупку цена равна лучшей цене спроса и для заявок на продажу цена равна лучшей цене предложения);

TS – величина относительного размера тика на рынке.

В современном мире проблема установления правил для регулирования минимального изменения цены все еще актуальна. Биржи и регуляторы финансовых рынков до сих пор проводят изменения в правилах назначения размера тика. В ходе работы по данному направлению было обнаружено, что с уменьшением размера тика:

- средний размер заявки на рынке уменьшается;
- количество сделок, происходящих на рынке, увеличивается;
- количество заявок, приходящих на уровень лучшей цены на рынке, снижается;
- общая вероятность отмены заявки увеличивается;
- вероятность отмены становится более чувствительной к ситуации на рынке.

Данные выводы хорошо согласуются с результатами, полученными в ходе регулирования реального рынка. Предложенная методика может быть использована для прогнозирования микроструктуры финансового рынка при изменении размера тика.

3.5. Задачи построения имитационных моделей финансовых рынков

Имитационный подход к моделированию сложных систем был успешно применен во многих

областях науки и промышленности. Первая агентная имитационная модель финансового рынка появились в начале 90-х в институте Santa Fe и носила в большей степени экспериментальный характер. В данной модели торговали виртуальные агенты, которые предъявляли спрос или предложения на актив. В зависимости от уровня дисбаланса покупателей и продавцов менялась цена на финансовый актив. Данная модель вызвала значительный рост схожих моделей в различных вариациях и с различными предположениями. Проблемой данного класса моделей является значительное число предположений и неэмпирическая природа параметров в модели. Для данного класса моделей вопрос бек-тестирования сводился к подбору таких параметров, которые бы с максимальным приближением описывали эмпирические данные.

С развитием технологий у исследователей появилась более подробная информация о ходе торгов. Наиболее полной является транзакционная информация, в которой содержатся записи о всех заявках и сделках, произошедших на рынке. В рамках данной задачи был разработан подход к построению имитационных моделей микроструктуры фондового рынка, которые в отличие от существующих аналогов способны учитывать изменения со стороны регулятора финансовых рынков (в области изменения размера тика и в области ограничений или предпочтений для определенного класса участников рынка). В качестве исходной концепции для моделирования микроструктуры была выбрана модель Майка – Фармера (модель с «нулевым интеллектом»), разработанная под руководством профессора Д. Фармера. Как показано в работе [14], модель имеет ряд ограничений, оказывающих влияние на качество и точность имитационной модели. Кроме того, в модели не могут быть учтены внешние воздействия, такие как ограничения, накладываемые регулятором. В ходе исследования на базе модели Майка – Фармера была создана имитационная модель, устранившая недостатки базовой модели. Модель включает в себя 2 типа агентов – шумовые агенты и высокочастотные участники рынка (рис. 12).

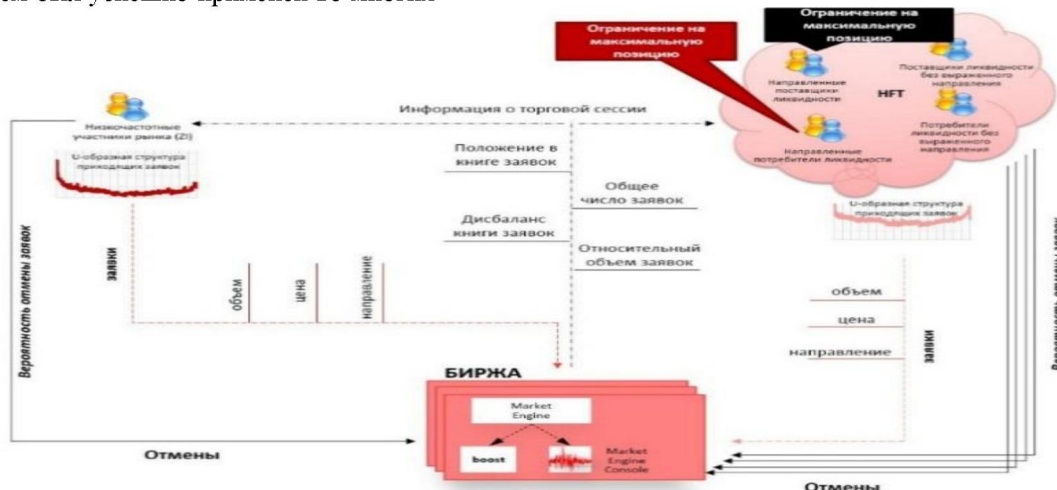


Рис. 12. Структура имитационной модели микроструктуры фондового рынка

Высокочастотные участники рынка подразделены на 4 типа агентов – направленные поставщики ликвидности (межрыночные арбитражеры), направленные потребители ликвидности (алгоритмы исполняющие крупные заявки), поставщики ликвидности без выраженного направления в торговле (маркет-мейкеры), потребители ликвидности без выраженного направления в торговле (статистические арбитражеры). Каждый из агентов выставляет и снимает заявки на рынке.

Каждая выставляемая заявка имеет направление, объем и цену. Для симуляции направления заявок использованы методики, разработанные профессором Ф.Лилло, которые позволяют воссоздавать поток заявок с длинной памятью. Автором данного исследования было предложено моделировать объем заявок с использованием степенного распределения, которое бы позволяло воссоздавать ситуацию прихода на рынок крупных заявок, приводящих к существенным изменениям на микроструктурном уровне. Для моделирования цены заявки рассматривалось распределение расстояния заявки от лучших цен на рынке. В работе [40] впервые было предложено разделить данное распреде-

ление на три составные части для учета влияния размера тика на данное распределение (рис. 13).

Для каждого из агентов оцениваются параметры распределений заявок и оценивается временная зависимость числа входящих заявок. Каждый участник выставляет отмены своих заявок с заданной вероятностью. Вероятность является условной и зависит от текущего состояния рынка. Были выделены наиболее значимые параметры, которые способны влиять на процесс отмены заявок на финансовом рынке:

- относительная позиция заявки в книге заявок, показывающая на сколько далеко заявка отклонилась от текущих рыночных цен, y_i ;
- число заявок находящихся в книге заявок и показывающее суммарную величину спроса и предложения на рынке, n_{tot} ;
- дисбаланс спроса и предложения на рынке, n_{imb} ;
- относительный объем заявки показывающий степень превышения спроса или предложения на лучших ценах на рынке, v_{rel} .

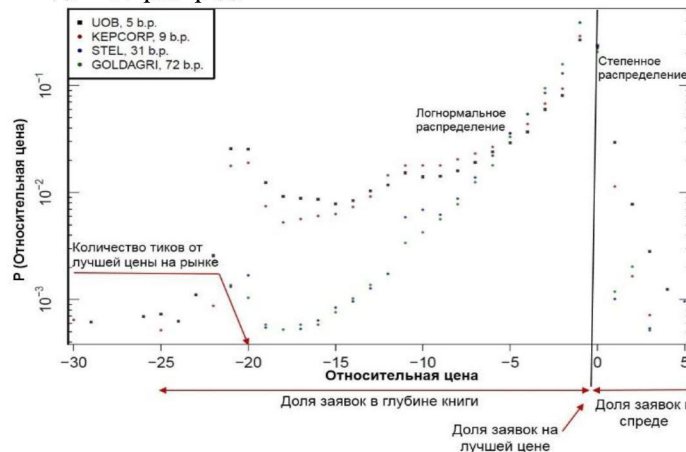


Рис. 13. Распределение расстояния цены заявки от лучших цен на рынке

Для каждой из данных характеристик была построена функция условной вероятности отмены и

оценена функциональная форма такой зависимости (рис. 14).

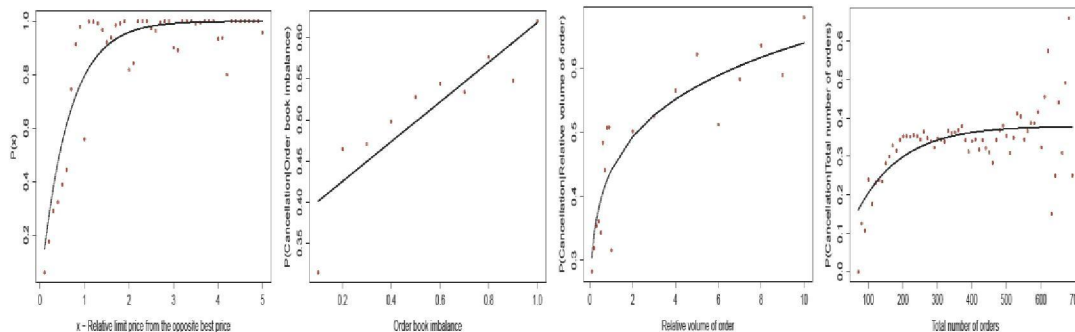


Рис. 14. Функция условной вероятности отмены заявки в зависимости от расстояния цены заявки до лучших цен на рынке (левый верхний график), относительного объема заявки (правый верхний график), общего количества заявок в книге заявок (левый нижний график), дисбаланса книги заявок (правый нижний график)

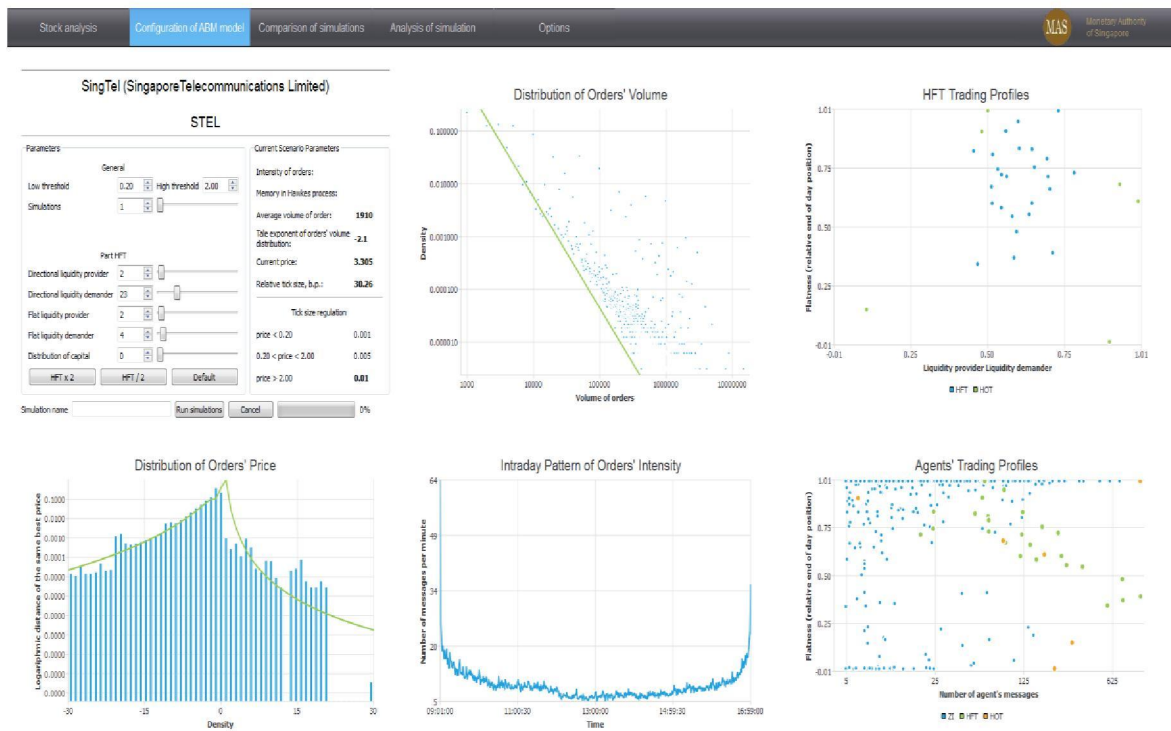


Рис. 15. Система имитационного моделирования, модуль настройки имитационной модели

Программная реализация ядра модели производилась на C++.

Реализация имитационной модели позволяет проводить сценарные изменения в области предпочтений и ограничений на определенных участниках рынка, а также анализировать изменения, происходящие на рынке в моменты изменения размера тика.

Список литературы

1. Азбелев Н.В., Симонов П.М. Устойчивость уравнений с запаздывающим аргументом // Изв. вузов. Математика. 1997. № 6 (421). С. 3–16.
2. Азбелев Н.В., Симонов П.М. Устойчивость решений уравнений с обыкновенными производными. Пермь: Перм. ун-т, 2001. 230 с.
3. Азбелев Н.В., Березанский Л.М., Симонов П.М., Чистяков А.В. Устойчивость линейных систем с последействием. III // Дифференциальные уравнения. 1991. Т. 27, № 190. С. 1659–1668.
4. Азбелев Н.В., Березанский Л.М., Симонов П.М., Чистяков А.В. Устойчивость линейных систем с последействием. IV // Дифференциальные уравнения. 1993. Т. 29, № 2. С. 196–204.
5. Азбелев Н.В., Максимов В.П., Рахматуллина Л.Ф. Введение в теорию функционально-дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1991. 280 с.
6. Азбелев Н.В., Максимов В.П., Рахматуллина Л.Ф. Элементы современной теории функционально-дифференциальных уравнений. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 384 с.

7. Аналитика-капитал. Т. XI: Генезис информатики и аналитики в корпоративном и административном управлении / под ред. Д.Л. Андрианова, С.Г. Тихомирова. М.: ВИНТИ РАН, 2005. 350 с.

8. Андрианов Д.Л., Максимов В.П. Исследования динамических моделей экономики на кафедре «Информационные системы и математические методы в экономике» (теория, приложения, использование в учебном процессе) // Научные школы и направления исследований экономического факультета: итоги, вектор и перспективы развития: материалы Междунар. науч. конф. Пермь, Перм. ун-т, 17 апреля 2009 г. / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. С. 265–272.

9. Андрианов Д.Л., Максимов В.П., Селянин А.О. Задачи целевого управления и достижимости: теория и приложения // Информационные системы и математические методы в экономике: сб. науч. тр. / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2008. С. 5–22.

10. Андрианов Д.Л., Поносов А.А., Поносов Д.А. Целевое управление процессом развития текстильно-швейной отрасли Российской Федерации // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2011. № 4(11). С. 92–101.

11. Анохин А.В. О линейных импульсных системах для функционально-дифференциальных уравнений // ДАН СССР. 1986. Т. 286, № 5. С. 1037–1040.

12. Арбузов В.О. К вопросу использования имитационных моделей финансового рынка для прогнозирования последствий регулирования минимального изменения цены // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2014. Вып. 4. С.13–23.

13. Арбузов В.О. Современные тенденции в регулировании шага цены на российском рынке акций // ИНТЕЛЛЕКТ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ. 2014. С.4–13.
14. Арбузов В.О. Адаптация модели Майка – Фармера для учета особенностей российского рынка акций // ИНТЕЛЛЕКТ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ. 2014. С.4–17.
15. Арбузов В.О., Ивлиев С.В. К вопросу идентификации высокочастотных трейдеров на финансовом рынке // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2014. Вып. 2 (21). С. 24–30.
16. Арбузов В.О., Ивлиев С.В., Никулин М.Б. Кластеризация участников рынка на основе микро-структурных данных // Математические модели и системный анализ в экономике: сб. науч. тр. молодых ученых каф. информационных систем и математических методов в экономике / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2011.
17. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. М.: Наука, 1967. 224 с.
18. Еремин И.И. Противоречивые модели оптимального планирования. М.: Наука, 1988. 160 с.
19. Ивлиев С.В., Арбузов В.О., Фролова М.С., Науменко В.В. Три вопроса к HFT. Как высокочастотные алгоритмы влияют на волатильность, ликвидность и рыночные шоки — взгляд сквозь призму азиатского рынка // Financial Opt. 2014. №4. С. 72–77.
20. Ларионов А.С., Симонов П.М. Устойчивость гибридных функционально-дифференциальных систем с последствием (ГФДСП). II // Вестник Российской академии естественных наук. Темат. номер «Дифференциальные уравнения». 2014. Т. 14, № 5. С. 38–45.
21. Максимов В.П. О формуле Коши для функционально-дифференциального уравнения // Дифференциальные уравнения. 1977. Т. 13, № 4. С. 601–606.
22. Максимов В.П. Об одном подходе к задаче наведения системы в окрестность нормативной траектории // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2008. Вып. 8(24). С. 108–112.
23. Максимов В.П. Импульсная коррекция управления для динамических моделей с последствием // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2009. Вып. 1(1). С. 91–95.
24. Максимов В.П. Управление функционально-дифференциальной системой в условиях импульсных возмущений // Известия высших учебных заведений. Математика. 2013. № 9. С. 70–74.
25. Максимов В.П., Чадов А.Л. Гибридные модели в задачах экономической динамики // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2011. Вып. 2(9). С. 13–23.
26. Максимов В.П., Чадов А.Л. Краевые задачи экономической динамики с приближенным выполнением краевых условий. Конструктивное исследование // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2012. Вып. 3. С. 13–18.
27. Максимов В.П., Чадов А.Л. Об одном классе управлений для функционально-дифференциальной непрерывно-дискретной системы // Известия высших учебных заведений. Математика. 2012. № 9. С. 72–76.
28. Максимов В.П., Чадов А.Л. Дискретное управление функционально-дифференциальной непрерывно-дискретной системой // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2013. Вып. 1(16). С. 6–11.
29. Максимов В.П., Поносов Д.А., Чадов А.Л. Некоторые задачи экономико-математического моделирования // Вестник Пермского университета. Сер.: Экономика. 2010. Вып. 2(5). С. 45–50.
30. Массера Х.Л., Шеффер Х.Х. Линейные дифференциальные уравнения и функциональные пространства. М.: Мир, 1970. 456 с.
31. Поносов А.А. Задача управления для динамической модели эколого-экономического развития // Вестник Тамбовского университета. Сер.: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 5–2. С. 2643–2644.
32. Поносов А.А. Об одной задаче целевого управления для непрерывно-дискретной эколого-экономической модели развития Пермского края // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. Т. 6(78). URL: <http://www.uecs.ru> (дата обращения: 01.09.2015).
33. Поносов А.А., Поносов Д.А. О моделировании эколого-экономического развития региона // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2012. № 4. С. 142–146.
34. Поносов Д.А. О некоторых подходах к моделированию воздействия промышленного сектора на экологию региона // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2011. № 34. URL: <http://www.uecs.ru> (дата обращения: 01.09.2015).
35. Симонов П.М. Гибридная функционально-дифференциальная система // Информационные системы и математические методы в экономике: сб. науч. тр. Вып. 3. / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. С. 77–80.
36. Симонов П.М. Устойчивость дифференциально-разностной модели инвестиционного развития высокотехнологических производств // Аналитическая механика, устойчивость и управление: Труды X Междунар. Четаевской конф. Т. 2. Секция 2. Устойчивость. Казань, 12–16 июня 2012 г. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. С. 478–486.
37. Фролова М.С., Ивлиев С.В., Лилло Ф. Рыночные шоки в ценах российских акций // Проблемы анализа риска. 2014. Т.11, № 6.
38. Цалюк З.Б., Пуляев В.Ф. Задачи по функциональному анализу. М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. 152 с.
39. Целевое управление процессами социально-экономического развития субъектов Российской Федерации: моделирование, информационное, математическое и инструментальное обеспечение / Д.Л. Андрианов и др.; Перм. гос. ун-т. Пермь, 2008. 239 с.

40. Arbutov V. Revisiting of empirical zero intelligence models // *Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure*. Heidelberg: Springer, 2015. P. 25–36.

41. Arbutov V., Frolova M. Market liquidity measurement and econometric modeling // *Market Risk and Financial Markets Modeling*. Springer, 2012. P. 25–36.

42. Azbelev N.V., Maksimov V. P., and Rakhmatullina L.F. Introduction to the theory of functional differential equations: methods and applications. N.Y.: Hindawi Publishing Corporation, 2007. 314 p.

43. Chadov A.L., Maksimov V.P. Linear boundary value problems and control problems for a class of functional differential equations with continuous and discrete times. // *Functional Differential Equations*. 2012. Vol.19, №. 1–2. P. 49–62.

44. Efremova T., Ivliev S. Modeling of Russian Equity Market Microstructure (MICEX:HYDR Case) // *Market Risk and Financial Markets Modeling*. Springer, 2012. P. 37–46.

45. Frolova M. Market shocks: Review of Studies // *Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure*. Heidelberg: Springer, 2015. P. 77–93.

46. Ivliev S., Frolova M., Mizgireva Yu. Practical aspects of creating an internal rating based model of non-financial companies // *Global Markets and Financial Engineering*. 2015. T. 2, № 1. P. 39–46.

47. Maksimov V.P. On the property of controllability with respect to a family of linear functionals // *Functional Differential Equations*. 2009. Vol. 16, № 3. P. 517–527.

48. Maksimov V.P. Control of Functional Differential System in Conditions of Impulse Disturbances // *Russian Mathematics (Iz. VUZ)*. 2013. Vol. 57, №. 9. P. 58–61.

Получено: 01.10.2015

References

1. Azbelev N.V., Simonov P.M. Ustoychivost' uravneniy s zapazdyvayushchim argumentum [Stability of equations with delaying argument]. *Izv. vuzov. Matematika* [Russian Mathematics]. 1997 no. 6 (421), pp. 3–16.

2. Azbelev N.V., Simonov P.M. Ustoychivost' resheniy uravneniy s obyknovennymi proizvodnymi [Stability of solutions of equations with ordinary derivatives]. Perm', Perm. un-t Publ., 2001. 230 p.

3. Azbelev N.V., Berezanskiy L.M., Simonov P.M., Chistyakov A.V. Ustoychivost' lineynykh sistem s posledeystviyem [Stability of linear systems with aftereffect]. III. *Differents. Uravneniya* [Differential equations]. 1991 Vol. 27, no. 190, pp. 1659–1668.

4. Azbelev N.V., Berezanskiy L.M., Simonov P.M., Chistyakov A.V. Ustoychivost' lineynykh sistem s posledeystviyem [Stability of linear systems with

aftereffect]. IV. *Differents. Uravneniya* [Differential equations]. 1993. Vol. 29. no. 2, pp. 196–204.

5. Azbelev N.V., Maksimov V.P., Rakhmatullina L.F. *Vvedeniye v teoriyu funktsional'no-differentsial'nykh uravneniy* [Introduction to the theory of functional differential equations]. Moscow, Nauka Publ., 1991. 280 p.

6. Azbelev N.V., Maksimov V.P., Rakhmatullina L.F. *Elementy sovremennoy teorii funktsional'no-differentsial'nykh uravneniy* [Elements of the contemporary theory of functional differential equations]. Moscow, Institut komp'yuternykh issledovaniy Publ., 2002. 384 p.

7. *Analitika-kapital. T. XI: Genezis informatiki i analitiki v korporativnom i administrativnom upravlenii* [Genesis of informatics and analytics in corporation and administration management]. Pod red. D.L. Andrianov, S.G. Tikhomirov. Moscow, VINITI RAN Publ., 2005. 350 p.

8. Andrianov D.L., Maksimov V.P. Issledovaniya dinamicheskikh modeley ekonomiki na kafedre «Informatsionnyye sistemy i matematicheskiye metody v ekonomike» (teoriya, prilozheniya, ispol'zovaniye v uchebnom protsesse) [Investigations of economic dynamics models at the department of information systems and mathematical methods in economics. *Nauchnyye shkoly i napravleniya issledovaniy ekonomicheskogo fakul'teta: itogi, vektor i perspektivy razvitiya: materialy Mezhdunar. nauch. konf. (Perm', Perm. un-t, 17 aprelya 2009 g.)*. Perm', Perm. gos. un-t Publ., 2009, pp. 265–272.

9. Andrianov D.L., Maksimov V.P., Selyanin A.O. Zadachi tselevogo upravleniya i dostizhimosti: teoriya i prilozheniya [Problems of objective control and attainability: theory and applications]. *Informatsionnyye sistemy i matematicheskiye metody v ekonomike* [Information systems and mathematical methods in economics]: sb. nauchn. tr. Perm', Perm. gos. un-t Publ., 2008, pp. 5–22.

10. Andrianov D.L., Ponosov A.A., Ponosov D.A. Tselevoye upravleniye protsessom razvitiya tekstil'no-shveyonoy otrasli Rossiyskoy Federatsii [Target management of textile industry development in Russian Federation]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2011. no. 4 (11), pp. 92–101.

11. Anokhin A.V. O lineynykh impul'snykh sistemakh dlya funktsional'no-differentsial'nykh uravneniy [Linear impulse systems for functional differential equations]. *DAN SSSR* [Russian Acad. Sci. Dokl. Math]. 1986. Vol. 286. no. 5, pp. 1037–1040.

12. Arbutov V.O. K voprosu ispol'zovaniya imitatsionnykh modeley finansovogo rynka dlya prognozirovaniya posledstviy regulirovaniya minimal'nogo izmeneniya tseny [On modeling tick size regulation consequences using imitation models of financial market]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2014. no. 4, pp. 13–23

13. Arbutov V.O. Sovremennyye tendentsii v regulirovanii shaga tseny na rossiyskom rynke aktsiy [Contemporary trends in regulating tick size on the

Russian market] *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. 2014, pp. 4–13.

14. Arbuzov V.O. Adaptatsiya modeli Mayka - Farmera dlya ucheta osobennostey rossiyskogo rynka aktsiy [The Mike-Farmer model adaptation as applied to the Russian market]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. 2014, pp. 4–17.

15. Arbuzov V.O., Ivliev S.V. K voprosu identifikatsii vysokochastotnykh treyderov na finansovom rynke [On the identification of HFT traders on the financial market]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2014. no. 2, pp. 24–30.

16. Arbuzov V.O., Ivliev S.V., Nikulin M.B. Klasterizatsiya uchastnikov rynka na osnove mikrostrukturnykh dannykh [Clustering of market participants on the base of microstructure data] *Matematicheskiye modeli i sistemnyy analiz v ekonomike* [Mathematical models and system analysis in economics]: sb. nauch. tr. molodykh uchenykh kaf. informatsionnykh sistem i matematicheskikh metodov v ekonomike. Perm', Perm. gos. un-t Publ., 2011.

17. Barbashin E. A. *Vvedeniye v teoriyu ustoychivosti* [Introduction in stability theory]. Moscow, Nauka Publ., 1967. 224 p.

18. Yerein I.I. *Protivorechivyye modeli optimal'nogo planirovaniya* [Inconsistent models of optimal planning]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 160 p.

19. Ivliev S.V., Arbuzov V.O., Frolova M.S., Naumenko V.V. Tri voprosa k HFT. Kak vysokochastotnyye algoritmy vliyayut na volatil'nost', likvidnost' i rynochnyye shoki - vzglyad skvoz' prizmu aziatskogo rynka [Three questions to HFT. What is HFT algorithms impact onto market shocks?]. *Financial One*. 2014. no 4, pp. 72–77.

20. Larionov A.S., Simonov P.M. Ustoychivost' gibridnykh funktsional'no-differentsial'nykh sistem s posledeystviyem (GF DSP). [Stability of hybrid functional differential systems]. II. *Vestnik Rossiyskoy akademii yestestvennykh nauk*. Temat. nomer «Differentsial'nyye uravneniya» [Russian Acad. Natur. Sci. Special issue. Differential equations]. 2014. Vol. 14. no. 5, pp. 38–45.

21. Maksimov V.P. O formule Koshi dlya funktsional'no-differentsial'nogo uravneniya [The Cauchy formula for a functional differential equation]. *Differentsial'nyye uravneniya* [Differential equations]. 1977. Vol. 13. no. 4, pp. 601–606.

22. Maksimov V.P. Ob odnom podkhode k zadache navedeniya sistemy v okrestnost' normativnoy trayektorii [An approach to the problem of directing a system to a neighborhood of the normative trajectory]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika*. [Perm University Herald. Economy]. 2008. no. 8 (24), pp. 108–112.

23. Maksimov V.P. Impul'snaya korrektsiya upravleniya dlya dinamicheskikh modeley s posledeystviyem [Impulse correction of the control for dynamic models with aftereffect]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2009. no. 1 (1), pp. 91–95.

24. Maksimov V.P. Upravleniye funktsional'no-differentsial'noy sistemoy v usloviyakh impul'snykh vozmushcheniy [Control of functional differential system in conditions of impulse disturbances]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Matematika* [Russian Mathematics]. 2013 no. 9, pp. 70–74.

25. Maksimov V.P., Chadov A.L. Gibridnyye modeli v zadachakh ekonomicheskoy dinamiki [Hybrid models in economic dynamics problems]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2011 no. 2 (9), pp. 13–23.

26. Maksimov V.P., Chadov A.L. Krayevyye zadachi ekonomicheskoy dinamiki s priblizhennym vypolneniyem krayevykh usloviy. Konstruktivnoye issledovaniye [Boundary value problems with approximate fulfillment of boundary conditions. Constructive study]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2012. no. 3, pp. 13–18.

27. Maksimov V.P., Chadov A.L. Ob odnom klasse upravleniy dlya funktsional'no-differentsial'noy nepreryvno-diskretnoy sistemy A class of controls for a functional differential continuous discrete system]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Matematika* [Russian Mathematics]. 2012. no. 9, pp. 72–76.

28. Maksimov V.P., Chadov A.L. Diskretnoye upravleniye funktsional'no-differentsial'noy nepreryvno-diskretnoy sistemoy [Discrete control of a functional differential continuous discrete system]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2013. no. 1 (16), pp. 6–11.

25. Maksimov V.P., Ponosov D.A., Chadov A.L. Nekotoryye zadachi ekonomiko-matematicheskogo modelirovaniya *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika* [Perm University Herald. Economy]. 2010. no. 2 (5), pp. 45–50.

30. Massera J. L., Shaeffer J. J. *Linear differential equations and functional spaces*. Academic Press: NY, 1966. 425 p.

31. Ponosov A.A. Zadacha upravleniya dlya dinamicheskoy modeli ekologo-ekonomicheskogo razvitiya [A control problem for a dynamic model of ecology economic development]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki* [Tambov University Reports. Natural and Technical Sciences]. 2013. Vol. 18. no. 5-2, pp. 2643–2644.

32. Ponosov A.A. Ob odnoy zadache tselevogo upravleniya dlya nepreryvno-diskretnoy ekologo-ekonomicheskoy modeli razvitiya Permskogo kraya [A goal control problem for a continuous discrete model of ecology economic development of Perm region]. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Control of economic systems]. 2015. Vol. 6 (78). Available at: <http://www.uecs.ru> (accessed 01.09.2015).

33. Ponosov A.A., Ponosov D.A. O modelirovanii ekologo-ekonomicheskogo razvitiya regiona [Modeling of a regional ecology economic development]. *Ekonomika, statistika i informatika*

[Economics, statistics and informatics]. Vestnik UMO. 2012. no. 4, pp. 142–146.

34. Ponosov D.A. O nekotorykh podkhodakh k modelirovaniyu vozdeystviya promyshlennogo sektora na ekologiyu regiona [Some approaches to modeling impact of industry onto regional ecology]. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami* [Control of economic systems]: elektronnyy nauchnyy zhurnal. 2011. no. 34. Available at: <http://www.uecs.ru> (accessed 01.09.2015).

35. Simonov P.M. Gibrinaya funktsional'no-differentsial'naya sistema [A hybrid functional differential system]. *Informatsionnyye sistemy i matematicheskiye metody v ekonomike* [Information systems and mathematical methods in economics]: sb. nauch. tr. Perm', Permskiy gos. un-t Publ. 2010. no. 3, pp. 77–80.

36. Simonov P.M. Ustoychivost' differentsial'no-raznostnoy modeli investitsionnogo razvitiya vysokotekhnologicheskikh proizvodstv [Stability of a differential-difference model of high-tech production]. *Analiticheskaya mekhanika, ustoychivost' i upravleniye* [Analytical mechanics, stability and control]. Trudy X Mezhdunarodnoy Chetayevskoy konferentsii. T. 2. Sektsiya 2. Ustoychivost'. Kazan', 12 - 16 iyunya 2012 g. Kazan': Izd-vo Kazan. gos. tekhn. un-ta, 2012, pp. 478–486.

37. Frolova M.S., Ivliev S.V., Lillo F. Rynochnyye shoki v tsenakh rossiyskikh aktsiy [Market shocks in Russian share prices]. *Problemy analiza riska* [Risks analysis problems]. 2014. Vol. 6. no. 11.

38. Tsalyuk Z.B., Pulyayev V.F. *Zadachi po funktsional'nomu analizu* [Functional Analysis Problems]. Moscow, Izhevsk, NITS «Regulyarnaya i khaticheskaya dinamika» Publ., 2010. 152 p.

39. *Tselevoe upravleniye protsessami sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya sub"yektov Rossiyskoy Federatsii: modelirovaniye, informatsionnoye, matematicheskoye i instrumental'noye obespecheniye* [Goal control of social economic development of federal subjects of the Russian Federation: modeling and

software]. D.L. Andrianov et al. Perm', Perm. gos. un-t Publ., 2008. 239 p.

40. Arbuzov V. Revisiting of empirical zero intelligence models. *Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure*. Heidelberg: Springer. 2015. pp. 25–36.

41. Arbuzov V., Frolova M. Market liquidity measurement and econometric modeling. *Market Risk and Financial Markets Modeling*. Springer, 2012, pp. 25–36.

42. Azbelev N.V., Maksimov V.P., and Rakhmatullina L.F. *Introduction to the theory of functional differential equations: methods and applications*. N.Y.: Hindawi Publishing Corporation, 2007. 314 p.

43. Chadov A.L., Maksimov V.P. Linear boundary value problems and control problems for a class of functional differential equations with continuous and discrete times. *Functional Differential Equations*. 2012. Vol. 19, no. 1–2, pp. 49–62.

44. Efremova T., Ivliev S. Modeling of Russian Equity Market Microstructure (MICEX:HYDR Case). *Market Risk and Financial Markets Modeling*. Springer, 2012, pp. 37–46.

45. Frolova M. Market shocks: Review of Studies. *Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure*. Heidelberg: Springer, 2015, pp. 77–93.

46. Ivliev S., Frolova M., Mizgireva Yu. Practical aspects of creating an internal rating based model of non-financial companies. *Global Markets and Financial Engineering*. 2015. Vol. 2. no. 1, pp. 39–46.

47. Maksimov V.P. On the property of controllability with respect to a family of linear functionals. *Functional Differential Equations*. 2009. Vol. 16. no. 3, pp. 517–527.

48. Maksimov V.P. Control of a functional differential system in conditions of impulse disturbances. *Russian Mathematics*. 2013. Vol. 57. no. 9, pp. 58–61.

The date of the manuscript receipt:
01.10.2015

ECONOMIC DYNAMICS MODELS: THEORY, APPLICATIONS, COMPUTER AIDED IMPLEMENTATION

Dmitriy L. Andrianov, Doctor of Physics and Mathematics, Head of Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics

E-mail: adl@prognoz.ru

Vyacheslav O. Arbuzov, Postgraduate Student

E-mail: arbuzov@prognoz.ru

Sergey V. Ivliev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

E-mail: ivliev@gmail.com

Vladimir P. Maksimov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor

E-mail: maksimov@econ.psu.ru

Pyotr M. Simonov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor

E-mail: simpm@mail.ru

Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

In the paper, a survey of theoretical and applied results obtained in the framework of the scientific school at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University, is given. It covers the period from 2008 to 2015. The theoretical results are based on the principal statements of the contemporary

theory of functional differential equations worked out by the participants of the Perm Seminar under the leadership of Prof. N.V. Azbelev (1922–2006). The focus of attention is on problems of forecasting, boundary value problems (problems of attainability), control problems, and problems of stability for the dynamic models that allow one to take into account aftereffects and effects of impulse disturbances (shocks). For the mentioned problems, sufficient conditions of the solvability are obtained, methods of constructing program controls and the corresponding trajectories are proposed. Algorithms of the computer-assisted study of the control problems are worked out, including algorithms of correction for certain ill-posed problems. The applied results use the achievements of the theory and are implemented in the form of software tools for the study and solution of the real economy problems such as forecasting, control and stability analysis as applied to models of socio-economic development of the regions of the Russian Federation and the Russian Economy as a whole.

Keywords: economic dynamic models, forecasting problems, boundary value problems, control problems, information analytical systems, decision making systems, business intelligence systems.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Андрианов Д.Л., Арбузов В.О., Ивлиев С.В., Максимов В.П., Симонов П.М. Динамические модели экономики: теория, приложения, программная реализация // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 8–32.

UDC 517.929+330.4
LBC 22.162

ECONOMIC DYNAMICS MODELS: THEORY, APPLICATIONS, COMPUTER AIDED IMPLEMENTATION*

D.L. Andrianov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Head of Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics

E-mail: adl@prognoz.ru

V.O. Arbuzov, Postgraduate Student, Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics

E-mail: arbuzov@prognoz.ru

S.V. Ivliev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics

E-mail: ivliev@gmail.com

V.P. Maksimov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics

E-mail: maksimov@econ.psu.ru

P.M. Simonov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics

E-mail: simpm@mail.ru

Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

In the paper, a survey of theoretical and applied results obtained in the framework of the scientific school at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University, is given. It covers the period from 2008 to 2015. The theoretical results are based on the principal statements of the contemporary theory of functional differential equations worked out by the participants of the Perm Seminar under the leadership of Prof. N.V. Azbelev (1922–2006). The focus of attention is on problems of forecasting, boundary value problems (problems of attainability), control problems, and problems of stability for the dynamic models that allow one to take into account aftereffects and effects of impulse disturbances (shocks). For the mentioned problems, sufficient conditions of the solvability are obtained, methods of constructing program controls and the corresponding trajectories are proposed. Algorithms of the computer-assisted study of the control problems are worked out, including algorithms of correction for certain ill-posed problems. The applied results use the achievements of the theory and are implemented in the form of software tools for the study and solution of the real economy problems such as forecasting, control and stability analysis as applied to models of socio-economic development of the regions of the Russian Federation and the Russian Economy as a whole.

Keywords: economic dynamic models, forecasting problems, boundary value problems, control problems, information analytical systems, decision making systems, business intelligence systems.

Introduction

Here we give a survey of theoretical and applied results obtained in the framework of the scientific school at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University, that covers the period from 2008 to 2015. The earlier works are presented in the paper [2; 3] devoted to the 50th anniversary of Faculty of Economics, Perm State University, and in the monographs [1; 46]. The theoretical results are based on the principal statements of the contemporary theory of functional differential equations worked out by the participants of the Perm

Seminar under the leadership of Prof. N.V. Azbelev (1922–2006). The focus of attention is on problems of forecasting, boundary value problems (problems of attainability), control problems, and problems of stability for the dynamic models that allow to take into account aftereffects and effects of impulse disturbances (shocks). For the mentioned problems, sufficient conditions of the solvability are obtained, methods of constructing program controls and the corresponding trajectories are proposed. Algorithms of the computer-assisted study of the control problems are worked out,

* Supported by the Russian Foundation for Basic Research (Project No.10-01-96954), Ministry of Education and Science of the Russian Federation (Contract No. 02.G25.31.0039), and the PROGNOZ Company, Perm.

including algorithms of correction for certain ill-posed problems.

The applied results use the achievements of the theory and are implemented in the form of software tools for the study and solution of the real economy problems such as forecasting, control and stability analysis as applied to models of socio-economic development of the regions of the Russian Federation and the Russian Economy as a whole.

The works are supported by the Russian Foundation for Basic Research (Project No.10-01-96954 “Mathematical and Computer Modelling of the Ecology-Economic Region State: Problems of Identification, Forecasting, Attainability, and Control”), Ministry of Education and Science of the Russian Federation (Contract No. 02.G25.31.0039 “Elaboration of HighTech Information Analytical Platform for Solving the Problems of Strategy Planning and Forecasting in State Control, Social Area, Science, and Industry”, Resolution of the Russian Federation Government No. 218 of 09.04.2010), and the PROGNOZ Company, Perm.

1. Control problems

Dynamic models under consideration cover a wide class of models arising under studying real-world economic and ecology-economic processes with taking into account impulse actions (considered as elements of control), impulse external disturbances, and aftereffect (time delay). Impulse actions result in jump-like changes in the system state and lead to introducing discontinuous solutions of differential equations with ordinary derivative.

These equations are considered in the space $DS(m)$ that is a finite dimensional extension of the traditional space of absolutely continuous functions (see below). Such an approach to the systems with jumps was proposed in [5]. It doesn't use the complicated theory of generalized functions (i.e. distributions) and finds many applications. Conditions of the solvability to the control problems for linear functional differential systems with trajectories from $DS(m)$ as well as constructive methods and algorithms of constructing program controls are presented in [31; 32; 36; 37]. Therewith possible jumps of trajectories are considered as components of control actions in combination with the traditional control from the space L_2 , and the aim of control is defined as the attainment of a prescribed value by each of the given linear functionals whose number in total is not equal to the dimension of the system. The latter circumstance and the general form of the on-target functionals are used in [30] to hold a trajectory in a neighborhood of a given normative trajectory during a given period of time. Some possible effects arising due to the use of impulse controls jointly with controls from L_2 are discussed in [31], where it is shown, in particular, that the use of impulse control can reduce the total cost of the given goals attainment.

Here we follow the notation and the principal statements of the theory of functional differential equations in its part concerned with linear impulsive systems [15, p. 123–130] (see also [16, p. 124–134];

[17, p. 100–108]). Denote by $L = L[0, T]$ the space of Lebesgue summable functions $z : [0, T] \rightarrow R^n$ with the

norm $\|z\|_L = \int_0^T |z(s)|_n ds$, where $|\cdot|_n$ stands for a

norm in R^n (in the sequel we shall omit the index n if the dimension of the space is obvious). To describe the trajectories with jumps of the first kind at the points $t_1 < t_2 < \dots < t_m < T$ ($t_1 > 0$), we follow [5] and introduce the space $DS(m)$ of piece-wise absolutely continuous functions $x : [0, T] \rightarrow R^n$ of the form

$$x(t) = \int_0^t z(s)ds + x(0) + \sum_{k=1}^m \chi_{[t_k, t]}(t) \Delta x(t_k), \quad (1)$$

where $z \in L_n$, $\Delta x(t_k) \equiv x(t_k) - x(t_k - 0)$ and $\chi_{[t_k, t]}(t)$ is the characteristic function of the segment $[t_k, T]$. The norm in $DS(m)$ is defined by the equality

$$\|x\|_{DS(m)} = \|\dot{x}\|_L + |x(0)|_n + \sum_{k=1}^m |\Delta x(t_k)|_n.$$

Next we denote by $AC[0, T]$ the space of absolutely continuous $x : [0, T] \rightarrow R^n$ with the norm $\|x\|_{AC} = \|\dot{x}\|_L + |x(0)|_n$. Thus $DS(m)$ is a finite-dimensional extension of $AC[0, T]$.

To describe the system under control, we introduce the linear operator \mathcal{L} :

$$(\mathcal{L}x)(t) = \dot{x}(t) - \int_0^t K(t, s)\dot{x}(s)ds + A(t, 0)x(0). \quad (2)$$

Here the elements $k_y(t, s)$ of the kernel $K(t, s)$ are measurable on the set $\{(t, s) : 0 \leq s \leq t \leq T\}$ and such that the estimates

$$|k_y(t, s)| \leq \kappa(t), \quad i, j = 1, \dots, n,$$

hold on this set with a κ summable on $[0, T]$, and the elements of $(n \times n)$ -matrix $A(t)$ are summable on $[0, T]$ too. The operator $\mathcal{L} : DS(m) \rightarrow L$ is bounded.

Functional differential system $\mathcal{L}y = f$ covers differential equations with concentrated and/or distributed time delay and Volterra integro-differential systems.

The space of all solutions to the homogeneous system $(\mathcal{L}x)(t) = 0, t \in [0, T]$, is of dimension $n + mn$. Let $\{x_1, \dots, x_{n+mn}\}$ be a basis in this space. The matrix $X = \{x_1, \dots, x_{n+mn}\}$ is called the fundamental matrix (we assume, for definiteness, that $rX = E$). The so-called principal boundary value problem $\mathcal{L}x = f, rx = \sigma$ is uniquely solvable for any $f \in L, \sigma \in R^{n+mn}$, and its solution has the representation

$$x(t) = X(t)\sigma + \int_0^t C(t, s)f(s)ds, \quad (3)$$

where $C(t, s)$ is the Cauchy matrix.

Let $\ell : DS(m) \rightarrow R^N$ be the linear bounded functional. There takes place the representation

$$\ell x = \int_0^T \Phi(s) \dot{x}(s) ds + \Psi_0 x(0) + \sum_{k=1}^m \Psi_k \Delta x(t_k),$$

where elements of measurable $(N \times n)$ -matrix are bounded in essence, and $\Psi_k, k = 0, \dots, m$, are $(N \times n)$ -matrices with real-valued elements.

Consider the control problem

$$\mathcal{L}x = Fu + f, \quad x(0) = \alpha, \quad \ell x = \beta. \quad (4)$$

Here $F: L_2 \rightarrow L$ is a linear bounded operator, L_2 is the space of square summable functions $u: [0, T] \rightarrow R^r$ with the inner product $\langle u, v \rangle = \int_0^T u^T(t)v(t) dt$ (\cdot^T stands for transposition). The goal of control in (4) is given with the use of a vector-functional $\ell: DS(m) \rightarrow R^N$: it have to take the vector value β on a trajectory of the system $\mathcal{L}x = Fu + f$ under a control u .

In this survey, we restrict ourselves to one completely formulated main theorem that gives a necessary and sufficient condition of the solvability to problem (4). As for the rest, we refer the reader to the corresponding papers and give only brief comments.

To formulate the theorem, we introduce the following designations:

$$\Theta(s) = \Phi(s) + \int_s^T \Phi(\tau) C'_\tau(\tau, s) d\tau,$$

$$\Xi = \int_0^T \Phi(s) \dot{X}(s) ds = (\Xi_1 | \Xi_2),$$

where Ξ_1 is the $(N \times n)$ -matrix whose columns are first n columns of $N \times (n + nm)$ -matrix Ξ ;

$$M = \int_0^T [F^* \Theta](s) [F^* \Theta]^T(s) ds,$$

here $F^*: L^* \rightarrow L_2^*$ is the adjoint operator to F .

Theorem 1 ([32]). *The problem (4) is solvable if and only if the linear algebraic system*

$$\begin{aligned} & [\Xi_2 + (\Psi_1, \dots, \Psi_m)] \cdot \lambda + M \cdot \mu = \\ & = \beta - \int_0^T \Theta(s) f(s) ds - (\Xi_1 + \Psi_0) \cdot \alpha \end{aligned} \quad (5)$$

is solvable with respect to $(nm + N)$ -vector $col(\lambda, \mu)$. Every solution $col(\lambda_0, \mu_0)$,

$\lambda_0 = col(\lambda_0^1, \dots, \lambda_0^m)$, of the system (5) determines the control that solves the problem (4):

$$\Delta x(t_k) = \lambda_0^k, \quad k = 1, \dots, m, \quad u(t) = [F^* \Theta]^T(t) \cdot \mu_0.$$

Let us give some explanations how one could use this theorem to hold a system in a given neighborhood of the normative trajectory. Without loss of generality we consider the case of the zero normative position. Thus it is sufficient to hold a system in a neighborhood of the origin. Let us fix a $T_1 \in (0, T)$ and first solve the control problem

$$\mathcal{L}x = Fu + f, \quad t \in [0, T], \quad x(0) = \alpha, \quad x(T_1) = 0. \quad (6)$$

At the point $t = T_1$, the system takes the right position. If take off the control at this moment, that is put $u(t) = 0, t \in [T_1, T]$, then, even for the case of $f(t) \equiv 0$, the system with aftereffect will lost the zero position as it has in general a nonzero prehistory which plays the role of disturbance. In order to hold the system in a neighborhood of zero, we use the following

additional conditions. Let us add to the conditions of (6) the equalities

$$\int_{T_1}^T V_j(s) x(s) ds = 0, \quad j = 1, 2, \dots, \nu. \quad (7)$$

Here $V_j = diag(v_j, \dots, v_j)$; v_1, \dots, v_ν, \dots is a linearly independent system of elements from $L_2[T_1, T]$ such that their linear span is everywhere dense in this space. Under some natural assumptions, for any given radius of the ball in $L_2[T_1, T]$, centered by the origin, there exists a ν such that conditions (7) provide us with the property that the corresponding trajectory x belongs on the segment $[T_1, T]$ to the above mentioned neighborhood.

In [31] the case is considered when the matrix M in (5) is nonsingular. In this case, problem (5) is solvable in the class of controls $u \in L_2$ for any collection of impulse actions, and impulses can be used to minimize the total cost of control. Let us note that in economic dynamic problems, impulse control is based on the possibility of change of the system state instantly at certain time moments due to the corresponding investments as an addition to a regular financing. As it takes place, estimating the total cost, we can take into account concrete parameters of financial program, say, parameters and conditions of credits. As is shown in [30], by virtue of instant financial actions one can reduce the total cost of the given goals attainment.

In [38], a closely related question is discussed, namely, the question of the dependence the total cost of control on a time delay of the control implementation. An approach to the problem of optimal delay is proposed.

In [4; 40; 42; 43], for systems with discrete time, the problem of correction of inconsistent control problems is considered. Two kinds of correction are under study, namely, the structural one and the resource correction. The algorithms of the correction are based on the results of I.I. Eremin and his collaborators [23]. It should be noted that the situation of inconsistency (ill-posedness) is met with quite often in practice of the study of real-world economic problems [4].

Dynamic models considered in [21; 34; 35] are concrete realizations of the so-called abstract functional differential equation (AFDE). Theory of AFDE is thoroughly treated in [16; 17]. On the other hand, the systems under consideration are very typical ones met with in mathematical modeling economic dynamic processes and covers many kinds of dynamic models with aftereffect (integro-differential, delayed differential, differential difference, difference) and with impulsive perturbations resulting in system's state jumps at prescribed time moments. The equations of the system contain simultaneously terms depending on continuous time, $t \in [0, T]$ and discrete, $t \in \{0, t_1, \dots, t_N, T\}$, this is why the term "hybrid" seems to be suitable. As this term is deeply embedded in the literature in different senses, we follow the authors used the more definite name "continuous-discrete systems" (CDS). For the considered CDS's, in [21; 36; 37] the question on the solution representation is

solved, the conditions of the solvability of boundary value problems and control problems are obtained in the form which is used under computer-assisted studying these problems. In [36; 37] the main result is a detailed description of all controls that solve the control problem by the controls generated by the discrete subsystem. The questions of optimal correction applied to inconsistent hybrid control problems are studied in [40; 41].

In [33] the system under consideration is subject to impulse disturbances which result in trajectory jumps. It is assumed that neither initial moments nor values of jumps are known in advance. A construction of regular (not impulse) control is proposed, which solves the control problem with a given set of objective functionals, despite of the action of impulses. It assumed also that the information about performed jumps is available to the beginning of the action of correcting controls, which are positional with respect to jumps of the realized trajectory. For the successive compensation of occurring jumps, a feedback (additional summands in motion equations) is introduced. An example given in this paper demonstrates that in the case of ignoring the proposed procedure the solution of the control problem is more expensive (needs a greater resource).

In [35] the boundary value problems

$$\mathcal{L}x = f, \quad \ell x = \beta$$

for functional differential systems are considered when the number of boundary conditions is greater than the dimension of the system in the case of approximate fulfilment of boundary conditions:

$$\mathcal{L}x = f, \quad |\ell x - \beta|_N \leq \varepsilon. \quad (8)$$

The boundary value problems (8) are connected with studying the problems on the attainability for given indexes of development to the economic system under consideration. The approach is based on theorems whose conditions allow one to check up them by special reliable computing procedures. Dynamic models under consideration cover many kinds of dynamic models with aftereffect (integro-differential, delayed differential, differential difference).

2. Problems of Stability

The recent general theory of functional differential equations [15; 16; 17] allowed us to give a clear and concise description of their basic properties including the properties of solution stability. At the same time broad classes of linear hybrid functional differential systems with after-effect (LHFDSA) arising in many applications are not formally covered by the developed theory and remain out of view of specialists using functional differential and difference systems with after-effect for simulation of real processes. Below we suggest hybrid functional differential analogues of fundamental assertions of the theory of functional differential equations for problems of stability.

2.1. First, let us consider the case when one of the equations is a linear differential one and is defined on a set of discrete points, and the other one is a linear functional differential equation with aftereffect

(LFDEA) on a semiaxis. For this case we describe the W-method scheme of N.V. Azbelev

Let us denote the infinite matrix with the columns $y(-1), y(0), y(1), \dots, y(N), \dots$ of size n , by $y = \{y(-1), y(0), y(1), \dots, y(N), \dots\}$ and the infinite matrix with columns $g(0), g(1), \dots, g(N), \dots$ the of size n . by $g = \{g(0), g(1), \dots, g(N), \dots\}$.

Each infinite matrix

$$y = \{y(-1), y(0), y(1), \dots, y(N), \dots\}$$

can be associated with the vector function

$$y(t) = y(-1)\chi_{[-1,0)}(t) + y(0)\chi_{[0,1)}(t) + \dots + y(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

Similarly, each of the infinite matrices $g = \{g(0), g(1), \dots, g(N), \dots\}$ can be associated with the vector function

$$g(t) = g(0)\chi_{[0,1)}(t) + g(1)\chi_{[1,2)}(t) + \dots + g(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

Let us denote the vector function

$y(t) = y([t])$, $t \in [-1, \infty)$, by $y(t) = y[t]$ and the vector function $g(t) = g([t])$, $t \in [0, \infty)$, by $g[t]$.

The set of vector functions $y[\cdot]$ is denoted by ℓ_0 . The set of vector functions $g[\cdot]$ is denoted by ℓ . Let $(\Delta y)(t) = y(t) - y(t-1) = y[t] - y[t-1]$ at $t \geq 1$, and $(\Delta y)(t) = y(t) = y[t] = y(0)$ at $t \in [0, 1)$.

The abstract hybrid functional differential system takes the form

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_1 x + \mathcal{L}_2 y &= \dot{x} - F_{11}x - F_{12}y = f, \\ \mathcal{L}_{21}x + \mathcal{L}_{22}y &= \Delta y - F_{21}x - F_{22}y = g. \end{aligned} \quad (9)$$

Here and below \mathbb{R}^n is the space of vectors $\alpha = \text{col}\{\alpha^1, \dots, \alpha^n\}$ with real components and the norm $\|\alpha\|_{\mathbb{R}^n}$. Introduce the space L of locally summable $f: [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ with semi-norms $\|f\|_{L[0,T]} = \int_0^T \|f(t)\|_{\mathbb{R}^n} dt$ for all the $T > 0$ and the space D of locally absolutely continuous functions $x: [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ with seminorms

$$\|x\|_{D[0,T]} = \|\dot{x}\|_{L[0,T]} + \|x(0)\|_{\mathbb{R}^n}$$

for all the $T > 0$.

Also introduce the space ℓ of vector functions

$$g(t) = g(0)\chi_{[0,1)}(t) + g(1)\chi_{[1,2)}(t) + \dots + g(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

with the semi-norms $\|g\|_{\ell_T} = \sum_{i=0}^T \|g_i\|_{\mathbb{R}^n}$ for all the $T \geq 0$ and the space ℓ_0 of vector functions

$$y(t) = y(-1)\chi_{[-1,0)}(t) + y(0)\chi_{[0,1)}(t) + \dots + y(N)\chi_{[N,N+1)}(t) + \dots$$

with the semi-norms $\|y\|_{\ell_{0T}} = \sum_{i=-1}^T \|y_i\|_{\mathbb{R}^n}$ for all the $T \geq -1$.

The operators $\mathcal{L}_{11}, F_{11} : D \rightarrow L$, $\mathcal{L}_{12}, F_{12} : \ell_0 \rightarrow L$, $\mathcal{L}_{21}, F_{21} : D \rightarrow \ell$, $\mathcal{L}_{22}, F_{22} : \ell_0 \rightarrow \ell$ are assumed to be continuous linear and Volterra.

Let $\mathcal{L} = \begin{pmatrix} \mathcal{L}_{11} & \mathcal{L}_{12} \\ \mathcal{L}_{21} & \mathcal{L}_{22} \end{pmatrix}$. Then (9) can be written as $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$.

Suppose that for any $x(0) \in \mathbb{R}^n$ and $y(-1) \in \mathbb{R}^n$ the Cauchy problem for the «model» system $\dot{x} = F_{11}^0 x + F_{12}^0 z + z$, $\Delta y = F_{21}^0 z + F_{22}^0 y + u$, where the operators $F_{11}^0 : D \rightarrow L$, $F_{12}^0 : \ell_0 \rightarrow L$, $F_{21}^0 : D \rightarrow \ell$, $F_{22}^0 : \ell_0 \rightarrow \ell$ are assumed to be continuous linear and Volterra. Then the model system can be written as $\mathcal{L}_0\{x, y\} = \text{col}\{z, u\}$. Suppose its solution can be represented as:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ U_{21} & U_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x(0) \\ y(-1) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z \\ u \end{pmatrix}.$$

Here $\mathcal{W} : L \times \ell \rightarrow D \times \ell_0$ is the continuous Volterra operator, Cauchy operator for the system, $\mathcal{W} = \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix}$, $U : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n \rightarrow D \times \ell_0$ is the fundamental matrix for the system,

$$U = \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ U_{21} & U_{22} \end{pmatrix}.$$

If the elements $\text{col}\{x, y\} : [0, \infty) \times [-1, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n$ forming the Banach space $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \cong (\mathbf{B} \times \mathbb{R}^n) \times (\mathbf{M} \times \mathbb{R}^n)$ (space $\mathbf{D} \subset D$, space $\mathbf{M}_0 \cong \mathbf{M} \oplus \mathbb{R}^n \subset \ell_0$, space $\mathbf{B} \subset L$, space $\mathbf{M} \subset \ell$, \mathbf{B}, \mathbf{M} are the Banach spaces) have certain specific properties, such as

$$\sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} + \sup_{k=-1, 0, 1, \dots} \|y(k)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty,$$

and the Cauchy problem is uniquely solvable for the equation $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$ with the bounded linear operator $\mathcal{L} : \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$, then the solutions of this problem have the same asymptotic properties. This follows from the theorem given below [44].

Theorem 1. Assume $\mathcal{W} : \mathbf{B} \times \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ is the bounded Cauchy operator of the Cauchy problem for the model equation $\mathcal{L}_0\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$, $\text{col}\{x(0), y(-1)\} = \text{col}\{0, 0\}$ and U is the fundamental matrix of the model equation $\mathcal{L}_0\{x, y\} = \text{col}\{0, 0\}$. Here $\mathcal{L}_0 : \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$. Assume the linear operator $\mathcal{L} : \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ is bounded, C is the Cauchy operator of the Cauchy problem $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$, $\text{col}\{x(0), y(-1)\} = \text{col}\{0, 0\}$ and X is the fundamental matrix of the equation $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{0, 0\}$. Then for the equality

$\mathcal{W}\{\mathbf{B}, \mathbf{M}\} + U\{\mathbb{R}^n, \mathbb{R}^n\} = C\{\mathbf{B}, \mathbf{M}\} + X\{\mathbb{R}^n, \mathbb{R}^n\}$ (10) to hold true it is necessary and sufficient that the operator $\mathcal{W}\mathcal{L}$ (the operator $\mathcal{W}\mathcal{L}$) has a bounded inverse

$$(\mathcal{W}\mathcal{L})^{-1} : \mathbf{B} \times \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$$

$$((\mathcal{W}\mathcal{L})^{-1} : (\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0 \rightarrow (\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0),$$

where $(\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0 = \{\text{col}\{x, y\} \in \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 : \text{col}\{x(0), y(-1)\} = \text{col}\{0, 0\}\}$.

Corollary 1 [44]. If the operator $\mathcal{L} : \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0 \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ is bounded and $\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{\mathbf{B} \times \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{B} \times \mathbf{M}} < 1$ is true or $\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0 \rightarrow (\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0)^0} < 1$ is true, then equality (10) holds true as well.

In the case when (10) holds true (when the solution spaces of the model equation and equation under study coincide), we say that the equation $\mathcal{L}\{x, y\} = \text{col}\{f, g\}$ has the property $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ -stable, or, in short, the equation is $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ -stable.

The concept of $\mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$ -stability relates to the monograph by J.L. Massera and J.J. Shaeffer on the admissibility of pairs of spaces [39] and with the monograph by E.A. Barbashin on the solution property preservation at the accumulation of perturbations [20].

Assume that the model equation [13–19; 28] and Banach space \mathbf{B} with the elements of the space L ($\mathbf{B} \subset L$, this embedding is continuous) are selected so that the solutions of this equation possess asymptotic properties we are interested in.

Suppose, for example, $\sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty$.

Then, putting $\mathcal{L}_{11} x \stackrel{\text{def}}{=} \dot{x} + x = z$, we introduce the Banach space L_∞ of measurable and essentially bounded functions $z : [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ with the norm $\text{vrai sup}_{t \geq 0} \|z(t)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty$ as the Banach space \mathbf{B} . The space $D(\mathcal{L}_{11}, L_\infty)$ generated by the model equation consists of solutions of the form

$$x(t) = (\mathcal{W}_{11} z)(t) + (\mathcal{U}_{11} \alpha)(t) = \int_0^t e^{-(t-s)} z(s) ds + \alpha e^{-t} \quad (\alpha \in \mathbb{R}^n, z \in L_\infty).$$

These solutions are bounded ($\sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty$) and their derivative $\dot{x} = -x + z$ is in L_∞ . All the solutions of this equation form the Banach space with the norm

$$\|x\|_{D(\mathcal{L}_{11}, L_\infty)} = \text{vrai sup}_{t \geq 0} \|\dot{x}(t) + x(t)\|_{\mathbb{R}^n} + \|x(0)\|_{\mathbb{R}^n} < \infty,$$

which is linearly isomorphic to the Sobolev space $W_\infty^{(1)}[0, \infty)$ with the norm

$$\|x\|_{W_\infty^{(1)}[0, \infty)} = \sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n} + \text{vrai sup}_{t \geq 0} \|\dot{x}(t)\|_{\mathbb{R}^n}.$$

Here in after this space is referred to as W_{L_∞} . Here $W_{L_\infty} \subset D$, this embedding is continuous.

Similarly, for the Banach space $\mathbf{B} \subset L$ we introduce the Banach space $D(\mathcal{L}_{11}, \mathbf{B})$ with the norm

$$\|x\|_{D(\mathcal{L}_{11}, \mathbf{B})} = \|\dot{x} + x\|_{\mathbf{B}} + \|x(0)\|_{\mathbb{R}^n}.$$

Here the embedding $\mathbf{B} \subset L$ is assumed to be continuous. Assume that the operator \mathcal{W}_{11} acts contin-

uously from the space \mathbf{B} into the space \mathbf{B} , and the operator \mathcal{U}_1 acts from space \mathbb{R}^n into the space \mathbf{B} . This condition is equivalent to the fact [13–16] that the space $D(\mathcal{L}_1, \mathbf{B})$ is linearly isomorphic to the Sobolev space with the norm

$$\|x\|_{\mathcal{W}_B^{(1)}(0, \infty)} = \|\dot{x}\|_{\mathbf{B}} + \|x\|_{\mathbf{B}}.$$

Hereinafter this space is referred to as \mathcal{W}_B ($\mathcal{W}_B \subset D$, this embedding is continuous).

The equation $\mathcal{L}_1 x = z$ with the operator $\mathcal{L}_1 : \mathcal{W}_B \rightarrow \mathbf{B}$ is $D(\mathcal{L}_1, \mathbf{B})$ -stable if and only if it is strongly \mathbf{B} -stable. $\mathcal{L}_1 x = z$ is strongly \mathbf{B} -stable if for any $z \in \mathbf{B}$ each solution x of this equation has the property $x \in \mathbf{B}$ and $\dot{x} \in \mathbf{B}$ [14, Ch. IV, § 4.6; 4].

2.2. Let us consider the scheme from subsection 2.1 for two equations (9). The operators $\mathcal{L}_{11} : D \rightarrow L$, $\mathcal{L}_{12} : \ell_0 \rightarrow L$, $\mathcal{L}_{21} : D \rightarrow \ell$, $\mathcal{L}_{22} : \ell_0 \rightarrow \ell$ are considered as reduction to pairs $(\mathcal{W}_B, \mathbf{B})$, $(\mathbf{M}_0, \mathbf{B})$, $(\mathcal{W}_B, \mathbf{M})$, $(\mathbf{M}_0, \mathbf{M})$. These operators are assumed to be Volterra linear and bounded operators.

Assume that the general solution of the equation $\mathcal{L}_{22} y = g$ for $g \in \mathbf{M}$ is the space of \mathbf{M}_0 and is represented by the Cauchy formula:

$$y[t] = Y_{22}[t]y(-1) + \sum_{s=0}^{[t]} C_{22}[t, s]g[s].$$

Let

$$(C_{22}g)[t] = \sum_{s=0}^{[t]} C_{22}[t, s]g[s],$$

$$(Y_{22}y(-1))[t] = Y_{22}[t]y(-1).$$

Then every solution y of the second equation in (9) has the form:

$$y = -C_{22}\mathcal{L}_{21}x + Y_{22}y(-1) + C_{22}g.$$

Substituting the first equation into (9) we obtain

$$\mathcal{L}_{11}x + \mathcal{L}_{12}y = \mathcal{L}_{11}x - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21}x + \mathcal{L}_{12}Y_{22}y(-1) + \mathcal{L}_{12}C_{22}g = f,$$

$$\mathcal{L}_{11}x - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21}x = f_1 = f - \mathcal{L}_{12}Y_{22}y(-1) - \mathcal{L}_{12}C_{22}g.$$

Let $\mathcal{L} = \mathcal{L}_{11} - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21}$, then the first equation in (9) takes the form of $\mathcal{L}x = f_1$.

Suppose the Volterra operator $\mathcal{L} : (\mathcal{W}_B)^0 \rightarrow \mathbf{B}$ is Volterra invertible (the Cauchy problem for $\mathcal{L}x = f_1$ possess the following property: at any $f_1 \in \mathbf{B}$ its solutions are $x \in \mathcal{W}_B$). Thus, we solved the problem, when for equation (9) at any $\{f, g\} \in \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ its solutions are $\{x, y\} \in \mathcal{W}_B \times \mathbf{M}$.

Example 1. Consider the following two equations:

$$\dot{x}(t) + ax(t) + by[t] = f(t), \quad t \in [0, \infty), \quad (11)$$

$$y[t] - dy[t-1] + cx[t] = g[t], \quad t \in [0, \infty),$$

putting

$$y(0) - dy(-1) + c(0) = y[t] - dy[t-1] + cx[t] = g[t] = g(0), \quad t \in [0, 1).$$

Let us introduce the following spaces:

$$\ell_{\infty 0} = \{y \in \ell_0 : \|y\|_{\ell_{\infty 0}} = \sup_{k=-1, 0, 1, \dots} \|y(k)\|_{\mathbb{R}^n} < +\infty\},$$

$$\ell_{\infty} = \{g \in \ell : \|g\|_{\ell_{\infty}} = \sup_{k=0, 1, \dots} \|g(k)\|_{\mathbb{R}^n} < +\infty\}.$$

If we introduce the operator $(Sy)(t) = dy(t-1)$, $t \geq 1$, $(Sy)(t) = 0$, $t \in [0, 1)$, then the second equation takes the form

$$y(t) - (Sy)(t) + cx(t) =$$

$$= g_1(t) = g(t) + dy(t-1), \quad t \in [0, 1),$$

$$y(t) - (Sy)(t) + cx(t) = g(t), \quad t \in [1, \infty).$$

Let us consider the operator $S : \ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}$. We know that the operator $(I - S) : \ell_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}$ is Volterra invertible if and only if the spectral radius $\rho_{\ell_{\infty}}(S)$ is less than one. For S the condition $\rho_{\ell_{\infty}}(S) < 1$ is equivalent to the inequality $|d| < 1$ [47, p. 87, p. 140].

Let us put

$$(\mathcal{L}_{11}x)(t) = \dot{x}(t) + ax(t), \quad t \geq 0,$$

$$(\mathcal{L}_{12}y)[t] = by[t], \quad t \geq 0,$$

$$(\mathcal{L}_{21}x)(t) = cx[t], \quad t \geq 0,$$

$$(\mathcal{L}_{22}y)[t] = y[t] - (Sy)[t], \quad t \geq 0.$$

Now we build the Cauchy function C_{22} and the fundamental solution Y_{22} for the equation $y[t] - dy[t-1] = g[t]$:

$$y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^{[t]} g(s)d^{[t]-s} = Y_{22}[t]y(-1) + (C_{22}g)[t].$$

Out of this we can express $y[t]$ of the second equation of (11):

$$y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^{[t]} (g[s] - cx[s])d^{[t]-s} = Y_{22}[t]y(-1) + (C_{22}(g - cx))[t].$$

Substituting the obtained y into the first formula of (9) (or (11)) we get

$$(\mathcal{L}_{11}x)(t) + (\mathcal{L}_{12}y)[t] = \dot{x}(t) + ax(t) +$$

$$+ bd^{t+1}y(-1) + b \sum_{s=0}^{[t]} (g[s] - cx[s])d^{[t]-s} = f(t).$$

Further we have

$$(\mathcal{L}x)(t) = ((\mathcal{L}_{11} - \mathcal{L}_{12}C_{22}\mathcal{L}_{21})x)(t) = \dot{x}(t) + ax(t) - bc \sum_{s=0}^{[t]} x[s]d^{[t]-s} = f_1(t) = f(t) - bd^{t+1}y(-1) -$$

$$-b \sum_{s=0}^{[t]} g[s]d^{[t]-s}.$$

It is evident that $f_1 \in L_{\infty}$ if $|d| < 1$.

Let us write the Cauchy formula for

$$(\mathcal{L}_{11}x)(t) = bc \sum_{s=0}^{[t]} x[s]d^{[t]-s} + f_1(t):$$

$$x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t, s)(bc \sum_{i=0}^{[s]} x[i]d^{[s]-i} + f_1(s))ds.$$

We have $X_{11}(t) = e^{-at}$, $C_{11}(t, s) = e^{-a(t-s)}$. For a positive $a > 0$, we can estimate:

$$\begin{aligned} & \sup_{t \geq 0} \left| \int_0^t C_{11}(t, s) bc \sum_{i=0}^{\lfloor s \rfloor} x[i] d^{\lfloor s \rfloor - i} ds \right| \leq \\ & \leq \sup_{t \geq 0} \left(|bc| e^{-at} \int_0^t e^{as} \sum_{i=0}^{\lfloor s \rfloor} |d|^{\lfloor s \rfloor - i} ds \cdot \|x\|_{L_\infty} \right) \leq \\ & \leq |bc| \cdot \frac{1}{1-|d|} \cdot \sup_{t \geq 0} e^{-at} \int_0^t e^{as} ds \cdot \|x\|_{L_\infty} \leq \\ & \leq \frac{1}{a} \cdot |bc| \cdot \frac{1}{1-|d|} \cdot \|x\|_{L_\infty}. \end{aligned}$$

Hence, the norm of operator $bC_{11}cC_{22}$ is less than 1 if

$$|bc| < a(1-|d|).$$

Thus, for any $f_1 \in L_\infty$ the solution x to the problem $\mathcal{L}x = f_1$ lies within the space L_∞ , and, besides, the derivative of the solution \dot{x} is in the space L_∞ . This establishes that for any $f_1 \in L_\infty$ the solution x of the problem $\mathcal{L}x = f_1$ is in the space W_{L_∞} .

Thus, we solved the problem when at any $\{f, g\} \in L_\infty \times \ell_\infty$ for equation (11) its solutions are $\{x, y\} \in \mathbf{D} \cong W_{L_\infty} \times \ell_\infty$.

2.3. Let us use the ability of the hybrid system to be reduced to a linear difference equation defined on a discrete set of points.

For equation (9) we use the designations given in subsections 2.1 and 2.2.

Assume that the general solution of the equation $\mathcal{L}_1 x = f$ for $f \in L$ is a member of the space D and is represented by the Cauchy formula:

$$x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t, s)f(s)ds.$$

$$\text{Since } (C_{11}f)(t) = \int_0^t C_{11}(t, s)f(s)ds \quad \text{and}$$

$(X_{11}x(0))(t) = X_{11}(t)x(0)$, we have, for $x \in D$, the representation $x = X_{11}x(0) + C_{11}f$.

The first variable x can be estimated out of the first equation in (8):

$$x = -C_{11}\mathcal{L}_{12}y + X_{11}x(0) + C_{11}f.$$

By the use of this substitution in the second equation of (9) we obtain:

$$\begin{aligned} & \mathcal{L}_{21}x + \mathcal{L}_{22}y = \\ & = -\mathcal{L}_{21}C_{11}\mathcal{L}_{12}y + \mathcal{L}_{21}X_{11}x(0) + \mathcal{L}_{21}C_{11}f + \mathcal{L}_{22}y = g, \\ & -\mathcal{L}_{21}C_{11}\mathcal{L}_{12}y + \mathcal{L}_{22}y = g_1 = g - \mathcal{L}_{21}X_{11}x(0) - \mathcal{L}_{21}C_{11}f. \end{aligned}$$

Put $\mathcal{L} = \mathcal{L}_{22} - \mathcal{L}_{21}C_{11}\mathcal{L}_{12}$, then the second equation in (9) takes the form $\mathcal{L}y = g_1$.

Suppose that the Volterra operator $\mathcal{L}: (\mathbf{M}_0)^0 \rightarrow \mathbf{M}$ is Volterra invertible (for the Cauchy problem for $\mathcal{L}y = g_1$ at any $g_1 \in \mathbf{M}$ its solutions are $x \in \mathbf{M}_0$). Thus, we solved the problem, in the case that at any $\{f, g\} \in \mathbf{B} \times \mathbf{M}$ solutions of (9) are $\{x, y\} \in \mathbf{D} \times \mathbf{M}_0$.

Example 2. Let us consider two equations:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) + ax(t) + by[t] &= f(t), \quad t \in [0, \infty), \quad (12) \\ y[t] - dy[t-1] + cx[t] &= g[t], \quad t \in [0, \infty). \end{aligned}$$

Using the Cauchy formula for x , the first equation in (12) can be written as

$$x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t, s)(f(s) - by[s])ds$$

or

$$x(t) = e^{-at}x(0) + \int_0^t e^{-a(t-s)}(f(s) - by[s])ds.$$

Substituting x into the second equation in (12) we obtain

$$\begin{aligned} & y[t] - dy[t-1] + c(e^{-at}x(0) + \\ & + \int_0^t e^{-a(t-s)}(f(s) - by[s])ds) = g[t], \\ & y[t] - dy[t-1] - bc \int_0^t e^{-a(t-s)}y[s]ds = g_1[t] = \\ & = g[t] - ce^{-at}x(0) - c \int_0^t e^{-a(t-s)}f(s)ds. \end{aligned}$$

Calculating the integral

$$\begin{aligned} & bc \int_0^t e^{-a(t-s)}y[s]ds = bce^{-at} \int_0^t e^{as}y[s]ds = \\ & = bce^{-at} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} y[i] \int_i^{i+1} e^{as} ds = bce^{-at} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} y[i] \int_i^{i+1} e^{as} ds = \\ & = bce^{-at} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} y[i](e^{a(i+1)} - e^{ai})/a = \\ & = \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} y[i](e^{-a(t-i-1)} - e^{-a(t-i)}), \end{aligned}$$

we obtain the equation

$$\begin{aligned} & y[t] - dy[t-1] - \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} y[i](e^{-a(t-i-1)} - e^{-a(t-i)}) = \\ & = g_1[t], \quad t \in [0, \infty). \end{aligned}$$

Define the operator K by the equality

$$(Ky)[t] = \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} y[i](e^{-a(t-i-1)} - e^{-a(t-i)}).$$

Assuming $a > 0$, let us estimate the norm

$$\|K\|_{\ell_\infty \rightarrow \ell_\infty}:$$

$$\begin{aligned} \|Ky\|_{\ell_\infty} &= \sup_{k=0,1,2,\dots} \left| \frac{bc}{a} \sum_{i=0}^{\lfloor k \rfloor - 1} y[i](e^{-a(k-i-1)} - e^{-a(k-i)}) \right| \leq \\ & \leq \|y\|_{\ell_\infty} \cdot \frac{|bc|}{a} \sup_{k=0,1,2,\dots} (1 - e^{-ak}) = \|y\|_{\ell_\infty} \cdot \frac{|bc|}{a}. \end{aligned}$$

Next, we estimate the norm

$$\begin{aligned} & \|(I-S)^{-1}K\|_{\ell_\infty \rightarrow \ell_\infty}: \\ & \|(I-S)^{-1}K\|_{\ell_\infty \rightarrow \ell_\infty} \leq \|(I-S)^{-1}\|_{\ell_\infty \rightarrow \ell_\infty} \cdot \|K\|_{\ell_\infty \rightarrow \ell_\infty} \leq \\ & \leq \frac{1}{1-|d|} \cdot \frac{|bc|}{a}. \end{aligned}$$

Thus we find that $\|(I-S)^{-1}K\|_{\ell_\infty \rightarrow \ell_\infty}$ is less than 1 if

$$|bc| < a(1-|d|).$$

So, for any $g_1 \in \ell_\infty$ the solution y of the equation $\mathcal{L}y = g_1$ lies within ℓ_∞ .

Thus, we solved the problem, when for (12) at any $\{f, g\} \in L_\infty \times \ell_\infty$ its solution are $\{x, y\} \in W_{L_\infty} \times \ell_\infty$.

2.4. Here we use the ability of the original hybrid system to be reduced to the auxiliary linear integral equation on the base of the W -method.

Let us apply Corollary 1 from 2.1.

Example 3. Consider the two equations:

$$\dot{x}(t) + ax(t) + by[t] = f(t), \quad t \in [0, \infty), \quad (13)$$

$$y[t] - dy[t-1] + cx[t] = g[t], \quad t \in [0, \infty).$$

Using the Cauchy formula for x , the first equation in (13) can be rewritten in the form

$$x(t) = X_{11}(t)x(0) + \int_0^t C_{11}(t, s)(f(s) - by[s])ds, \\ x = X_{11}x(0) + C_{11}(f - by).$$

Let us construct the Cauchy function C_{22} and the fundamental solution Y_{22} for the equation $y[t] - dy[t-1] = g[t]$:

$$y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^{\lfloor t \rfloor} g(s)d^{t-1-s} = \\ = Y_{22}[t]y(-1) + (C_{22}g)[t].$$

From this we can express $y[t]$ from the second equation in (13):

$$y[t] = d^{t+1}y(-1) + \sum_{s=0}^{\lfloor t \rfloor} (g[s] - cx[t])d^{t-1-s}, \\ y = Y_{22}y(-1) + C_{22}(g - cx).$$

Let us consider the model equation in the form of a system

$$\dot{x}(t) + ax(t) = f(t), \quad t \in [0, \infty), \\ y[t] - dy[t-1] = g[t], \quad t \in [0, \infty).$$

It is known that when $a > 0$ and $|d| < 1$, this system has the following property: at any $f \in L_\infty$, $g \in \ell_\infty$ it follows that $x \in W_{L_\infty}$, $y \in \ell_\infty$.

We check when this property is fulfilled for system (13). For that it is sufficient to verify the assertion of Corollary 1 from subsection 2.2: if

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow W_{L_\infty} \times \ell_\infty} < 1$$

(or

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(W_{L_\infty} \times \ell_\infty)^0 \rightarrow (W_{L_\infty} \times \ell_\infty)^0} < 1)$$

holds true, then the operator $\mathcal{L}\mathcal{W}$ (operator $\mathcal{W}\mathcal{L}$) has a bounded inverse

$$(\mathcal{L}\mathcal{W})^{-1} : L_\infty \times \ell_\infty \rightarrow L_\infty \times \ell_\infty \\ ((\mathcal{W}\mathcal{L})^{-1} : (W_{L_\infty} \times \ell_\infty)^0 \rightarrow (W_{L_\infty} \times \ell_\infty)^0).$$

Here we have

$$\mathcal{W} = \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{11} & 0 \\ 0 & C_{22} \end{pmatrix}, \\ (\mathcal{L} - \mathcal{L}_0) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} (t) = \begin{pmatrix} 0 & by[t] \\ cx[t] & 0 \end{pmatrix}.$$

Variant I. Consider the case where the second condition takes place.

By Lemma 2.4.2 from [14] (Lemma 2 from [13]) the $C \times \ell_\infty$ -stability of (13) can be studied instead of the $W_{L_\infty} \times \ell_\infty$ -stability of this system. Here $C = C[0, \infty)$ is the Banach space of bounded functions $x : [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}^n$ with the norm $\|x\|_C = \sup_{t \geq 0} \|x(t)\|_{\mathbb{R}^n}$.

Multiplying

$$\begin{pmatrix} C_{11} & 0 \\ 0 & C_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & by[t] \\ cx[t] & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & (C_{11}by)(t) \\ (C_{22}cx)[t] & 0 \end{pmatrix},$$

we calculate

$$(C_{11}by)(t) = b \int_0^t e^{-a(t-s)} y[s] ds, \\ (C_{22}cx)[t] = c \sum_{s=0}^{\lfloor t \rfloor} x[t] d^{t-1-s}.$$

Now let us estimate the operator norm $\|C_{11}b\|_{\ell_\infty \rightarrow L_\infty}$:

$$|b| \sup_{t \geq 0} |(C_{11}y)(t)| = |b| \sup_{t \geq 0} \left| \int_0^t e^{-a(t-s)} y[s] ds \right| = \\ = |b| \sup_{t \geq 0} \left| \int_0^{\lfloor t \rfloor + (t)} e^{-a(\lfloor t \rfloor + (t-s))} y[s] ds \right| = \\ = |b| \sup_{t \geq 0} \left(\int_0^{\lfloor t \rfloor} e^{-a(\lfloor t \rfloor + (t-s))} |y[s]| ds + \right. \\ \left. + \int_0^{(t)} e^{-a(\lfloor t \rfloor + (t-s))} |y[s]| ds \right) \leq \\ \leq |b| \sup_{t \geq 0} \int_0^{\lfloor t \rfloor} e^{-a(\lfloor t \rfloor + (t-s))} |y[s]| ds + \\ + |b| \sup_{t \geq 0} \int_0^{(t)} e^{-a(\lfloor t \rfloor + (t-s))} |y[s]| ds \leq \\ \leq |b| \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)} \int_0^{\lfloor t \rfloor} e^{-a(\lfloor t \rfloor - s)} |y[s]| ds + \\ + |b| \cdot |y(0)| \sup_{t \geq 0} e^{-at} \int_0^{(t)} e^{as} ds \leq \\ \leq |b| \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)-a\lfloor t \rfloor} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} |y[i]| \int_i^{i+1} e^{as} ds + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ \leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)-a\lfloor t \rfloor} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} |y[i]| (e^{a(i+1)} - e^{ai}) + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ \leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)-a\lfloor t \rfloor} \sum_{i=0}^{\lfloor t \rfloor - 1} (e^{a(i+1)} - e^{ai}) ds \cdot \|y\|_{\ell_\infty} + \\ + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ \leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)} \cdot \sup_{k=0,1,2,\dots} \sum_{i=0}^{k-1} (e^{-a(k-i-1)} - e^{-a(k-i)}) \cdot \|y\|_{\ell_\infty} + \\ + |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \\ \leq \frac{|b|}{a} \sup_{t \geq 0} e^{-a(t)} \cdot \sup_{k=0,1,2,\dots} (1 - e^{-ak}) \cdot \|y\|_{\ell_\infty} +$$

$$+ |b| \cdot |y(0)| \frac{e^a - 1}{a} \leq \frac{|b|}{a} \max\{1, e^a - 1\} \|y\|_{\ell_{\infty 0}}.$$

That is, when $0 < a \leq \ln 2$, then

$$\|C_{11}b\|_{\ell_{\infty 0} \rightarrow \ell_{\infty}} < \frac{|b|}{a}.$$

Estimate the operator norm $\|C_{22}c\|_{C \rightarrow L_{\infty}}$:

$$\sup_{t \geq 0} \left| c \sum_{i=0}^{[t]} x[i] d^{[t]-i} \right| \leq |c| \cdot \sup_{t \geq 0} \sum_{i=0}^{[t]} |d|^{[t]-i} \cdot \|x\|_C \leq |c| \cdot \frac{1}{1-|d|} \cdot \|x\|_C,$$

$$\|C_{22}c\|_{C \rightarrow L_{\infty}} \leq |c| \cdot \frac{1}{1-|d|}.$$

Let us consider the cases of the following norms in the space \mathbb{R}^2 :

$$\|(x, y)\|_1 = |x| + |y|,$$

$$\|(x, y)\|_2 = (x^2 + y^2)^{1/2},$$

$$\|(x, y)\|_{\infty} = \max\{|x|, |y|\}.$$

Then, for the corresponding norms of the matrix

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \text{ we have}$$

$$\|A\|_1 = \sup\{|a_{11}| + |a_{12}|, |a_{21}| + |a_{22}|\},$$

$$\|A\|_2 \leq (a_{11}^2 + a_{12}^2 + a_{21}^2 + a_{22}^2)^{1/2},$$

$$\|A\|_{\infty} = \max\{|a_{11}| + |a_{21}|, |a_{12}| + |a_{22}|\}.$$

Suppose $0 < a \leq \ln 2$, then, for above cases, we

obtain

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(C \times \ell_{\infty 0})^0 \rightarrow (C \times \ell_{\infty 0})^0} \leq \frac{|b|}{a} + \frac{|c|}{1-|d|},$$

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(C \times \ell_{\infty 0})^0 \rightarrow (C \times \ell_{\infty 0})^0} \leq \left(\frac{b^2}{a^2} + \frac{c^2}{(1-|d|)^2} \right)^{1/2},$$

$$\|\mathcal{W}(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\|_{(C \times \ell_{\infty 0})^0 \rightarrow (C \times \ell_{\infty 0})^0} \leq \max\left\{ \frac{|b|}{a}, \frac{|c|}{1-|d|} \right\},$$

respectively.

So, for $0 < a \leq \ln 2$, we obtain the conditions:

either $\frac{|b|}{a} + \frac{|c|}{1-|d|} < 1$, or $\frac{b^2}{a^2} + \frac{c^2}{(1-|d|)^2} < 1$, or

$$\max\left\{ \frac{|b|}{a}, \frac{|c|}{1-|d|} \right\} < 1.$$

Thus, we solved the problem, when for equation (13) at any $\{f, g\} \in L_{\infty} \times \ell_{\infty}$ its solutions are $\{x, y\} \in C \times \ell_{\infty 0}$, or $\{x, y\} \in \mathcal{W}_{L_{\infty}} \times \ell_{\infty 0}$.

Variant II. Consider

$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_{\infty} \times \ell_{\infty} \rightarrow L_{\infty} \times \ell_{\infty}}$. Let us study when

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_{\infty} \times \ell_{\infty} \rightarrow L_{\infty} \times \ell_{\infty}} < 1.$$

Let us put: $(\bar{Y})(t) = y[t]$ and $(\bar{X})(t) = x[t]$.

Multiply

$$\begin{pmatrix} 0 & b\bar{I} \\ c\bar{I} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{11} & 0 \\ 0 & C_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} (t) = \begin{pmatrix} b(C_{22}y)[t] \\ c(C_{11}x)[t] \end{pmatrix}.$$

Then calculate

$$c(C_{11}x)[t] = c \int_0^{[t]} e^{-a([t]-s)} x(s) ds,$$

$$b(C_{22}y)[t] = b \sum_{s=0}^{[t]} y[s] d^{[t]-s}.$$

Estimate the operator norm $\|cC_{11}\|_{L_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}}$.

Suppose $a > 0$ and calculate the integral

$$\left| c \int_0^{[t]} e^{-a([t]-s)} x(s) ds \right| = |c| e^{-a[t]} \int_0^{[t]} e^{as} x(s) ds =$$

$$= |c| e^{-a[t]} \sum_{i=0}^{[t]-1} \int_i^{i+1} e^{as} x(s) ds \leq$$

$$\leq |c| e^{-a[t]} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{\ell_{\infty}[i, i+1]} \int_i^{i+1} e^{as} ds =$$

$$= |c| e^{-a[t]} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{\ell_{\infty}[i, i+1]} (e^{a(i+1)} - e^{ai}) / a =$$

$$= \frac{|c|}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{\ell_{\infty}[i, i+1]} (e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}).$$

Define the operator K by the equality

$$(Kx)[t] = \frac{|c|}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{\ell_{\infty}[i, i+1]} (e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}).$$

Estimate the norm $\|K\|_{L_{\infty} \rightarrow \ell_{\infty}}$:

$$\|Kx\|_{\ell_{\infty}} = \sup_{[t]=1, 2, \dots} \left| \frac{|c|}{a} \sum_{i=0}^{[t]-1} \|x\|_{\ell_{\infty}[i, i+1]} (e^{-a([t]-i-1)} - e^{-a([t]-i)}) \right| \leq$$

$$\leq \|y\|_{\ell_{\infty 0}} \cdot \frac{|bc|}{a} \sup_{k=0, 1, 2, \dots} (1 - e^{-ak}) = \|x\|_{L_{\infty}} \cdot \frac{|c|}{a}.$$

Then estimate the norm $\|bC_{22}\|_{\ell_{\infty} \rightarrow L_{\infty}}$:

$$\sup_{t \geq 0} \left| b \sum_{i=0}^{[t]} y[i] d^{[t]-i} \right| \leq |b| \cdot \sup_{t \geq 0} \sum_{i=0}^{[t]} |d|^{[t]-i} \cdot \|y\|_{\ell_{\infty}} \leq$$

$$\leq |b| \cdot \frac{1}{1-|d|} \cdot \|y\|_{\ell_{\infty}},$$

$$\|bC_{22}\|_{\ell_{\infty} \rightarrow L_{\infty}} \leq |b| \cdot \frac{1}{1-|d|}.$$

Let us consider separately three cases of determination of the norm in the space \mathbb{R}^2 : $\|(\cdot, \cdot)\|_1$,

$\|(\cdot, \cdot)\|_2$, $\|(\cdot, \cdot)\|_{\infty}$.

Suppose $a > 0$, then in the case of the first norm we obtain

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_{\infty} \times \ell_{\infty} \rightarrow L_{\infty} \times \ell_{\infty}} \leq \frac{|c|}{a} + \frac{|b|}{1-|d|},$$

in the case of the second norm we obtain

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_{\infty} \times \ell_{\infty} \rightarrow L_{\infty} \times \ell_{\infty}} \leq \left(\frac{c^2}{a^2} + \frac{b^2}{(1-|d|)^2} \right)^{1/2},$$

in the case of the third norm we obtain

$$\|(\mathcal{L} - \mathcal{L}_0)\mathcal{W}\|_{L_{\infty} \times \ell_{\infty} \rightarrow L_{\infty} \times \ell_{\infty}} \leq \max\left\{ \frac{|c|}{a}, \frac{|b|}{1-|d|} \right\}.$$

So we obtain the following three conditions of

stability: $\frac{|c|}{a} + \frac{|b|}{1-|d|} < 1$, $\frac{c^2}{a^2} + \frac{b^2}{(1-|d|)^2} < 1$,

$$\max\left\{ \frac{|c|}{a}, \frac{|b|}{1-|d|} \right\} < 1.$$

Thus, we solved the problem when for equation (13) at any $\{f, g\} \in L_{\infty} \times \ell_{\infty}$ its solution $\{x, y\}$ are elements of the space $W_{L_{\infty}} \times \ell_{\infty 0}$.

The background of the solutions stability of linear difference equations and LFDEA is presented in [45], where also a description of application of linear HFDSA for modeling investment development of high-tech industries is given.

3. Software for modeling and analysis

In this Section we restrict ourselves to some very recent results in modeling and analysis as applied to five topical problems: Internal rating based modeling, Analysis of shocks and their trigger mechanisms, Developing a typology of financial market participants, Analysis of financial market regulation consequences, and Simulation of financial markets.

3.1. Internal rating based modeling

Building an internal rating based model for a company helps tackle a number of practical aspects of building IRB models that involve the definition of discretization parameters and dynamic transformations of factors using macroeconomic variables as factors and mapping the model to an international scale.

An important stage in the IRB approach implementation is the development of a qualitative model to assess the probability of default of corporate counterparties that allows evaluating their credit quality efficiently. Developing such a model is a nontrivial task that might involve numerous technical details and complexities. The algorithm for creating the probability of default (PD) model has the following steps:

1. Identification of a set of potential factors of the model such as groups of financial ratios, macro-indicators; calculation of the selected financial ratios using data from financial statements;
2. Analysis of the financial ratios (tracing of ROC curves, calculation of Area Under Curve (AUC) ratios, selection of measures that have maximum predictive power, analysis of outliers, and discretization);
3. Testing of all possible variants of a logistic regression model that are evaluated only with use of financial ratios; selection of the best model variant;

4. Adding of micro-factors to the model defined during step 3; selection of the best model variant;
5. Appraisal of the stability of the model ratios in different periods.

In the paper [25], 18 financial ratios are considered to create the PD model. These ratios can be divided into the following groups:

- Debt to equity ratios;
- Profitability ratios;
- Liquidity ratios;
- Turnover ratios;
- Returns-to-scale ratios.

The sample used for the analysis and PD model creation contains data from annual statements (balance sheets, income statements) of more than 8,000 Russian entities from the non-financial sector for the period of seven years. In total, it includes about 50,000 observations, where default observations account for 2.3%. The original sample is divided into a training set and a validation set using a 70%/30% ratio, where the default levels must be equal in each set.

The authors built a series of models that achieve prediction accuracies in the range of 80–90% by AUC criterion [26]. The obtained results are successfully applied for different customers in the real and banking sectors.

Based on the empiric study findings the authors arrived to the following practical conclusions:

1. The predictive power of the factors can significantly decrease after dynamic transformations (increments, growth rates).
2. Discretization of factor values allows improving their predictive power and go to a monotonous ROC curve.
3. It makes sense to include macroeconomic factors in the model when the sample is representative in relation to the macroeconomic cycle.

Modeling was done using the PROGNOZ. Credit Risk software solution that provides comprehensive BI support to analyze financial position of counterparties and rerun models using different measures and different counterparty groups (Fig. 1).

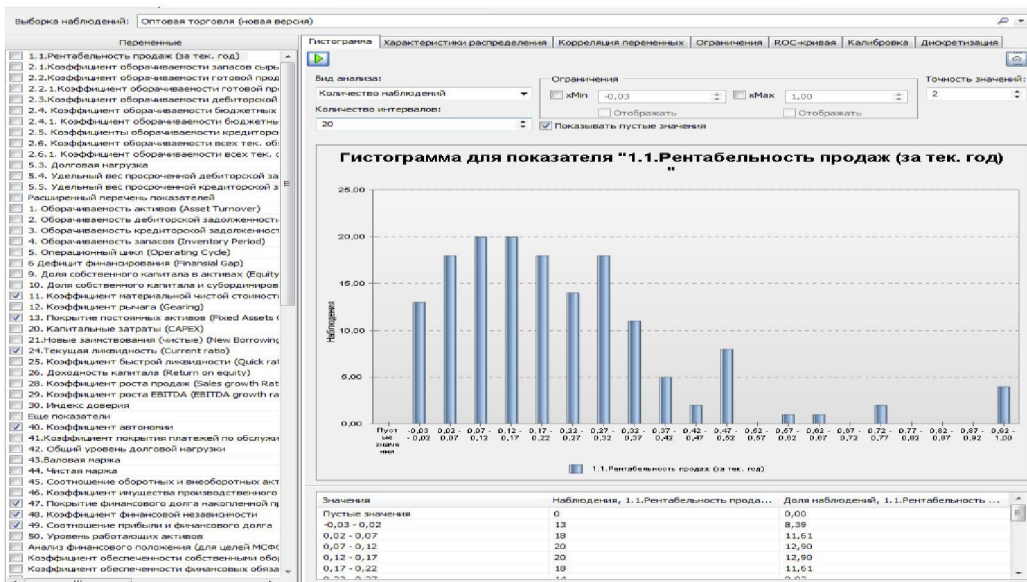


Fig. 1. IRB modeling using the software solution

3.2. Analysis of shocks and their trigger mechanisms

Gaining insight into a price formation mechanism is one of most relevant problems in the modern economic theory. There are many papers on stylized facts of price series, but the reason why these facts exist is not clear so far. Studying the dynamics of market characteristics in proximity to price shocks can logically provide valuable insights into the nature of this phenomenon. Based on a statistical approach, we have tried to answer the question: What happens in close proximity (when considering high-frequency data) to a leap in prices? An attempt to study shocks along with preshock and postshock market behavior is not new. The concept of a market shock is relative and should be considered in the context of a timeline and level of local volatility. In paper [25], three event types are considered, each of which is defined by an appropriate timeline (hours, minutes, and ticks). Later they are denoted as macro-, meso-, and microevents respectively and analyzed using four key market metrics such as price level, trade imbalance, trading volume, and bid-ask spread.

In paper [24], three timelines are determined:

- Level of hours (the macrolevel);
- Level of minutes (the mesolevel);
- Level of ticks (the microlevel).

To identify events at the macro- and mesolevels, a series of minute-level prices is generated that is calculated as a half-sum of the best bid price and best ask price (or mid-point price) at the end of each minute. At the microlevel, tick-level price changes are used. A tick means any change in price caused by the execution of orders.

To identify shocks at the macrolevel, two filters (absolute and relative filters) are combined and price changes are considered as shocks when both filters detect such changes simultaneously.

To identify an extreme event at the mesolevel, a filter is used, where an absolute value of one-minute returns is compared against moving average of one-

minute returns. A shock is defined as a time point when the absolute value of one-minute returns is s times greater than the moving average of one-minute returns.

For the tick timeline, we used the Nanex methodology, where a downward (upward) price movement is defined as a shock, if the price had to tick down (up) at least 10 times before ticking up (down) – all within 2 seconds and the price change had to exceed 0.8%. A tick means a price change caused by a trade(s). To apply this type of filter, we generated a series of tick-level prices based on trade data.

At the macrolevel, we identified 1,820 events for the analysis period of four months. At the mesolevel, we identified 13,368 events or 461 per each stock in average or 5.5 events per day. Similarly to the macrolevel timeline, the frequency of identified events varies greatly among stocks: from 0.4 to 17 shocks per day. We have revealed an inverse relationship between the number of identified shocks at the mesolevel and the average number of trades/bids [25, Fig. 1]. The greater the number of trades/bids per day on average, i.e. the higher is a stock liquidity, less shocks it has at the mesolevel. At the microlevel, we identified 369 events, on average 3.3 events per month for each stock. The frequency of events varies from 0 to 12.8 events per month for each stock. During the study of these events, we found that at the microlevel all events are caused by a temporary liquidity crisis – a moment in trading when one big market order is executed via a large number of trades involving small orders of the opposite direction leading to a leap in price.

A key focus of the paper [26] is the study of the behavior of HFT participants during market shocks. For this purpose, we have identified market movements exceeding 8 standard deviations and 50 basis points in one-minute intervals. The total number of analyzed shocks exceeds 1,000. For the purpose of analysis, shocks accompanied by upward price movements and downward price movements are reviewed separately. Typical shock profiles are provided in Fig. 2.

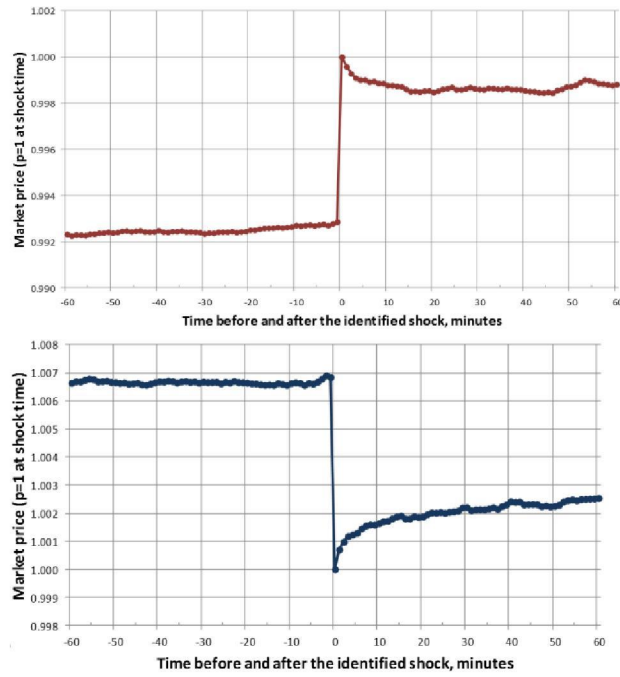


Fig. 2. A typical price shock profile (here and elsewhere an up-shock is illustrated on the top chart, while a down-shock is illustrated on the bottom chart)

For each shock an aggregate trading volume profile is constructed and it has been found that during a shock the volume traded in the market showed a ten-fold increase on average. The analysis shows that a leap in trade imbalance is observed five minutes, on average, before a shock (see Fig.3). In this case, trade

imbalance is measured based on a market buy orders to market sell orders ratio:

$$I_t = \frac{V_b}{V_s + V_b}, I_t \text{ is trade imbalance at time}$$

point t , V_b is aggregate volume of market buy orders, V_s is aggregate volume of market sell orders.

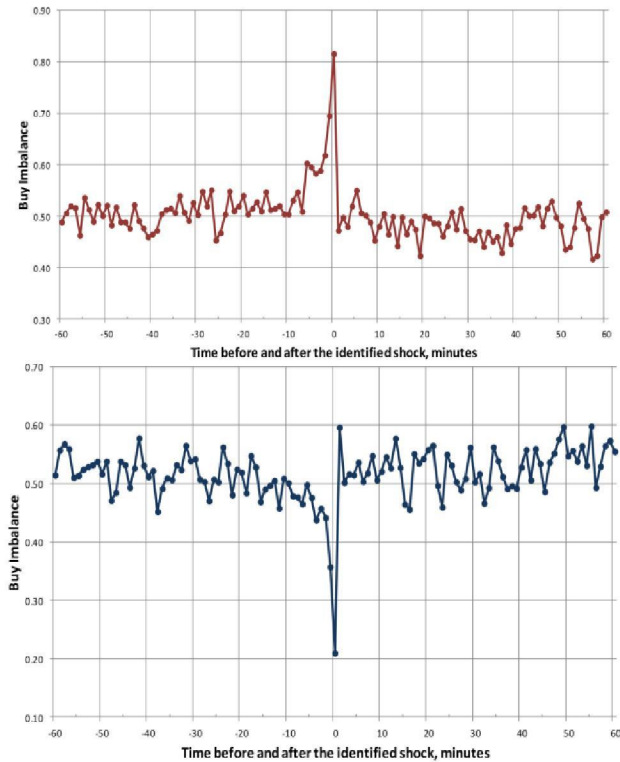


Fig. 3. Aggregate profile of trade imbalance

To analyze the behavior of HFT participants at shock points, a metric describing HFT's aggressive orders for executed trades is considered. During

shocks, HFT participants show more aggressive trading and initiate trades in the market.

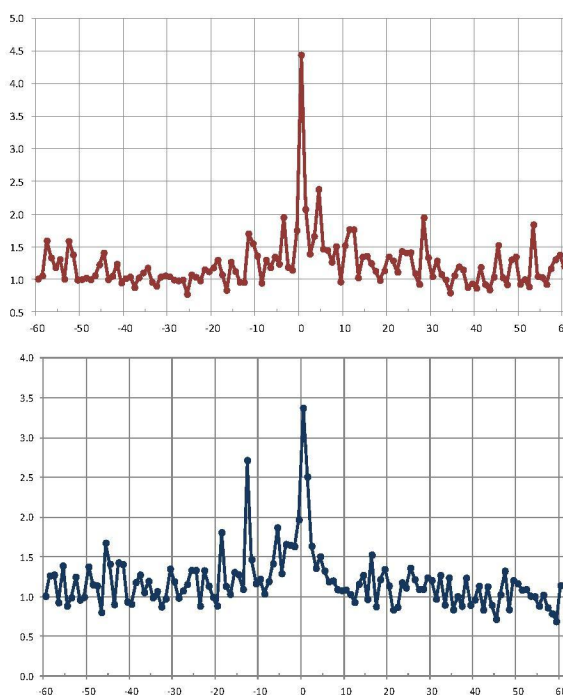


Fig. 4. Aggregate profile of aggressiveness of HFT orders

In the majority of markets, HFTs are present both at the best buy price and best ask price. On a side towards which a shock moves, it can be observed that

HFT participants withdraw their orders and enter additional orders on the opposite side (see Fig. 5).

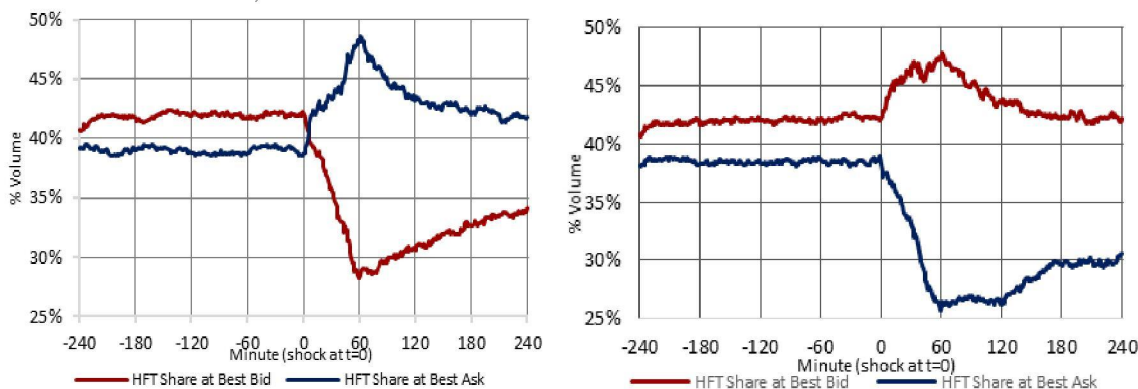


Fig. 5. Aggregate profile of HFT share at best bid and ask prices

Consequently, during shocks HFT participants become more aggressive and supply less liquidity on the shock side.

3.3. Developing a typology of financial market participants

One of the most significant financial market structure developments in recent years is high frequency trading (HFT). Experts say that HFT accounts for the greater part of financial market transactions (for example, according to Tabb Group, HFT accounts for more than 77% of transactions in the UK) and is able to crucially influence the occurrence of systemic instabilities. In paper [39], the following key attributes of HFT algorithms are outlined:

1) Sophisticated high-speed tools. To speed up decision-making, HFT traders use expensive sophisticated tools to track and analyze huge data sets and leverage revealed regularities to make investment decisions in real time. High complexity algorithms and

high speed practically exclude a human from decision making.

2) Latency time minimization. There is a direct relationship between the efficiency of trading algorithms and order transfer time from the algorithm to the exchange kernel.

3) Generation of a high amount of messages per day. HFT is often characterized by high amount of messages (order submittals, order updates, order withdrawals, and trade executions), high turnover rates per trading day, high order-to-trade ratios, relatively short average lifetime of orders.

4) Near zero position at the end of trading day. Horizons over which HFT traders hold their positions normally vary from milliseconds to hours.

5) Private firms engaged in proprietary trading.

These algorithms can influence fundamental processes at the level of the market microstructure.

Therefore, identifying of such HFT participants is one of critical tasks. Papers [11; 12; 26] propose different techniques for identifying HFT market participants based on methods for dividing participants into high frequency traders (HFT), long-term investors (LLT), and small participants (SMT). In paper [26], analysis of participants helps identify ten key differentiators explaining over 70% of variations in market participant characteristics. Analysis of these characteristics for one of Asian markets allows identifying about 30 most active accounts having characteristics intrinsic to HFT. This class of accounts is responsible for the generation of more than a half of the aggregate order flow, 75% of all trades (67% of total turnover), and 80% of all price changes.

The ecology of financial market participants is highly dependent on high frequency traders who influence qualitative and quantitative market performance. The paper [22] also shows that the rate of order placement by HFT participants is largely dependent on time of order placement; and a feedback loop strengthens when orders are placed in day time of trading sessions.

In paper [26], to measure the impact of HFT participants on the market, the below vector autoregression (VAR) is used:

$$HFT_{i,t} = a_i + \sum_{k=1}^n b_k MQ_{i,t-k} + \sum_{k=1}^n c_k HFT_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t}$$

$$MQ_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^n \beta_k MQ_{i,t-k} + \sum_{k=1}^n \gamma_k HFT_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t}$$

where $HFT_{i,t}$ is aggregate HFT trading volume at time point t , $MQ_{i,t}$ are market variables, n is the number of lags ($n = 1, 2, \dots, 6$).

The following variables are considered as financial market quality variables:

1. Relative spread;
2. Market depth;
3. Mid-point price volatility;
4. Rogers-Satchell volatility;
5. XLM (Xetra Liquidity Measure).

During analysis, we have calculated VAR(p) model for each instrument and each day (over 500 models). Then, for each case we measured Akaike informative criterion (AIC). We have found that the impact of HFTs activity on market characteristics with one-minute lag is insignificant for most cases, except for volatility, which shows positive dependence of HFT trade volume at the previous minute HFT(t-1). In this way, we have found evidence that this leads to an increase in short-term market volatility in the next minute in case of rise in HFT trading volume. We have found no evidence that the financial market liquidity is significantly dependent on HFTs activity (more detailed description of liquidity measures is provided in paper [10]). When it comes to XLM metric, for most cases p-value of lag impact of HFT on this metric is below 5%. The coefficient is statistically significant in 17% of cases. This drives us to a conclusion that HFT market participants do not continuously contribute to the market liquidity; in some cases liquidity drops as HFT trading volume increases.

The results of our studies in this area are used in the PROGNOZ.Timeline, a software tool to analyze financial market microstructure (Fig. 6).

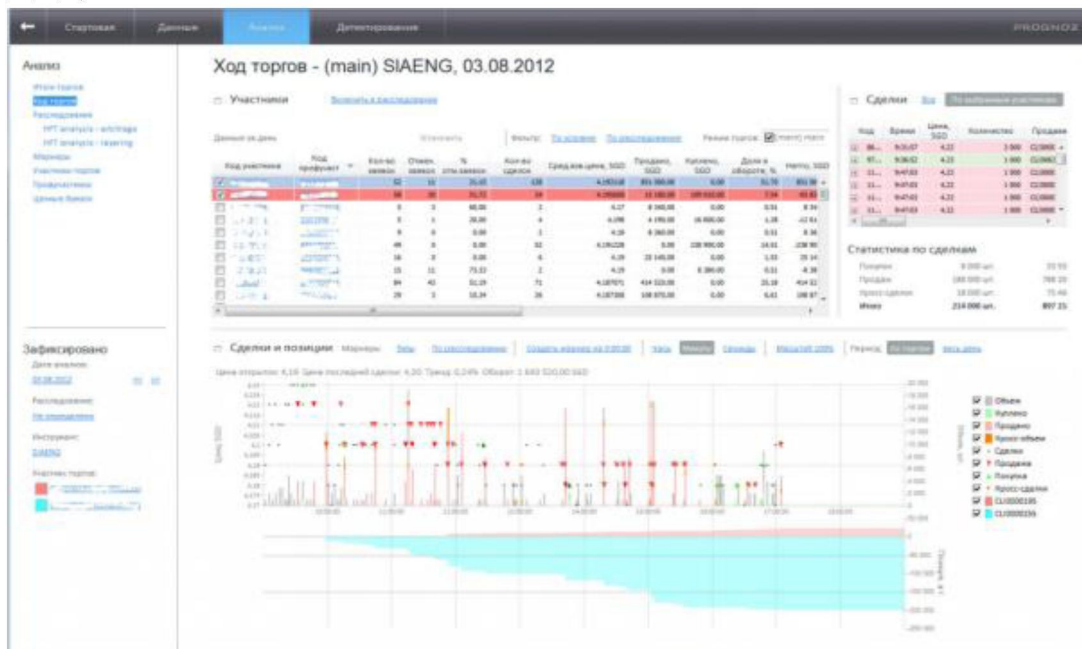


Fig. 6. PROGNOZ.Timeline interface

Access to statistics about trading participants along with powerful modeling and visualization capabilities enables us to perform a wide range of tasks for analysis of financial market microstructure.

3.4. Analysis of financial market regulation consequences

A tick size and lot size of a financial instrument are key parameters used for regulating financial markets. The history of tick size regulation and tick

size changes dates back to 1992, when the American Stock Exchange (AMEX) reduced tick size from 1/8 to 1/16th for shares with a price between \$1 and \$5. Tick size reduction consequences are actively discussed in the academic circles. However, there is no consensus whether tick size reduction has positive impact or not.

A tick size is an absolute value and is no good for comparing various instruments or countries or analyzing relationships among variables. For such purposes, it is handier to use a relative minimum price increment (or a relative tick size), which is calculated as follows:

$$relative\ tick\ size = 10000 \cdot \frac{tick\ size}{avg.\ price}$$

where *relative tick size* is relative tick size;

tick size is absolute tick size;

avg. price is average price for the calculation period.

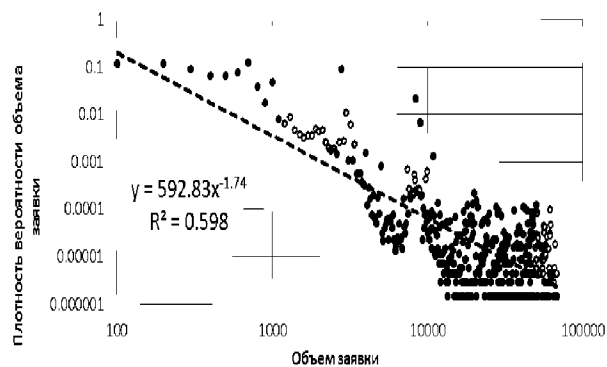


Fig. 7. Distribution of order sizes for Aeroflot common stock

When building distributions for various instruments included into the analyzed sample, we have found that the order size distribution has a power form (see Fig. 8). This means that in case of high tick size

The relative tick size is measured in basis points.

The paper [6] analyzes 60 financial instruments with different tick sizes – from very large ones of 72 basis points to very small ones of 0.18 basis points. As tick size reduces, the microstructure of financial instruments changes significantly. It most noticeably manifests in instrument price developments. The paper [8] identifies key properties of order flow and analyzes their relationships with a relative tick size:

- Distribution of order volumes;
- Distribution of order prices;
- Order cancellation rate.

A key characteristic of market order flow is an order size distribution (Fig. 7).

larger orders come to the market. In case of small tick size, large orders are broken into smaller ones so that the average order size becomes smaller.

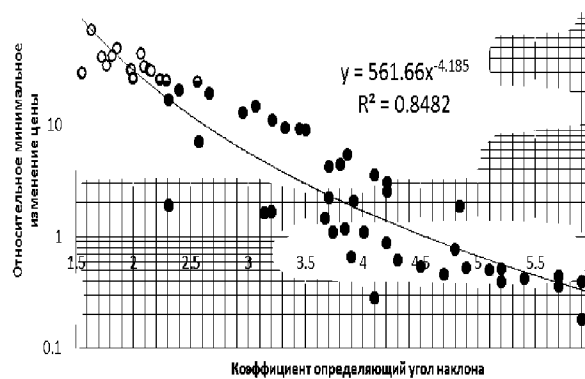


Fig. 8. Scatterplot of power-series distribution slope coefficient depending on relative tick size

Prices of incoming market orders depend on the current price of a financial instrument. To compare order price distributions, we need a characteristic that is not dependent on a specific asset price. As such characteristic we use a *price distance*. Let us formulate it as follows:

$$price\ distance = (p - p_b) / ticketsize\ \text{for buy orders;}$$

$$price\ distance = (p_a - p) / ticketsize\ \text{for sell orders;}$$

where *p* is price of order *a*, *p_a*, *p_b* are the best bid price and best ask price respectively.

Best price distance in the market is measured by the number of ticks. Having constructed a graph of distribution for this characteristic in paper [9] we found that such distribution is not mixed and is not described by any known distribution used in mathematical statistics (see Fig. 9).

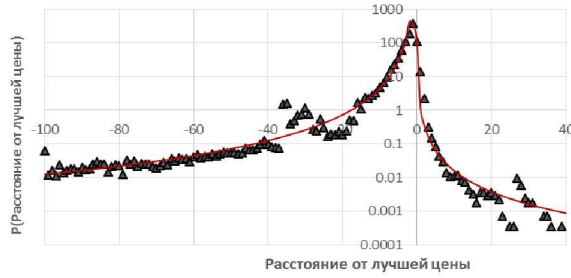


Fig. 9. Distribution of order prices for Aeroflot common stock

For this distribution we have calculated a share of incoming orders at the best price deep into the order book and on the opposite side of the order book (in this way, we divided the distribution into three

parts). Having calculated these shares for all instruments in paper [7] we found power-law dependences (see Fig. 10).

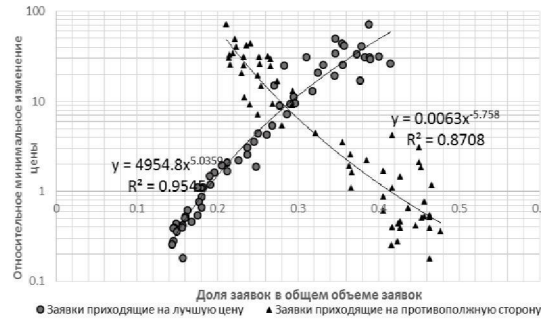


Fig. 10. Scatterplot of a share of incoming orders depending on a relative tick size

For incoming orders at the best price in the market, a slope coefficient is positive. This proves that an increase in tick size leads to an increase in the share of incoming orders at the best price in the market. For orders on the opposite side of the order book, a slope coefficient is negative. In this way, an increase in tick size leads to a decrease in the number of trades.

In paper [7], we have outlined a conditional process for order cancellation. In this process, probability of cancellation, to a large extent, depends on current market conditions with regard to the canceled order. A general formula for conditional probability of order cancellation is as follows:

$$P(C_i | y_i, n_{imb}, n_{tot}, \dots) = A(1 - \exp^{-K_1 y_i})(1 - \exp^{-D n_{tot}})(K_2 \cdot n_{imb} + b),$$

where $P(C_i | y_i, n_{imb}, n_{tot}, \dots)$ is conditional probability of order cancellation;

y_i – is relative position of the order in the order book;

n_{imb} – is coefficient of order book imbalance;

n_{tot} – is total number of orders in the order book;

A – is a parameter describing maximum probability of order cancellation;

K_1 – is sensitivity of probability of cancellation to relative position of the order in the order book;

D – is sensitivity of probability of cancellation to total number of orders;

K_2 – is sensitivity of probability of cancellation to order book imbalance;

b – is adjustment to coefficient of imbalance.

Tick size impact analysis shows that there is a dependence on coefficient K_1 (see Fig. 11). The coefficient K_1 characterizes order price sensitivity to the current market conditions. Order price sensitivity to the current price position in the market decreases as tick size goes down.

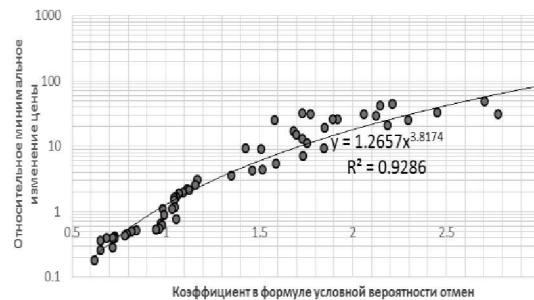


Fig. 11. Scatterplot of dependence of coefficient of conditional probability of cancellation on relative tick size

In paper [7], we have formulated a method that enables them to take into account consequences of tick size changes in order flow properties. The identified dependencies can be written as follows:

$$\begin{cases} K_1 = 0,94 \cdot TS^{0,2619} \\ \alpha_{volume} = 4,512 \cdot TS^{-0,238} \\ Q_{same} = 0,185 \cdot TS^{0,198} \\ Q_{opposite} = 0,416 \cdot TS^{-0,178} \\ Q_{best} = 1 - 0,416 \cdot TS^{-0,178} - 0,185 \cdot TS^{0,198} \end{cases}$$

where K_1 – is sensitivity of probability of order cancellation to relative position of the order in the order book;

α_{volume} – is slope of power law for order size distribution;

Q_{same} – is probability of order booking in the order book (for buy orders, the price is lower the best ask price; for sell orders, the price is higher the best bid price);

$Q_{opposite}$ – is probability of order booking on the opposite side of the order book (for buy orders, the price is higher the best ask price; for sell orders, the price is lower the best bid price);

Q_{best} – is probability of order booking at the best price (for buy orders, the price is equal to the best ask price; for sell orders, the price is equal to the best bid price);

TS is relative tick size in the market.

Laying down the rules regulating a tick size remains a live issue today. Stock exchanges and financial market regulators continue to change the rules for defining a tick size. During the study of this topic, we have found that the tick size reduction leads to:

- Decrease in average order size in the market;
- Increase in the number of trades in the market;
- Decrease in the number of orders at the best price in the market;
- Increase in total probability of order cancellation;
- Higher sensitivity of probability of cancellation to market situation.

These conclusions are in good agreement with the results obtained during the real market regulation.

The proposed method can be used for predicting the impact of tick size changes on the microstructure of financial markets.

3.5. Simulation of financial markets

Simulation of complex systems has been successfully applied across a variety of research and industry sectors. The first agent-based simulation model of financial market—the Santa Fe Artificial Stock Market (ASM) model—was built by a group of researchers at the Santa Fe Institute in the early 90ies. Being mainly experimental, the model involved a number of artificially intelligent agents, or traders, deciding how much to invest in a risky asset and how much to invest instead in a risk-free asset. Each trader does this by generating a demand for a financial asset while the asset price moves in response to an imbalance between its demand and supply. The ASM model has inspired the emergence of various similar models demonstrating different assumptions. However, such models are not flawless as they rely on a great number of assumptions and non-empirical parameters. Backtesting for such a class of models is reduced to selecting parameters which describe empirical data in the most comprehensive way.

Due to technological advances, researchers are now provided with much more detailed trading data. The most complete information can be derived from transactional data containing entries of all market orders and trades. Within our problem, we have developed an approach to build simulation models of a stock market microstructure, which—unlike other comparable models—can factor in tick size changes made by financial market regulators as well as limitations or preferences for a specific class of market participants. Our stock market microstructure model is based on the Mike-Farmer zero intelligence model designed under the guidance of Prof. J. D. Farmer. As demonstrated in [8], the Mike-Farmer model has a number of limitations affecting the quality and accuracy of the simulation model; it cannot also factor in external influences such as regulator-imposed constraints. Our simulation model draws on the Mike-Farmer model while overcoming its drawbacks. The resulting model includes two types of agents such as noise traders and high-frequency traders (Fig. 12).

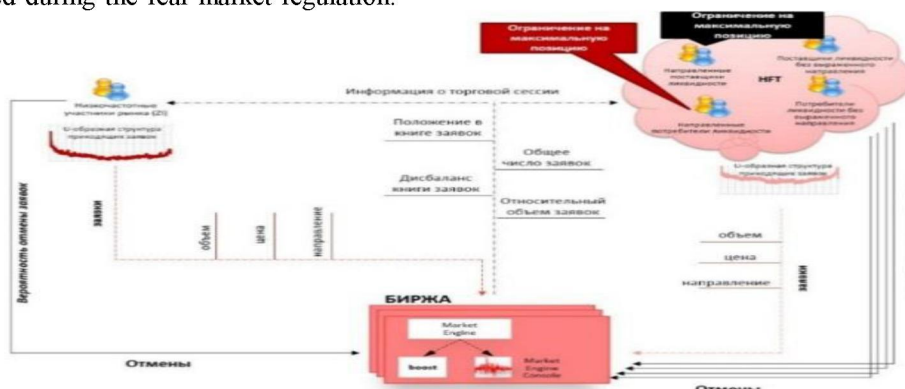


Fig. 12. Simulation model of stock market microstructure

High-frequency traders fall into four types here: directional liquidity providers (intermarket arbitrageurs), directional liquidity consumers (smart order routing, or SOR), non-directional liquidity providers (market makers), and non-directional liquidity consumers (statistical arbitrageurs). Each trader enters and withdraws orders in the market.

Each entered order has a direction, a size, and a price. To simulate the order direction, we have used the methods developed by Prof. F. Lillo for reproduc-

ing a long-memory order flow. Prof. Lillo suggested modeling the order size as a power law distribution that allows for simulating large orders coming into the market along with significant microstructural changes that result from this inflow. To model the order price, we considered its distribution from the best market prices. [9] is the first research publication to suggest splitting this distribution into three parts in order to factor in the tick size influence (Fig. 13).

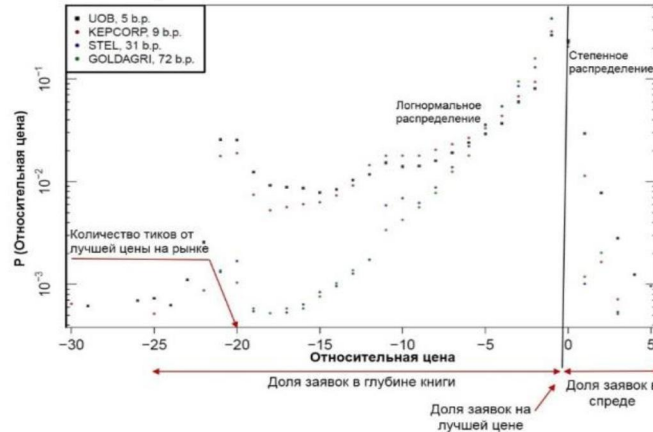


Fig. 13. Distribution of the order price from the best market prices

The order distribution parameters and the u-shape pattern of the order flow intensity are estimated for each agent. Each trader cancels orders with a specified probability. Being conditional, this probability depends on the current market situation. We have identified the following most significant parameters that can influence the order cancellation process in the financial market:

- Position of the order in the order book relative to the current market prices, or y_i ;

- Total number of orders in the order book, or n_{tot} ;
- Imbalance of orders in the order book, or n_{imb} ;
- Relative size of orders, or v_{rel} .

The results for each aforementioned characteristic are combined to construct a conditional probability function describing the cancellation process (Fig. 14).

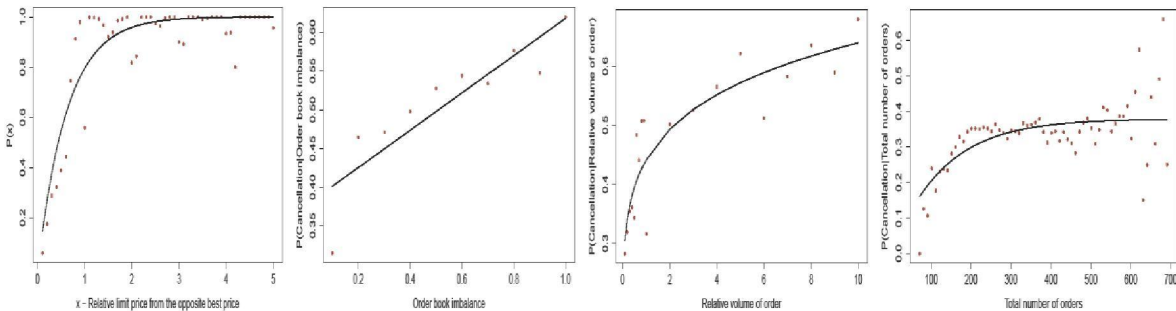


Fig. 14. Conditional probability function describing the cancellation process depending on the distribution of the order price from the best market prices (top-left), relative order size (bottom-left), total number of orders (bottom-right), order book imbalance (top-right)

The order cancellation process is not explicitly time-dependent however it depends on the state of the order book. The order cancellation process parameters K_1 and b are dependent from the tick size for a particular financial instrument. Order cancellation functions have also been analyzed for a number of traders identifying components that are not significant in the order cancellation process. For example, the order book imbalance is

not significant for high-frequency traders who are directional liquidity consumers. To enable the actual implementation of our simulation model, we have designed a dedicated software suite modeling the stock exchange, its operations, main elements and their interaction. The model kernel runs on C++.

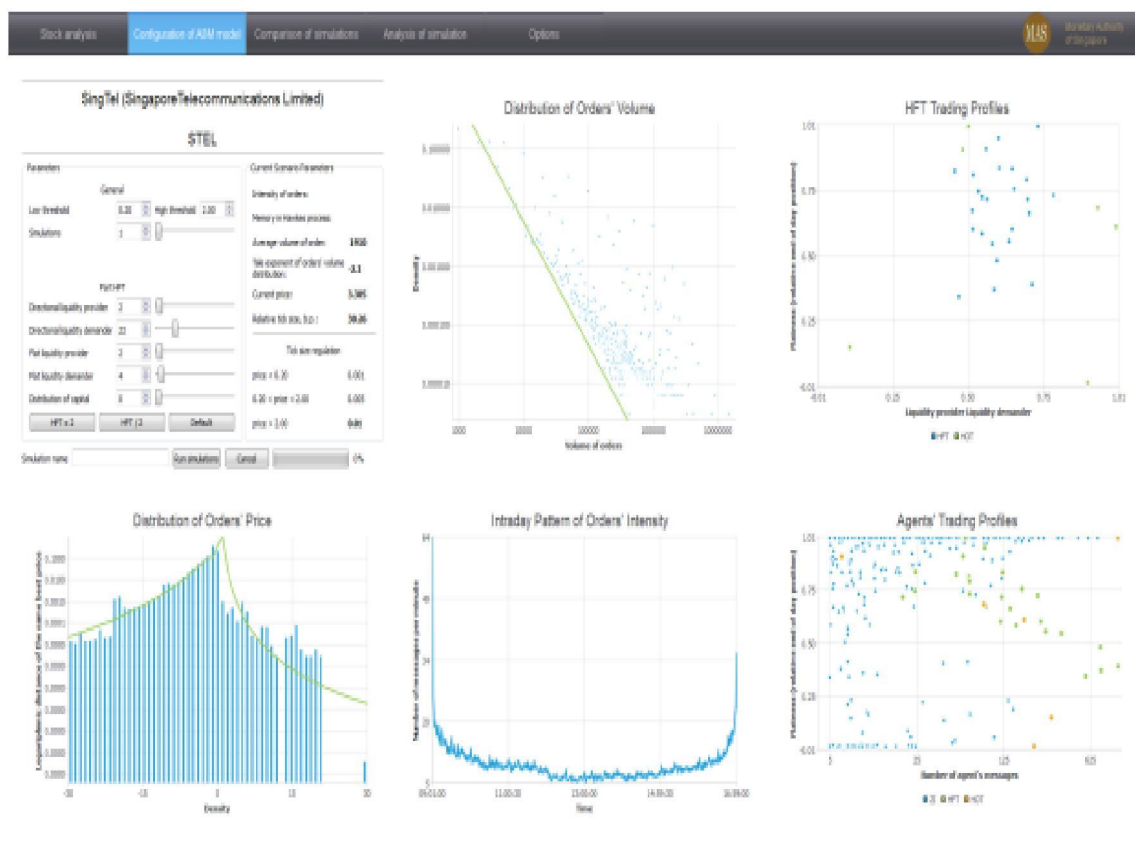


Fig. 15. Simulation modeling system, configuration module of the simulation model

Our simulation model enables users to make scenario changes with regard to preferences and limitations for particular market participants as well as to analyze market shifts triggered by tick size changes.

References

1. *Analytics-Capital. Vol.: Genesis of Informatics and Analytics in Corporation and Administration Management.* Ed. by D.L. Andrianov and S.G. Tikhomirov. VINITI RAS, Moscow, 2005.
2. Andrianov D.L., Maksimov V.P. The Study of Dynamic Economic Models at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics (theory, applications, use in educational process). *Scientific Schools and Research Directions at the Economics Faculty: Intern. Scientific Conf.* (Perm, Perm State University, April 17th, 2009. (in Russian)
3. Andrianov D.L., Maksimov V.P., Selyanin A.O. Problems of Goal Control and Attainability: Theory and Applications. *Information Systems and Mathematical Methods in Economics*, Perm State University, 2008. (in Russian)
4. Andrianov D.L., Ponosov A.A., Ponosov D.A. Targeted Management of Textile Industry Development in the Russian Federation. *Perm University Herald. Economy*, 2011, no. 4. pp. 92–101. (in Russian)
5. Anokhin A.V. On Linear Impulse System for Functional Differential Equations. *Doklady Akademii Nauk USSR*, 1986. V. 286, no. 5. pp. 1037–1040. (in Russian)
6. Arbuzov V.O. Modern Trends in Tick Size Regulation in the Russian Stock Market. *INTELLIGENCE. INNOVATIONS. INVESTMENTS*. 2014. pp. 4–13.
7. Arbuzov V.O. On Modeling Tick Size Regulation Consequences Using Imitation Models of the Financial Market. *Perm University Herald. Economy*. 2014. no. 4. pp. 13–23. (in Russian)
8. Arbuzov V.O. The Mike-Farmer Model Adjustment for the Russian Stock Market. *INTELLIGENCE. INNOVATIONS. INVESTMENTS*. 2014. pp. 4–17.
9. Arbuzov V. Revisiting of empirical zero intelligence models. *Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure*. Heidelberg: Springer. 2015. pp. 25–36.
10. Arbuzov V., Frolova M. Market liquidity measurement and econometric modeling. *Market Risk and Financial Markets Modeling*. Springer. 2012. pp. 25–36.
11. Arbuzov V.O., Ivliev S.V. On Identification of High-Frequency Traders in the Financial Market. *Perm University Herald. Economics*. 2014. no. 2(21). pp. 24–30. (in Russian)
12. Arbuzov V.O., Ivliev S.V., Nikulin M.B. Clustering Market Participants Based on Microstructural Data. *Mathematical Models and Systemic Analysis in Economics: collection of papers of young researchers of the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics*. Perm State University. Perm. 2011.

13. Azbelev N.V., Simonov P.M. Stability of equations with delay. *Russian Mathematics (Izvestiya VUZ. Matematika)*. 1997. Vol. 41. no. 6. pp. 3–16.
14. Azbelev N.V., Simonov P.M. *Stability of Solutions of Equations with Ordinary Derivatives*. Perm State University, Perm, 2001. (in Russian)
15. Azbelev N.V., Maksimov V.P., Rakhmatullina L.F. *Introduction to the Theory of Functional Differential Equations*. Nauka, Moscow, 1991. (in Russian)
16. Azbelev N.V., Maksimov V.P., Rakhmatullina L.F. *Elements of the Contemporary Theory of Functional Differential Equations*. Inst. of Computer-Assisted Studies, Moscow, 2002. (in Russian)
17. Azbelev N.V., Maksimov V. P., and Rakhmatullina L.F. *Introduction to the theory of functional differential equations: methods and applications*. N.Y.: Hindawi Publishing Corporation, 2007. 314 p.
18. Azbelev N.V., Berezanskii L.M., Simonov P.M., Chistyakov A.V. Stability of linear systems aftereffect. III. *Differential Equations*. 1991. Vol. 27. no. 10. pp. 1165–1172.
19. Azbelev N.V., Berezanskii L.M., Simonov P.M., Chistyakov A.V. Stability of linear systems aftereffect. IV. *Differential Equations*. 1993. Vol. 29. no. 2. pp. 153–160.
20. Barbashin E.A. *Introduction to the Stability Theory*. Moscow: Nauka, 1967. 224 p. (in Russian)
21. Chadov A.L., Maksimov V.P. Linear boundary value problems and control problems for a class of functional differential equations with continuous and discrete times. *Functional Differential Equations*. 2012. Vol. 19, no. 1-2. pp. 49–62.
22. Efremova T., Ivliev S. Modeling of Russian Equity Market Microstructure (MICEX:HYDR Case). *Market Risk and Financial Markets Modeling*. Springer. 2012. pp. 37–46.
23. Eremin I.I. *Contradictory Models of Optimal Planning*. Nauka, Moscow, 1988. (in Russian)
24. Frolova M. Market shocks: Review of Studies *Financial Econometrics and Empirical Market Microstructure*. Heidelberg: Springer. 2015. pp. 77–93.
25. Frolova M.S., Ivliev S.V., Lillo F. Market Shocks in Russian Stock Prices. *Issues of Risk Analysis*. 2014. Vol. 11. no. 6.
26. Ivliev S.V., Arbuzov V.O., Frolova M.S., Naumenko V.V. Three Questions to HFT. How High Frequency Trading Algorithms Influence Volatility, Liquidity, and Market Shocks – A View through the Lens of the Asian Market. *Financial One*. 2014. no. 4. pp. 72–77.
27. Ivliev S., Frolova M., Mizgireva Yu. Practical aspects of creating an internal rating based model of non-financial companies. *Global Markets and Financial Engineering*. 2015. Vol. 2. no. 1. pp. 39–46.
28. Larionov A.S., Simonov P.M. Stability of hybrid functional differential systems with aftereffect (HFDSA). II. *Vestnik RAEN. Temat. nomer «Differentsial'nye uravneniya»*. 2014. Vol. 14, № 5. pp. 38–45. (in Russian)
29. Maksimov V.P. The Cauchy Formula for a Functional-Differential Equation. *Differentsial'nye Uravneniya*, 1977, Vol. 13, no. 4. pp. 601–606. (in Russian)
30. Maksimov V.P. An Approach to the Problem of Directing the System to a Neighborhood of a Normative Trajectory. *Perm University Herald. Economy*, 2008, no. 8. pp. 108–112. (in Russian)
31. Maksimov V.P. Impulsive Correction of the Control for Dynamic Models with Aftereffect. *Perm University Herald. Economy* 2009, no. 1. pp. 91–95. (in Russian)
32. Maksimov V.P. On the property of controllability with respect to a family of linear functionals. *Functional Differential Equations*. 2009. Vol. 16. no. 3. pp. 517–527.
33. Maksimov V.P. Control of Functional Differential System in Conditions of Impulse Disturbances. *Russian Mathematics*. 2013, Vol. 57, no. 9. pp. 72–76.
34. Maksimov V.P., Chadov A.L. Hybrid Models in Economic Dynamics Models. *Perm University Herald. Economy*, 2011. no.2. pp. 13–23 (in Russian)
35. Maksimov V.P., Chadov A.L. Boundary Value Problems in Economic Dynamics with Approximate Fulfillment of Boundary Conditions. Constructive Study. *Perm University Herald. Economy*, 2012, no.3. pp. 12–17. (in Russian)
36. Maksimov V.P., Chadov A.L. A Class of Controls for Functional-Differential Continuous-Discrete System. *Russian Mathematics*, 2012, Vol. 56, no. 9. pp. 62–65.
37. Maksimov V.P., Chadov A.L. Discrete Control of a Functional Differential Continuous-Discrete System. *Perm University Herald. Economy*, 2013, no.1. pp. 6–11. (in Russian)
38. Maksimov V.P., Ponosov D.A., Chadov A.L. Some Problems in Economic Mathematical Modeling. *Perm University Herald. Economy*, 2010, no. 2. pp. 45-50. (in Russian)
39. Massera J.L., Schaeffer J.J. *Linear Differential Equations and Function Spaces*, Academic Press, New York–London. 1966. 456 p.
40. Ponosov A.A. Control Problem for a Dynamic Model of Ecology-Economic Development. *Tambov University Reports. Natural and Technical Sciences*. 2013, Vol. 18, no. 5-2. pp. 2643–2644. (in Russian)
41. Ponosov A.A. On a Problem of Target Control for a Continuous-Discrete Ecology-Economic Model of the Perm Region. *Control of Economic Systems*, 2015, Vol. 6. Available at: <http://www.uecs.ru> (accessed 01.09.2015). (in Russian)
42. Ponosov A.A., Ponosov D.A. Modeling Ecology-Economic Development of a Region. *Economics, Statistics, and Informatics*, 2012, no. 4. pp. 142–146. (in Russian)
43. Ponosov D.A. On Some Approaches to Modeling the Industrial Impact onto Ecology of a Region. *Control of Economic Systems*, 2011, no. 34. Available at: <http://www.uecs.ru> (accessed 01.09.2015). (in Russian)

44. Simonov P.M. Hybrid functional differential system. *Informatin systems and mathematical methods in economics*. Perm State Univ. Perm. 2010. no. 3. pp. 77–80. (in Russian)

45. Simonov P.M. Stability of differential-difference model of investment development of high-tech industries. *Analytical mechanics, stability and control: Proceedings of the X International Chetaev. Conference*. Vol. 2. Section 2. Stability. Kazan, June 12–16, 2012. Kazan: Publishing House Kazan State Tech. Un-ty. 2012. pp. 478–486. (in Russian)

46. *Targeted Control of Social-Economic Development Processes for Federal Subjects of the Russian Federation: Modeling and Software*. Andrianov D.L. et al. Perm State University, Perm, 2008. (in Russian)

47. Tsaluyk Z.B., Pulyaev V.F. *Problems in functional analysis*. Moscow, Izhevsk, R&C Dynamics. 2010. 152 p. (in Russian)

The date of the manuscript receipt:
01.10.2015

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ: ТЕОРИЯ, ПРИЛОЖЕНИЯ, ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Д.Л. Андрианов, докт. физ.-мат. наук, зав. кафедрой информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: adl@prognoz.ru

В.О. Арбузов, аспирант

Электронный адрес: arbuzov@prognoz.ru

С.В. Ивлиев, канд. экон. наук, доцент кафедры информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: ivliev@gmail.com

В.П. Максимов, докт. физ.-мат. наук, профессор кафедры информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: maksimov@econ.psu.ru

П.М. Симонов, докт. физ.-мат. наук, профессор кафедры информационных систем и математических методов в экономике

Электронный адрес: simpm@mail.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Дается обзор теоретических и прикладных результатов, полученных в рамках научной школы кафедры «Информационные системы и математические методы в экономике». Обзор охватывает период 2008–2015 гг. В основе теоретических результатов лежат основные положения современной теории функционально-дифференциальных уравнений, разработанной участниками известного Пермского семинара по функционально-дифференциальным уравнениям под руководством профессора Н.В. Азбелева (1922–2006). В центре внимания находятся задачи прогнозирования, краевые задачи (задачи достижимости), задачи управления и задачи устойчивости для динамических моделей, учитывающих эффекты последствия и возможность импульсных воздействий (шоков). Для упомянутых задач получены признаки их разрешимости, предлагаются методы построения программных управлений и соответствующих им траекторий, разработаны схемы и алгоритмы исследования на основе доказательного вычислительного эксперимента, включающие алгоритмы коррекции исследуемых задач в случае обнаружения их противоречивости. Результаты прикладных разработок используют достижения теории и представляют собой комплекс программных средств для исследования на разрешимость и решения реальных задач прогнозирования, достижимости, управления и устойчивости для моделей социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и российской экономики в целом.

Ключевые слова: модели экономической динамики, задачи прогнозирования, краевые задачи, задачи управления, информационно-аналитические системы, системы поддержки принятия решений, прогнозно-аналитические системы, бизнес-аналитика, финансовое моделирование, финансовые рынки.

Please cite this article in English as:

Andrianov D.L., Arbuzov V.O., Ivliev S.V., Maksimov V.P., Simonov P.M. Economic dynamics models: theory, applications, computer aided implementation // *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy*. 2015. № 4(27). P. 33–53.

РАЗДЕЛ I. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

УДК 338
ББК 65.290

**ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА К ПРОЦЕССУ
СТАНОВЛЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ**

Г.А. Гершанок, докт. экон. наук, профессор кафедры менеджмента и маркетинга

Электронный адрес: gager2@yandex.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29

А.Ф. Палкин, аспирант

Электронный адрес: palkinu@gmail.com

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29

Проведен экскурс в историю понятия «предприниматель» – от Р. Кантильона до наших дней. Особое место в этом ряду занимает Й. Шумпеттер, который называл предпринимателями не только «самостоятельных» хозяйствующих субъектов рыночной экономики, но и всех тех, кто реально выполняет функцию комбинирования производства. Выделены составляющие, характеризующие человека, занимающегося предпринимательством: стремление к выгоде, новаторство, заключающееся в поиске возможностей и реализации идей, рискованность осуществляемой деятельности и принятие ответственности за ее результаты. Представлена критическая авторская позиция по становлению предпринимательства в нашей стране, приведены этапы развития предпринимательства, сделан вывод о возможных путях развития предпринимательства. Проведено сравнение позиций различных авторов в отношении описания стадий и этапов развития предпринимателя. Дано авторское определение понятия «жизненный цикл» в применении к предпринимательству. Проведено сопоставление этапов жизненного цикла организаций, стадий становления предпринимателя и этапов развития предпринимателя с позиций различных авторов. Разработано авторское описание жизненного цикла предпринимателя, которое дополняет известные позиции различных авторов двумя новыми этапами – этап принятия решения (он предшествует началу деятельности предпринимателя) и этап завершения деятельности, на котором предприниматель завершает свою карьеру и перестает участвовать в реализации предпринимательских проектов. Разработанное описание жизненного цикла характеризует и детализирует этапы становления и развития предпринимателя, что может быть полезно при построении механизмов и систем, направленных на развитие и поддержку предпринимательства. На каждом этапе развития предпринимательства требуются специфические меры поддержки, адекватные содержанию действий и компетенциям предпринимателя.

Ключевые слова: предприниматель, предпринимательство, предпринимательская деятельность, жизненный цикл, развитие предпринимательства, новаторство, поведенческий аспект, этапы предпринимательства, стадии и циклы развития, поддержка предпринимательства.

Понятие «предприниматель» впервые употребил английский экономист конца XVII – начала XVIII в. Р. Кантильон [12]. Он высказал мнение, что предприниматель – это человек, действующий в условиях риска.

Следующим значимым определением принято считать трактовку, которую дал французский экономист конца XVIII – начала XIX в. Жан-Батист Сэй (1767–1832) в книге «Трактат политической экономики». Предприниматель, или антрепренер (от англ. *entrepreneur*), по Сэю, – это человек, перебрасывающий экономические ресурсы из сферы малой продуктивности в сферу большой продуктивности и пожинающий плоды [9].

Адам Смит (1723–1790) определял предпринимателя как собственника капитала, который

ради реализации какой-то коммерческой идеи и получения прибыли идет на экономический риск [7].

Еще одним идеологом предпринимательства был американский экономист австрийского происхождения Йозеф Шумпетер (1883–1950). В своей книге «Теория экономического развития» он называл предпринимателями не только «самостоятельными» хозяйствующих субъектов рыночной экономики, но и всех тех, кто реально выполняет основополагающую функцию – комбинирование факторов производства [10]. По мнению Шумпетера, предприниматели представляют собой особый тип людей, и их деятельность является специфической проблемой, так как они выполняют функции создания чего-то нового, а сделать что-то новое объек-

тивно труднее, чем производить привычное и испытанное.

По-новому на предпринимательство взглянул лауреат Нобелевской премии по экономике за 1974 г. Фридрих Август фон Хайек (1899–1984). По Хайеку, сущность предпринимательства – это поиск и изучение новых экономических возможностей, характеристика поведения, а не вид деятельности.

Можно выделить ряд составляющих, характеризующих предпринимателя как человека, занимающегося определенным специфическим видом деятельности:

- стремление к выгоде, прибыли;
- новаторство, заключающееся в поиске возможностей и реализации идей;
- рискованность осуществляемой деятельности и принятие ответственности за ее результаты.

Также важным аспектом является тезис о поведенческой, а не только процессной основе деятельности предпринимателя. Именно поведенческим аспектом профессия «предприниматель» отличается от многих других профессий, которые осваиваются в учебных заведениях. Результат предпринимательской деятельности зависит не только от качества реализации определенных функций, но и от характеристик ее субъекта – предпринимателя, который должен обладать особыми качествами и личностными характеристиками, в сумме определяющими особое его поведение.

В нашей стране предпринимательство прошло ряд этапов своего развития. Первый этап можно охарактеризовать как этап возможностей. На данном этапе государством было предоставлено право осуществления предпринимательской деятельности (Закон СССР от 26 мая 1988 г. №8998-ХI «О кооперации в СССР»). Заниматься предпринимательством стало возможным официально.

В ходе роста числа занятых в предпринимательстве людей и осознания возрастающей важности предпринимательства для экономики страны становилось понятно, что только одних возможностей недостаточно, необходимо создавать условия. Именно этим характеризуется второй этап – этап создания условий и стремление государства к оказанию инфраструктурной поддержки предпринимательства и инноваций (начало этапа в 2008 г.). На данном этапе совершенствуется законодательство, начинают активно появляться технопарки, бизнес-инкубаторы, центры развития предпринимательства и прочие структуры. Кроме этого, начинают реализовываться программы финансирования (субсидирования) начинающих предпринимателей и вовлечения молодых людей в предпринимательство.

В сегодняшние дни мы переходим на третий этап (этап «Генерации»), в котором, наряду с возможностями и условиями, начинают появляться механизмы воспитания, обучения и развития предпринимателей.

Предпринимательство в России пока слишком молодо, еще не успели сформироваться и устояться типичные сценарии развития личности как

предпринимателя, не успел полностью формализоваться опыт становления конкретного человека в качестве предпринимателя. Сегодняшнему начинающему предпринимателю сложно равняться на кого-либо, так как все примеры успеха являются скорее исключениями, чем правилами. Начинающим предпринимателям очень сложно формировать предпринимательское поведение, так как опыт, накопленный в обществе, еще недостаточно велик. А ведь, как было отмечено ранее, предпринимательство – это не только и не столько деятельность, сколько особое поведение. Первые российские предприниматели фактически являются нашими современниками, и, следовательно, говорить о сформированной культуре предпринимательства, наверное, еще рано. Кроме того, ввиду высокой скорости преобразований условий и культуры предпринимательства происходит отдаление историй успеха состоявшихся предпринимателей от сегодняшних дней, а следовательно, делает их во многом непригодными в качестве руководства к действию.

В нашей стране еще не сформирована система естественного появления предпринимателей, основанная на передаче из поколения в поколение предпринимательского опыта и поведения. Именно поэтому для реализации быстрого перехода на этап «Генерации» в нашей стране должны быть созданы активные механизмы по «производству» предпринимателей.

Для конструирования этих механизмов требуется понимание сути «производства» и выявление необходимых «производственных» воздействий на формируемого предпринимателя. Требуется четкое представление путей становления и развития типичных представителей профессии, понимание этапов и стадий формирования предпринимателя.

При рассмотрении развития различных систем часто применяются концепции жизненных циклов. Понятие жизненного цикла используется в ряде областей:

– жизненный цикл (социология) – понятие, описывающее относительно замкнутые и качественно отличающиеся этапы жизни отдельного человека [4];

– жизненный цикл (биология) – это последовательность стадий в развитии организма, от формирования до появления продуктов распада после смерти [6];

– жизненный цикл нового продукта – это продолжительность периода его существования от начальной формы (т.е. зарождения идеи) до выхода продукции из употребления и ее утилизации [1];

– жизненный цикл изделия (продукции) – это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта [8].

В применении к предпринимательству под «жизненным циклом» мы понимаем *регулярную конечную последовательность фаз развития, характерную для той или иной системы.*

В этом смысле рассмотрение развития предпринимателя как носителя определенных компетенций, а также обладателя определенных деловых и личностных качеств в терминах жизненного цикла представляется возможным, так как:

- предприниматель в своем развитии проходит некоторые характерные фазы и стадии, а именно последовательность фаз;
- эти фазы и стадии являются конечными и ограниченными;
- развитие предпринимателя происходит регулярно, следовательно, происходит регулярная смена фаз и стадий.

В современной литературе уделяется большое внимание анализу жизненных циклов организаций, в том числе широко представлен жизненный цикл венчурных организаций и стартапов. Концепции жизненного цикла организаций разрабатывали Л. Грейнер [13], И. Адизес [2], российские исследователи Е. Емельянов и С. Поварницына [3] и мн. др.

В упрощенном и обобщенном виде можно представить жизненный цикл организации в четыре стадии:

- 1) стартап,
- 2) рост,
- 3) взросление,
- 4) регенерации/деградация.

Однако концепции жизненного цикла организации не учитывают стадии развития одной из ее основных движущих сил, а именно предпринимателя.

Гер Цвартендийк (Ger Zwartendijk) в [14] рассматривает 10 стадий становления человека в качестве предпринимателя:

- 1) генерация идеи,
- 2) тестирование идеи,
- 3) выявление необходимых ресурсов,
- 4) разработка бизнес-плана,
- 5) поиск ресурсов и финансирования,
- 6) запуск бизнеса,
- 7) борьба с проблемами и неудачами,
- 8) профессионализация бизнеса,
- 9) подготовка преемника,
- 10) выход из проекта.

Попробуем соотнести 10 стадий по Цвартендийку с жизненным циклом организации (рис. 1).

Стыковка жизненного цикла организации (составные части которого будем называть «Этапами») и 10 стадий по Цвартендийку (именуемые далее для удобства сопоставления «Стадиями») происходят в паре «Стартап» – «Поиск ресурсов и финансирования». Этап «Стартап» продолжается и на стадиях «Запуск бизнеса» и «Борьба с проблемами и неудачами», что следует из трактовки понятия «стартап» – это организация, создаваемая для поиска повторяемой и масштабируемой бизнес-модели [11]. Данные компании обычно являются вновь созданными и нацеленными на исследование рынка, разработку и вывод на рынок продукта. В случае успеха в борьбе с проблемами и неудачами наступает этап «Рост», который соответствует стадии «Профессионализация бизнеса».

Важным является тот факт, что стадии становления предпринимателя выходят за рамки жизненного цикла организации. Другими словами, становление предпринимателя начинается раньше появления организации, которую он создает. С точки зрения развития и генерации предпринимателей этот аспект считаем важным и основополагающим.

Кроме этого, стоит обратить внимание на описание процесса развития предпринимателя, предложенное В. Кругликом [5], который выделяет следующие этапы развития предпринимателя: 1) начальный, 2) учебный, 3) предварительный, 4) пробный и 5) полный.

По В. Круглику, на начальном этапе человек, как правило, осваивает азы предпринимательской деятельности. На учебном усваивает понятия о содержании и взаимосвязи отдельных элементов. На предварительном этапе делаются первые шаги по осмыслению личной попытки предпринимательской деятельности. На пробном проводится реализация первой и последующих попыток. Полная же предпринимательская деятельность основана на осмыслении, анализе и усовершенствовании всех предшествующих этапов. Поэтому полный этап предпринимательской деятельности можно разделить на этапы осмысления и действий [5].

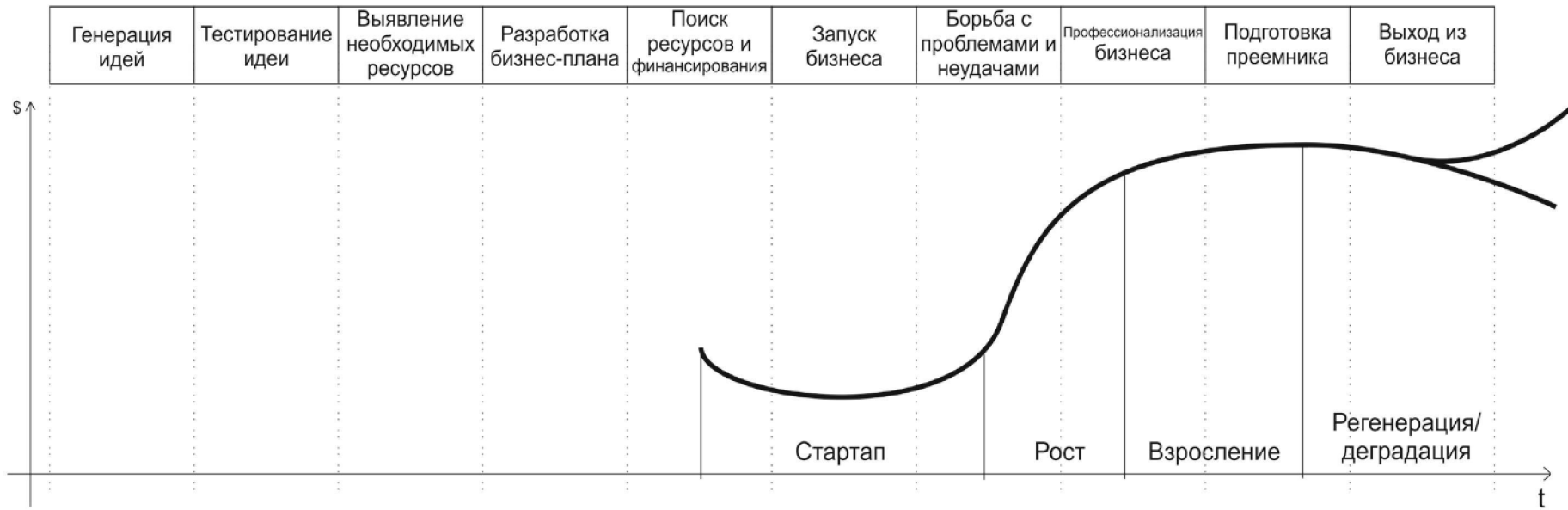


Рис. 1. Сопоставление этапов жизненного цикла организации и стадий становления человека в качестве предпринимателя по Цвартендийку

Для сопоставления концепции В. Круглика и этапов/стадий, приведенных ранее, изобразим все на одной схеме (рис. 2).

Важно отметить, что классификация этапов Круглика захватывает еще более ранние аспекты развития предпринимателя, а именно начальный этап; учебный этап.

Остальные же этапы, по Круглику, детализируются и уточняются стадиями по Цвартендийку. Так, «предварительный этап» по Круглику, на котором делаются первые шаги по осмыслению и подготовке к личной попытке предпринимательской деятельности, раскрывается четырьмя стадиями по Цвартендийку, а именно «Генерация идеи», «Тестирование идеи», «Выявление необходимых ресурсов» и «Разработка бизнес-плана». Данные четыре стадии, на наш взгляд, соответствуют содержанию этапа. Следующий этап по Круглику – «Пробный», на котором проводится реализация первой и последующих предпринимательских попыток, раскрывается стадиями «Поиск ресурсов и финансирования», «Запуск бизнеса», «Борьба с проблемами и неудачами», «Профессионализация бизнеса», «Подготовка преемника», «Выход из бизнеса». Данные стадии, по Цвартендийку, соответствуют основным этапам жизненного цикла организации, как было показано ранее, следовательно, объединять их в «пробный этап» по Круглику вполне уместно. И, наконец, последний, «полный этап», на котором предприниматель занимается осмыслением предыдущих попыток и действий, по Круглику, является своего рода этапом обратной связи, после которого предприниматель приступает к новой предпринимательской попытке, совершая цикл.

По нашему мнению, для придания набору этапов конечности и обеспечения полноты в терминологии жизненного цикла данную классифика-

цию требуется дополнить еще двумя этапами. Этап принятия решения, который предшествует всем приведенным выше. На данном этапе формируется интерес к предпринимательской деятельности и вырабатывается решение о необходимости получения дополнительной информации. Еще один этап – завершения деятельности, на котором предприниматель завершает свою карьеру, отходит от деятельности, перестает участвовать в реализации проектов.

Таким образом, жизненный цикл предпринимателя мы представляем в виде набора следующих этапов и подэтапов:

1. Этап принятия решения.
2. Начальный этап.
3. Учебный этап.
4. Предварительный этап.
 - 4.1. Генерация идеи.
 - 4.2. Тестирование идеи.
 - 4.3. Выявление необходимых ресурсов.
 - 4.4. Разработка бизнес-плана.
5. Пробный этап.
 - 5.1. Поиск ресурсов и финансирования.
 - 5.2. Запуск бизнеса.
 - 5.3. Борьба с проблемами и неудачами.
 - 5.4. Профессионализация бизнеса.
 - 5.5. Подготовка преемника.
 - 5.6. Выход из бизнеса.
6. Полный этап.
 - 6.1. Осмысление предпринимательской попытки.
 - 6.2. Действия по усовершенствованию.
7. Этап завершения предпринимательской деятельности.

В виде графа жизненный цикл предпринимателя можно представить следующим образом (рис. 3).

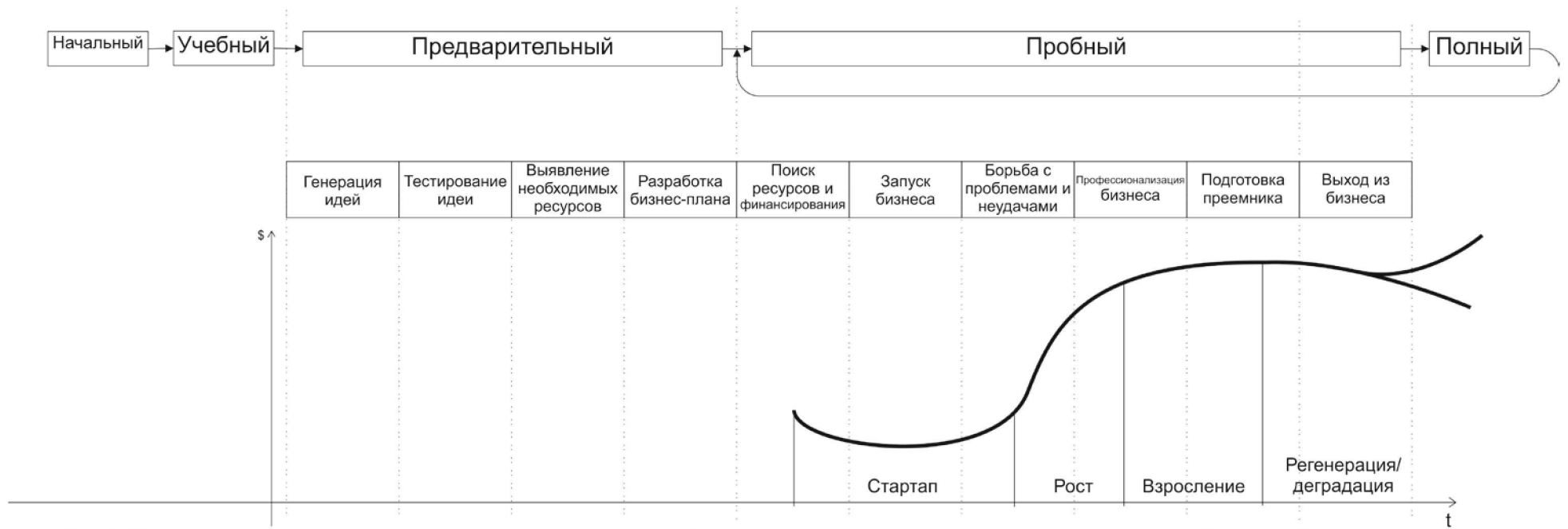


Рис. 2. Сопоставление этапов жизненного цикла организации, стадий становления человека в качестве предпринимателя по Цвартендейку и этапов развития предпринимателя по Круглику

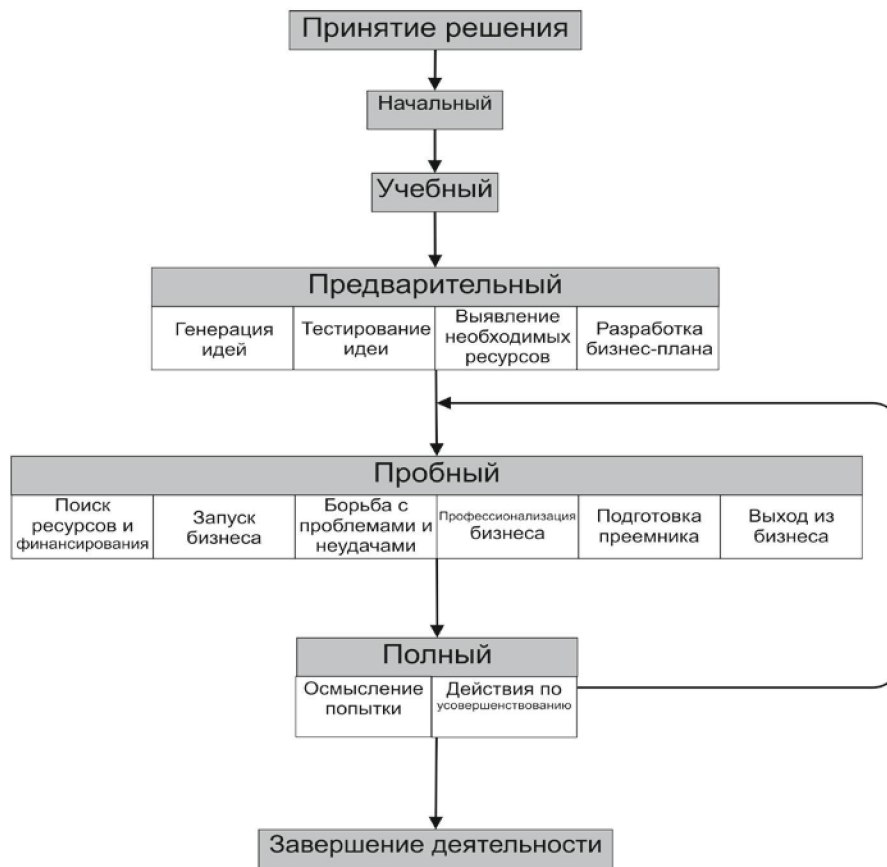


Рис. 3. Жизненный цикл предпринимателя

Разработанное нами описание жизненного цикла достаточно полно характеризует и детализирует этапы становления и развития предпринимателя, что может быть полезно при построении механизмов и систем, направленных на развитие и поддержку предпринимательства. На каждом этапе развития предпринимательства требуются специфические меры поддержки, адекватные содержанию действий и компетенциям предпринимателя.

Список литературы

1. Агарков С.А., Кузнецова Е.С., Грязнова М.О. Инновационный менеджмент и государственная инновационная политика. Академия Естественных наук, 2011.
2. Адизес И. Управление жизненным циклом корпорации. СПб.: Питер, 2008.
3. Емельянов Е.Н., Поварницына С.Е. Жизненный цикл организационного развития // Организационное развитие. 1996. №2.
4. Зиновьева Т.В. Основные социологические термины: учеб. пособие. Изд-во ЮУрГУ, 2006.
5. Круглик В.М. Основы предпринимательства: учеб.-метод. комплекс. Минск: ИПД, 2009.
6. Научно-технический энциклопедический словарь. URL: <http://dic.academic.ru> (дата обращения: 06.10.2015).
7. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. М.: Эксмо, 2007.
8. Стандарт ИСО 9004-1-94. Управление качеством и элементы системы качества (п.5.1.1).

9. Сэй Ж.-Б. Трактат по политической экономии. М.: Дело, 2000.
10. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Эксмо, 2007.
11. Blank S. Search versus Execute. URL: <http://steveblank.com/2012/03/05/search-versus-execute/> (дата обращения: 05.10.2015).
12. Cantillon R. Essay on the Nature of general commerce. Macmillan, 1892.
13. Greiner L. Evolution and Revolution as Organizations Grow // Harvard Business Review. 1972. Vol. 50(4).
14. Zwartendijk G. Tensteps for the Entrepreneurship // The Entrepreneur & the Entrepreneurship Cycle. Van Gorcum, 2008.

Получено: 06.10.2015

References

1. Agarkov S.A., Kuznetsova E.S., Gryaznova M. O. *Innovacionnyj menedzhment i gosudarstvennaja innovacionnaja politika: ucheb. posobie* [Innovative management and state innovative policy: textbook]. Moscow, Akademiya Estestvoznaniya Publ., 2011.
2. Adizes I. *Upravlenie zhiznennym ciklom korporacii* [Management of corporation life cycle]. St. Petersburg, Piter Publ., 2008.
3. Yemelyanov E.N., Povarnitsyna S.E. *Zhiznennyy cikl organizacionnogo razvitiya* [Life cycle of organizational development]. *Organizacionnoe razvitiye* [Organizational development], 1996, no. 2.

4. Zinovyeva T.V. *Osnovnye sociologicheskie terminy* [Main sociological terms: textbook]. Chel-yabinsk, Izdatel'stvo Juzhno-urasl'kogo gosudarstvennogo universiteta Publ., 2006.
5. Kruglik V.M. *Osnovy predprinimatel'stva: uchebno-metodicheskiy kompleks* [Business bases: educational and methodical complex]. Minsk, IPD Publ., 2009.
6. *Nauchno-tehnicheskij jenciklopedicheskij slovar'* [Scientific and technical encyclopedic dictionary]. Available at: <http://dic.academic.ru> (accessed 06.10.2015).
7. Smith A. *Issledovanie o prirode i prichinah bogatstva narodov* [Research about the nature and the reasons of wealth of nations]. Moscow, Eksmo Publ., 2007.
8. ISO 9004-1-94 standard. *Upravlenie kachestvom i jelementy sistemy kachestva (p.5.1.1)* [Quality management and elements of the quality system (item 5.1.1)].
9. Say J-B. *Traktat po politicheskoj jekonomii* [The treatise on political economy]. Moscow, Delo Publ., 2000. p.
10. Schumpeter J. *Teorija jekonomicheskogo razvitija* [Theory of economic development]. Moscow, Eksmo Publ., 2007.
11. Blank S. *Search versus Execute*. Available at: <http://steveblank.com/2012/03/05/search-versus-execute/> (accessed 05.10.2015).
12. Cantillon R. *Essay on the Nature of general commerce*. "Macmillan Publ.", 1892.
13. Greiner L. Evolution and Revolution as Organizations Grow. *Harvard Business Review*, Vol. 50(4), 1972. Available at: <https://hbr.org/1998/05/evolution-and-revolution-as-organizations-grow> (accessed 05.10.2015).
14. Zwartendijk G. Ten steps for the Entrepreneurship. *The Entrepreneur & the Entrepreneurship Cycle*, "Van Gorcum", 2008.

The date of the manuscript receipt:
06.10.2015

APPLICATION OF THE «LIFECYCLE» CONCEPT TO THE PROCESS OF BECOMING AN ENTREPRENEUR

Gennady A. Gershanok, Doctor of Economic Sciences, Professor

E-mail: gager2@yandex.ru

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

Alexander F. Palkin, Postgraduate Student

E-mail: palkinu@gmail.com

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

The article is devoted to the history of the term *entrepreneur*. It covers the period from the economist Richard Cantillon to scientists of present days. A special place among the scientists is occupied by Joseph Alois Schumpeter, who stated that not only independent actors in the market system, but also all those who combine factors of production should be named entrepreneurs. The key characteristics of an entrepreneur are determined as follows: aiming for profit, innovative approach to searching for opportunities and implementation of ideas, taking risks and responsibility for their activity. The authors present their critical point of view on the formation of entrepreneurship in our country, suggest their own model concerning development of entrepreneurship, and structure the possible ways of this development. Comparison of different approaches to distinguishing the stages of an entrepreneur's development is provided. The authors suggest their own definition of the *lifecycle* in terms of entrepreneurship. The stages of an enterprise's lifecycle, the stages of an entrepreneur formation and development are given in juxtaposition of the ideas of different scientists. The authors give their own description of an entrepreneur's lifecycle, which adds two new stages to the well-known models. One is the stage of decision-making, which goes prior to the initiation of the entrepreneurial activity. The other is the stage of termination of the activity, when an entrepreneur retires and stops participating in realization of business projects. The proposed description of the lifecycle characterizes the stages of an entrepreneur's formation and development in detail, which can be useful while constructing various mechanisms and systems aimed at the development and support of entrepreneurship. Each stage of its development requires specific supportive measures, which should match the content of the business activity and the entrepreneur's competences.

Keywords: entrepreneur, entrepreneurship, entrepreneurial activity, lifecycle, development of entrepreneurship, innovation, behavioral aspect, stages of entrepreneurship, stages and cycles of development, business support.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Гершанок Г.А., Палкин А.Ф. Применение концепции жизненного цикла к процессу становления предпринимателя // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 54–61.

Please cite this article in English as:

Gershanok G.A., Palkin A.F. Application of the «lifecycle» concept to the process of becoming an entrepreneur // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 54–61.

РАЗДЕЛ II. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 330.332:330.4
ББК 65.263+65в631

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ*

А.Ф. Шориков, докт. физ.-мат. наук, профессор

Электронный адрес: afshorikov@mail.ru

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Е.В. Буценко, канд. экон. наук, доцент

Электронный адрес: evl@usue.ru

Уральский государственный экономический университет, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62

В современных условиях развития деловой среды инвестиционное проектирование является неотъемлемым компонентом процесса развития любого хозяйствующего субъекта. Обоснование его привлекательности необходимо менеджерам, аналитикам, инвесторам для принятия адекватных управленческих решений. Обсуждаются актуальные вопросы управления процессом инвестиционного проектирования для хозяйствующего субъекта. Для решения задачи оптимизации управления инвестиционным проектированием на предприятии предлагается использовать сетевое экономико-математическое моделирование. Методы сетевого планирования и управления давно известны и используются для сложных систем. Новизной и научной гипотезой данной статьи является новое применение известных методов сетевого планирования и управления для детерминированного экономико-математического моделирования процессов инвестиционного проектирования. Предлагаемая методика основывается на формировании сетевой экономико-математической модели, включающей всю последовательность комплекса работ инвестиционного проектирования. Сформированная сетевая модель служит основой для построения календарного графика реализации комплекса работ и расчета параметров оптимизации сетевой модели процесса инвестиционного проектирования. Методика иллюстрируется на содержательном практическом примере, который наглядно показывает необходимость расчета не только временных, но и стоимостных показателей инвестиционного проекта. В качестве области применения выбрана сфера общественного питания, т.к. большое количество инвестиций малого бизнеса связано именно с ней. Подробно рассмотрен весь процесс создания предприятия ресторанного бизнеса, от идеи до открытия. Таким образом, полученные результаты и выводы позволяют утверждать, что предлагаемое использование сетевого моделирования в качестве инструментария для решения задач управления процессом инвестиционного проектирования в деятельности хозяйствующего субъекта способствует повышению его эффективности и ведет к росту конкурентоспособности предприятия.

Ключевые слова: оптимизация, управление, инвестиционное проектирование, сетевая модель, экономико-математическое моделирование, ресторанный бизнес.

В процессе инвестиционного проектирования для принятия инвесторами положительного решения необходимо иметь инструментарий для обоснования привлекательности инвестиционных проектов. Для оптимизации процесса принятия решений при инвестиционном проектировании авторами предлагается использовать модели и методы сетевого моделирования [1; 4; 7; 11; 14–15].

Предлагается методика оптимизации сетевого проектирования на основе сетевого моделирования, которая иллюстрируется на содержательном практическом примере. Данная методика основывается

на формировании полной комплексной сетевой модели инвестиционного проектирования, которая служит основой для построения календарного графика реализации комплекса работ и расчета параметров оптимизации сетевой модели процесса инвестиционного проектирования [1; 11–12].

Для оптимизации, т.е. достижения наилучшего значения целевой функции, оценивающей качество реализации всего комплекса работ, входящих в процесс реализации инвестиционного проектирования, необходимо, кроме оценки сроков выполнения работ, ввести также показатель их сто-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 15-18-10014).

стоимости [5; 7; 14]. При этом в процессе реализации инвестиционного проекта может потребоваться ускорение его выполнения, что, естественно, отразится на его стоимости: она увеличится. Поэтому необходимо определить оптимальное соотношение между стоимостью реализации проекта в целом и периодом времени, необходимым для его выполнения.

Предлагается методика расчета календарного графика для реализации процесса инвестиционного проектирования хозяйствующего субъекта, позволяющая оптимизировать стоимость выполнения необходимых работ.

Предполагается, что для конкретного инвестиционного проекта на основе результатов работ [1; 11–12] разработана соответствующая сетевая модель, содержащая все необходимые для его реализации работы с имеющимися для них показателями их продолжительности и стоимости. Под стоимостью конкретной работы будем понимать прямые затраты, необходимые для ее выполнения, которые зависят от ее длительности и условий выполнения (сложности, технологии выполнения и др.). Эту зависимость, или так называемую функцию «время-стоимость», можно определить путем калькулирования расходов или сбором и обработкой статистических данных, характеризующих различные варианты ее выполнения.

Проведем оптимизацию сетевой модели инвестиционного проектирования методом «время-стоимость». При использовании метода «время-стоимость» предполагаем, что уменьшение длительности периода времени для выполнения работы, т.е. ее продолжительности, пропорционально возрастанию ее стоимости. Каждая (i, j) -я работа характеризуется продолжительностью t_{ij} , которая может находиться в пределах

$$a_{ij} \leq t_{ij} \leq b_{ij}, \quad (1)$$

где a_{ij} – минимально возможная продолжительность (i, j) -й работы, которую только можно осуществить в условиях реализации проекта; b_{ij} – нормальная продолжительность выполнения (i, j) -й работы.

При этом стоимость работы c_{ij} заключена в границах от $c_{min ij}$ (при нормальной продолжительности работы) до $c_{max ij}$ (при минимальной продолжительности работы).

Затраты, необходимые на ускорение (i, j) -й работы (по сравнению с нормальной ее продолжительностью), отнесенные на единицу времени, рассчитываются по формуле

$$h_{ij} = \frac{c_{max ij} - c_{min ij}}{b_{ij} - a_{ij}}, \quad (2)$$

где h_{ij} – коэффициент затрат на ускорение (i, j) -й работы.

Вариант частной оптимизации сетевой модели относительно ее стоимости предполагает использование резервов времени для некоторых работ, входящих в сетевую модель. Продолжительность каждой работы, имеющей резерв времени, увеличивают до тех пор, пока он не будет исчерпан

или пока не будет достигнуто верхнее значение продолжительности b_{ij} . Стоимость выполнения проекта до оптимизации определяется формулой

$$C = \sum_{ij} c_{ij}. \quad (3)$$

Стоимость выполнения проекта после оптимизации уменьшится на величину

$$\Delta C = \sum_{ij} \Delta c_{ij} = \sum_{ij} (b_{ij} - t_{ij}) \cdot h_{ij}. \quad (4)$$

Следовательно, для проведения частной оптимизации сетевой модели инвестиционного проектирования, кроме продолжительности работ t_{ij} , необходимо знать их граничные значения a_{ij} и b_{ij} , а также показатели затрат на ускорение работ h_{ij} , вычисляемые по формуле (2). Продолжительность каждой работы t_{ij} целесообразно увеличить в таком размере, чтобы не изменить ранние (ожидаемые) сроки наступления всех событий сети, т.е. не более, чем на величину свободного резерва времени $R_{C ij}$.

Методику оптимизации сетевой модели инвестиционного проектирования относительно стоимости реализации проекта в целом, т.е. суммарной стоимости входящих в него работ, рассмотрим на следующем примере. В качестве области применения выбрана сфера общественного питания, т.к. большое количество инвестиций малого бизнеса связано именно с ней.

При выборе проекта в области ресторанного бизнеса предприниматель-ресторатор оценивает его по разным параметрам – категория клиентов, количество клиентов, размер среднего чека в заведении, тип интерьера, и, наконец, каким образом спланировать финансирование для реализации проекта, рассчитать сроки его окупаемости и спрогнозировать получение прибыли.

Эти вопросы относятся к этапу технико-экономического обоснования и бизнес-плана проектов. Хотя в полную концепцию при инвестиционном проектировании предприятий ресторанного бизнеса обычно также включается и расчет необходимых затрат.

При проведении расчетов в рамках инвестиционного проекта на создание предприятия общепита необходимо принимать во внимание следующие виды затрат [6]:

- затраты на подбор помещения могут оказаться длительной процедурой в крупных городах. Если подбор помещения происходит с помощью агентства недвижимости, то его услуги обходятся примерно в стоимость 0,5–1 месяца арендной платы;

- ремонт помещения и необходимые согласования. Это необходимо сделать до того, как предприятие начнет свою работу. Возникает необходимость платить арендную плату еще до того, как началась деятельность. Лучше в планируемые затраты по открытию предприятия закладывать не менее 3 месяцев аренды. В целом среднее время на открытие, например, ресторана в Екатеринбурге составляет около 6 месяцев. Таким образом, затраты на арендную плату до открытия предприятия могут быть весьма значительны;

– регистрация предприятия. Наиболее распространенными в общественном питании являются две формы предприятий – общество с ограниченной ответственностью (ООО) и индивидуальное предпринимательство (ИП). Затраты на их открытие не очень большие, и основное внимание здесь нужно уделять своевременности этой регистрации. Об этом часто забывают и вспоминают только в последний момент. Без регистрации предприятия невозможно получить какие-либо разрешительные документы;

– согласование перепланировки. Практически не бывает помещений, по своей конфигурации полностью пригодных с самого начала для организации, например, ресторана. Следовательно, всегда возникает вопрос с перепланировками. Стоимость услуг по согласованию перепланировки помещения зависит от площади помещения и сложности перепланировки. Услуги по согласованию перепланировки включают изготовление необходимой для этого проектной документации и официальные платежи в согласующие инстанции;

– проекты. При открытии предприятия общепита могут понадобиться различные проекты – архитектурный проект (если здание строится заново или реконструируется), дизайн-проект, технологический проект, проект вентиляции, проекты различных коммуникаций. Точную стоимость изготовления каждого проекта назвать затруднительно, т.к. они могут существенно отличаться у разных исполнителей и зависят от конкретных обстоятельств организации предприятия;

– получение лицензий, связанных с организацией общественного питания, в том числе на розничную торговлю алкоголем;

– отделка помещения. Как правило, это очень существенные затраты, которые могут сильно отличаться в зависимости от концепции заведения;

– закупка оборудования. Здесь нет смысла считать среднюю стоимость, т.к., например, один и тот же ресторан, можно укомплектовать и на \$20 тыс., и на \$200 тыс. в зависимости от производителя оборудования (российское, итальянское, немецкое и др.) и его функций;

– закупка мебели. Разброс цен очень широк, поэтому многие заведения предпочитают делать мебель на заказ;

– посуда, столовые приборы и т.п. Реальная стоимость доли посуды в общем объеме затрат на организацию предприятия общепита может оказаться значительной, если приобретать продукцию известных производителей, поставляющих качественные изделия;

– компьютерные системы учета заказов. В настоящее время на рынке присутствует 6–7 различных программных комплексов, предлагаемых разными производителями. Это как российские разработки, так и адаптированные к российским условиям зарубежные разработки, стоимость которых может варьироваться от нескольких сот долларов до нескольких десятков тысяч;

– зарплата персонала до открытия. Часть персонала получает зарплату до открытия заведения, которая обычно на подготовительный период меньше, чем после начала работы предприятия;

– униформа персонала. Зависит от ее стиля и количества человек на предприятии;

– затраты на продвижение предприятия (первичные рекламно-маркетинговые мероприятия). Здесь в первую очередь необходимо дифференцировать предприятия по их зависимости от места расположения и профиля деятельности. Если, например, ресторан сильно зависит от места расположения, то для его привлекательности желательно использовать средства наружной рекламы, информируя о нем публику, находящуюся в его окрестностях. Например, можно сделать на его фасаде (если он позволяет это) большую вывеску, а средства наружной рекламы разместить ближе к ресторану. Это влечет немалые затраты. Рестораны, работающие в верхних ценовых категориях, могут выбрать иные способы информирования о себе и, например, сделать торжественное открытие. Это тоже немалые затраты, и разброс цен очень высок.

В итоге если рассчитать средние затраты на организацию, например, ресторана для крупных городов страны, то они составят порядка \$1000–1500 на один квадратный метр его помещения. В ряде случаев при организации предприятия общепита можно обойтись и меньшими затратами, например, если предприятие не имеет собственной кухни, а работает на привозных полуфабрикатах. Кроме того, отделка, необходимая для организации столовой, значительно менее затратна, чем для ресторана, так же как и соответствующие затраты на зарплату персонала и арендную плату.

Таким образом, определение статей затрат и их стоимостное выражение является одним из ключевых факторов процесса сетевого моделирования инвестиционного проектирования в рассматриваемой отрасли.

Одним из видов предприятий общепита являются кофейни. Попробуем разобраться, является ли этот бизнес высокорентабельным. Наценки на кофейный ассортимент составляют в среднем 30%, операционная рентабельность – 15%, доходность инвестиций – 30%, срок окупаемости инвестиций в реальности, а не по прогнозам бизнес-планов – 5–7 лет [2–3].

В крупных городах с каждым годом число кофеен заметно растет. Главное отличие кофеен от кафе состоит в большом ассортименте кофе, чая и десертов. Большая часть клиентов находится в возрасте от 18 до 42 лет. Люди приходят пообщаться в тихой, спокойной обстановке, поэтому такое заведение должно быть максимально уютным (спокойная музыка, приглушенное освещение).

Успешность и рентабельность кофейни зависят от того, где она находится и кто в ней работает. При выборе помещения главным принципом является высокопроходимое место. Хорошо, если рядом будут офисные здания или высшие учебные заведения. Если кофейни открываются в торговых-развлекательных комплексах, затраты на открытие

уменьшаются в 2–3 раза (в том числе из-за того, что нет необходимости делать капитальный ремонт).

Одной из проблем кофейного бизнеса являются кадры. Представители бизнеса считают, что от того, как встретит и обслужит клиента официант, зависит, придет он в следующий раз или направится в другое место. Главное качество персонала – это приветливость и радушие.

Будем рассматривать конкретный инвестиционный проект по открытию кофейни «Traveler's coffee», расположенной в центре г. Екатеринбурга по адресу: ул. 8 Марта, 8д, в ТЦ «Мытный двор» (владельцем этого предприятия является А.В. Гресько). Данное предприятие общепита является типичным примером федеральной сети кофеен, которое открыто по франшизе с необходимыми требованиями выполнения определенных условий.

В аренду было выбрано помещение площадью 200 кв. м, которое не подготовлено к формату кофейни и требует капитального ремонта. Планируемое количество персонала – 30 человек. Чтобы нормально функционировать, кофейня должна обслуживать в день порядка 250 человек. При средней сумме счета в 350–400 руб. выручка составляет 2 600 000 руб. в месяц, 32 млн руб. в год.

Для открытия кофейни собственник затратил 4–5 месяцев и 10 млн руб. Аренда составляет 350 000 руб. в месяц.

Рассмотрим гипотетическую возможность оптимизации реализации данного инвестиционно-

го проекта на основе предлагаемой методики сетевого моделирования для показателя качества «время-стоимость».

В качестве отдельных работ не будем выделять работы, являющиеся обязательными и для других сфер деятельности, например такие, как регистрация предприятия (которую можно получить за 1 день), постановка на учет кассового аппарата и его обслуживание и т.п. Кроме того, некоторые виды работ выполняются по франшизе головным предприятием. Например, разработка меню и калькулирование цен блюд и напитков выполняются технологом головного предприятия, поэтому стоимость работы не выделена в данном примере, как и некоторые другие (см. табл.1).

При формировании сетевой модели для рассматриваемого инвестиционного проекта по открытию кофейни выделено 11 событий (0–10) и 20 работ, кодирование которых появляется по мере составления графика – (0, 1), (0, 3), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (2, 7), (3, 4), (3, 5), (3, 6), (4, 6), (4, 7), (5, 6), (5, 8), (6, 7), (6, 8), (6, 9), (7, 9), (8, 9), (8, 10), (9, 10) – и данные о них представлены в табл. 1. Последний столбец содержит значение стоимости работ, находящееся в границах их минимального и максимального значений (эти значения, а также затраты на ускорение работ будут представлены позднее в табл. 3).

Таблица 1

Работы инвестиционного проекта и показатели их реализации

Код работы	Работа	Содержание работы	Время выполнения работы, дней	Стоимость выполнения работы, руб.
A ₁	(0, 1)	Определение цели вложения средств (сфера деятельности, цель создания предприятия, формат и др.) и покупка франшизы	14	1 500 000
A ₂	(0, 3)	Выбор местоположения кофейни	30	1 000
A ₃	(1, 2)	Оплата аренды помещения	4	1 050 000
A ₄	(1, 3)	Строительный проект	30	192 000
A ₅	(1, 4)	Дизайн-проект помещения и фасада	30	250 000
A ₆	(2, 7)	Технологический проект	30	200 000
A ₇	(3, 4)	Проект вентиляции	30	240 000
A ₈	(3, 5)	Проект электрической сети (в т.ч. освещение)	30	250 000
A ₉	(3, 6)	Проект канализации/водоснабжения	30	230 000
A ₁₀	(4, 6)	Проект слаботочной сети (разводка камер видеонаблюдения, сеть для аудиоаппаратуры, локальной компьютерной сети)	30	200 000
A ₁₁	(4, 7)	Пожарный проект	30	205 000
A ₁₂	(5, 6)	Отделка помещения	21	270 000
A ₁₃	(5, 8)	Покупка технологического оборудования	30	3 500 000
A ₁₄	(6, 7)	Изготовление мебели на заказ по индивидуальным эскизам	21	210 000
A ₁₅	(6, 8)	Посуда, столовые приборы	7	150 000
A ₁₆	(6, 9)	Покупка и установка программного обеспечения для автоматизации обслуживания заказов	7	110 000
A ₁₇	(7, 9)	Зарплата персонала до открытия предприятия	14	280 000
A ₁₈	(8, 9)	Покупка хозяйственного инвентаря, униформы, аудиосистемы и т.п.	7	102 000
A ₁₉	(8, 10)	Договоры с поставщиками сырья и полуфабрикатов, покупка сырья и полуфабрикатов	14	800 000
A ₂₀	(9, 10)	Затраты на продвижение (рекламно-маркетинговые мероприятия)	7	50 000

На основе этих данных необходимо упорядочить события и работы, сформировать сетевую модель и провести ее анализ на предмет адекватности проекту, определить временные и стоимостные параметры модели, найти критический путь и оптимизировать сетевую модель методом «время-

стоимость», сформировать соответствующий календарный график реализации проекта в целом.

На основании исходных и полученных данных построим сетевую модель для рассматриваемого процесса инвестиционного проектирования (рис. 1).

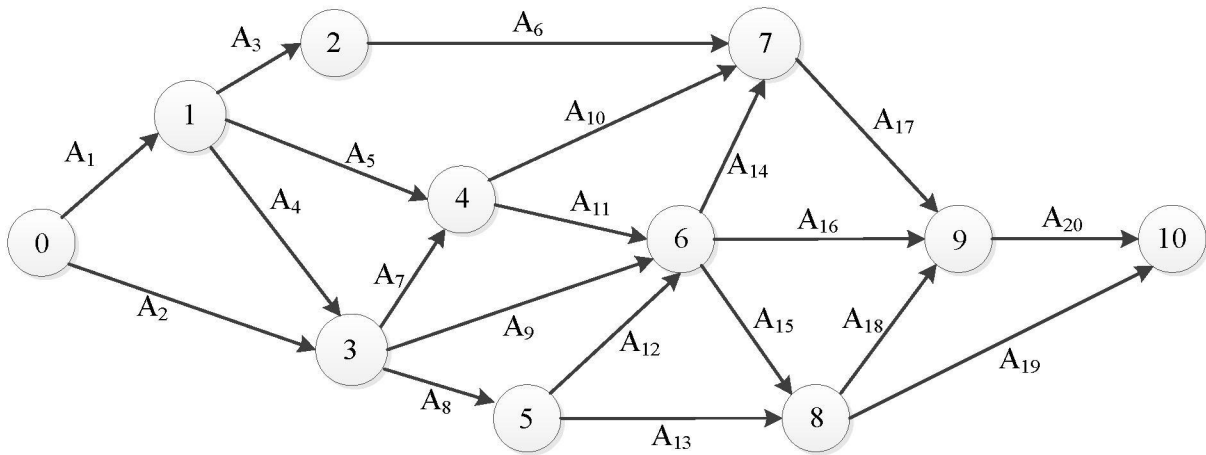


Рис.1. Сетевая модель для инвестиционного проекта по открытию кофейни

Для анализа сетевой модели необходимо оценить ее сложность [7], которая определяется значением коэффициента сложности по формуле

$$K_{сл} = \frac{n_{раб}}{n_{соб}}, \quad (5)$$

где $K_{сл}$ – коэффициент сложности сетевой модели; $n_{раб}$ – количество работ, ед.; $n_{соб}$ – количество событий, ед.

Принимается, что сетевые модели, имеющие коэффициент сложности от 1,0 до 1,5, являются простыми, от 1,51 до 2,0 – средней сложности, более 2,1 – сложными.

В нашем примере коэффициент сложности $K_{сл} = \frac{20}{11} = 1,82$, следовательно, сформированная сетевая модель имеет среднюю сложность.

Далее определим временные параметры событий и нанесем их на сетевую модель (рис.3). Формулы для их расчетов описаны, например, в [4], [8–10; 13]. В верхних секторах кругов, обозначающих события, расположены номера событий, в левых секторах – наименее ранние сроки начала событий, в правых – наиболее поздние сроки завершения событий, внизу – резерв времени для сроков исполнения данной работы (рис. 2).

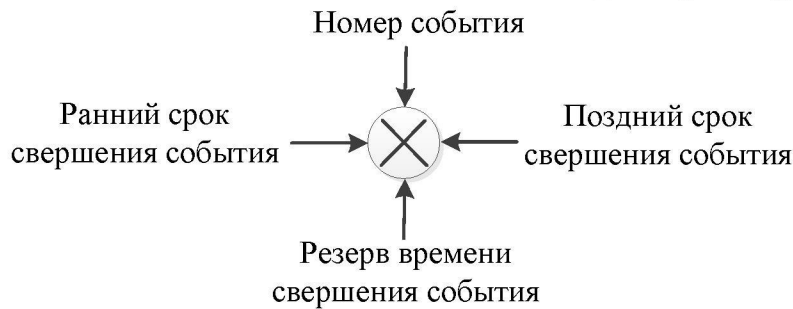


Рис. 2. Расположение параметров сетевой модели на графике

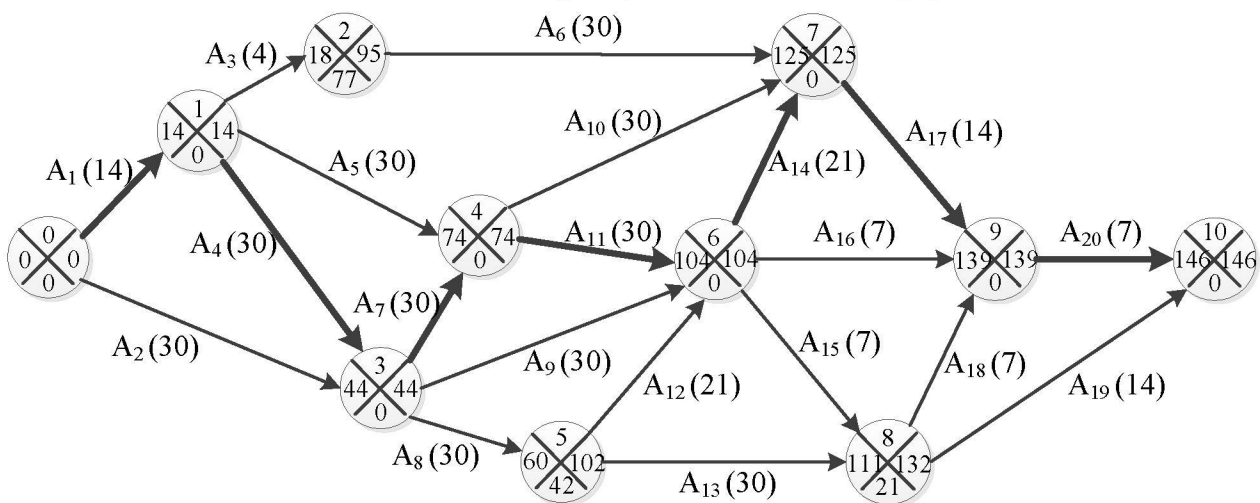


Рис. 3. Сетевая модель с расчетными параметрами

Далее определяем критический путь, который состоит только из критических работ (работа

является критической, если для нее отсутствует резерв времени), связывает начальное и финальное

события и имеет наибольшую продолжительность по суммарному времени исполнения образующих его работ. Его находят с помощью обратной процедуры, следуя от финального события к начальному событию. В рассматриваемом примере критический путь равен 146 дням и состоит из последовательности работ: $A_1 \rightarrow A_4 \rightarrow A_7 \rightarrow A_{11} \rightarrow A_{14} \rightarrow A_{17} \rightarrow A_{20}$. Все работы и события, лежащие на критическом пути, являются критическими [5].

Продолжительность по времени реализации критического пути определяет критическое время, т.е. минимальное время, необходимое для выполнения работ, образующих весь комплекс мероприятий рассматриваемого инвестиционного проекта. За время, которое меньше критического времени, весь комплекс работ для этого инвестиционного проекта не может быть выполнен. Поэтому любая задержка выполнения хотя бы одной работы, входящей в критический путь, увеличивает время выполнения всего проекта в целом.

Для критических работ полные и свободные резервы времени равны нулю [7]. При этом

равенство нулю полного резерва времени для какой-то работы является необходимым и достаточным условием того, что данная работа является критической. Отметим, что свободный резерв времени может быть равным нулю и у некритических работ. Таким образом, критический путь находят путем выявления таких работ в сетевой модели, полные резервы времени которых равны нулю.

Контролируя сроки выполнения критических работ, можно в результате избежать потерь. У работ, не входящих в критический путь, как правило, имеются резервы времени, в рамках которых при необходимости можно сдвигать сроки их исполнения.

После нахождения резервов времени для исполнения работ и наступления соответствующих событий (на рис. 3 – графике сетевой модели – нижний сектор круга-события) определим временные параметры для всех работ. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов временных параметров работ для сетевой модели

Код работы	Работа (i, j)	Длительность работы	T_H^P	T_O^P	$T_O^П$	$T_H^П$	$R_{П}(i, j)$	$R_C(i, j)$
A ₁	(0, 1)	14	0	14	14	0	0	0
A ₂	(0, 3)	30	0	30	44	14	14	0
A ₃	(1, 2)	4	14	18	95	91	77	0
A ₄	(1, 3)	30	14	44	44	14	0	0
A ₅	(1, 4)	30	14	44	74	44	30	0
A ₆	(2, 7)	30	18	48	125	95	77	0
A ₇	(3, 4)	30	44	74	74	44	0	0
A ₈	(3, 5)	30	44	74	102	72	28	0
A ₉	(3, 6)	30	44	74	104	74	30	0
A ₁₀	(4, 6)	30	74	104	104	74	0	0
A ₁₁	(4, 7)	30	74	104	125	95	21	0
A ₁₂	(5, 6)	21	60	81	104	83	23	0
A ₁₃	(5, 8)	30	60	90	132	102	42	0
A ₁₄	(6, 7)	21	104	125	125	104	0	0
A ₁₅	(6, 8)	7	104	111	132	125	21	0
A ₁₆	(6, 9)	7	104	111	139	132	28	0
A ₁₇	(7, 9)	14	125	139	139	125	0	0
A ₁₈	(8, 9)	7	111	118	139	132	21	0
A ₁₉	(8, 10)	14	111	125	146	132	21	0
A ₂₀	(9, 10)	7	139	146	146	139	0	0

В табл. 2 первые три столбца нам известны, 4-й столбец содержит наименее ранний срок начала работы, 5-й столбец – наименее ранний срок окончания работы, 6-й столбец – наиболее поздний срок окончания работы; 7-й столбец – наиболее поздний срок начала работы, 8-й столбец – полный резерв времени работы, 9-й столбец – свободный резерв работ.

Видно, что полный резерв времени для всех работ критического пути равен 0, т.е. изменять сроки исполнения этих работ нельзя. Свободный резерв времени R_C определяется по формуле $R_C = T_j^P - T_i^P - t_{ij} = T_O^P - T_H^P - t_{ij}$, где T_j^P – наименее ранний срок свершения события j , равный наименее раннему сроку окончания работы T_O^P ; T_i^P – наименее ранний срок свершения события i , равный наименее раннему сроку начала работы T_H^P ;

t_{ij} – продолжительность работы. Для расчета 9-го столбца, содержащего свободный резерв работ, необходимо из расположенных в одной строке числовых значений 5-го столбца вычесть соответствующие числовые значения из 4-го и 3-го столбцов. На этом расчет временных параметров сетевой модели для рассматриваемого инвестиционного проекта завершен.

Проведем оптимизацию сетевой модели инвестиционного проекта по параметру стоимости. Граничные значения длительностей работ a_{ij} и b_{ij} , их стоимости c_{ij} , коэффициенты затрат на ускорение работ h_{ij} приведены в табл. 3. Свободные резервы времени работ были вычислены ранее (см. табл. 2) и равны нулю для критических работ в сетевой модели данного проекта. Результаты частной оптимизации сетевой модели по параметру стоимости приведены в табл. 3.

Таблица 3

Оптимизация сетевой модели по параметру стоимости

Код работы	Работа (i, j)	Продолжительность работы, дней			Стоимость работы, тыс. руб.			h _{ij}	ΔC
		a _{ij}	t _{ij}	b _{ij}	c _{min}	c _{ij}	c _{max}		
A ₁	(0, 1)	7	14	20	1400	1500	1600	-	-
A ₂	(0, 3)	20	30	40	0,2	1	2	0,1	1
A ₃	(1, 2)	1	4	9	700	1050	1400	87,5	437
A ₄	(1, 3)	14	30	44	100	192	300	-	-
A ₅	(1, 4)	14	30	44	100	250	400	10	140
A ₆	(2, 7)	14	30	44	100	200	300	7	98
A ₇	(3, 4)	14	30	44	100	240	350	-	-
A ₈	(3, 5)	14	30	44	150	250	350	7	98
A ₉	(3, 6)	14	30	44	100	230	350	8,3	116,2
A ₁₀	(4, 6)	14	30	44	100	200	300	7	98
A ₁₁	(4, 7)	14	30	44	100	205	300	-	-
A ₁₂	(5, 6)	14	21	36	120	270	350	10,5	157,5
A ₁₃	(5, 8)	12	30	44	3200	3500	3800	18	252
A ₁₄	(6, 7)	14	21	44	100	210	300	-	-
A ₁₅	(6, 8)	2	7	14	100	150	200	8,3	58,1
A ₁₆	(6, 9)	3	7	14	50	110	150	9	63
A ₁₇	(7, 9)	7	14	21	210	280	350	-	-
A ₁₈	(8, 9)	2	7	14	70	102	130	5	35
A ₁₉	(8, 10)	7	14	23	650	800	950	18	162
A ₂₀	(9, 10)	2	7	14	20	50	80	-	-
Итого					9790	-	-	-	1713,8

В табл. 3 представлены параметры только тех работ, которые имеют свободные резервы времени. Критические работы не представлены в ней, и для них расчеты не требуются, т.к. у них отсутствуют свободные резервы времени. Расчет коэффициента затрат на ускорение проводится по формуле (2), для примера рассчитаем его для работы A₃: $h_{ij} = \frac{1400 - 700}{9 - 1} = 87,5$, а ΔC рассчитывается по формуле (4).

Стоимость первоначального варианта реализации проекта на основе сформированной сетевой модели равна сумме стоимостей всех определяющих его работ: $C = \sum_{ij} c_{ij} = 9\ 790$ тыс. руб.

Стоимость реализации проекта после оптимизации по показателю стоимости: $C' = C - \Delta C = 9\ 790 - 1\ 713,8 = 8\ 076,2$ тыс. руб., т.е. стоимость уменьшилась на 18%.

Таким образом, в результате оптимизации сетевой модели для рассматриваемого инвестиционного проекта сформирован план работ, позволяющий выполнить весь комплекс необходимых работ за период времени $T_{кр} = 146$ дней при минимальной его стоимости $C = 8$ млн руб. Если необходимо ускорение выполнения данного проекта, то это, естественно, отразится на его стоимости, т.е. она увеличится.

Таким образом, в данной статье на реальном инвестиционном проекте рассмотрена предлагаемая методика построения сетевой модели инвестиционного проектирования и проведена оптимизация модели по параметру стоимости. Отметим, что предлагаемое использование сетевого моделирования в качестве инструментария для решения задач управления процессом инвестиционного про-

ектирования в деятельности хозяйствующего субъекта способствует повышению его эффективности и ведет к росту конкурентоспособности предприятия.

Список литературы

1. Буценко Е.В. Совершенствование модели инвестиционного проектирования на основе сетевого моделирования // Управленец. 2015. №1 (53). С. 38–42.
2. Гресько А.В. Владелец Traveler's coffee и Freelance cafe. URL: <http://malina.am/series/efir2603994847> (дата обращения: 26.03.2015).
3. Гресько А.В. Ресторанный бизнес переживает смену парадигмы. URL: <http://ekbrealty.ru/analytics/interview/6082/> (дата обращения: 26.03.2015).
4. Зуховицкий С.И., Радчик И.А. Математические методы сетевого планирования. М.: Наука, 1965. 296 с.
5. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Трицин И.М., Фридман М.Н. Исследование операций в экономике. М.: ЮНИТИ, 2002. 407 с.
6. Милл Р.К. Управление рестораном. М.: Юнити-Дана, 2009. 536 с.
7. Новиков Д., Кузнецов О. Сетевые модели в управлении. М.: Эгвес, 2011. 411 с.
8. Таха Хемди А. Введение в исследование операций. 7-е изд: пер. с англ. М.: Вильямс, 2005. 912 с.
9. Тюлюкин В.А. Исследование операций. Екатеринбург: УрГЭУ, 2002. 118 с.
10. Филипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей. М.: Мир, 1984. 496 с.

11. Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Методика оптимизации маркетинговой деятельности хозяйствующего субъекта на основе сетевого моделирования // Социально-экономическое развитие России: возможности, проблемы, перспективы: материалы XXXI междунар. науч.-практ. конф. Челябинск: УрСЭИ (ф) ОУП ВПО «АТиСО», 2014. С. 107–110.

12. Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Экспертная система инвестиционного проектирования // Прикладная информатика. 2013. №5 (47). С. 96–104.

13. Charnes A., Cooper W. Some Network Characterization for Mathematical Programming and Accounting Applications to Planning and Control // The Accounting Review. 1967. Vol. 42, No. 3. P. 24–52.

14. Chen S.-P., Tsai M.-J. Time-cost trade-off analysis of project networks in fuzzy environments // Europ. J. Operational Res. 2011. Vol. 212. P. 386–397.

15. Robinson E.W, L. Gao and S. Muggenborg. Designing an Integrated Distribution System at DowBrands, Inc. // Interfaces. 1993. Vol. 23, No. 3. P. 107–117.

Получено: 10.05.2015

References

1. Butsenko E.V. Sovershenstvovanie modeli investitsionnogo proektirovaniya na osnove setevogo modelirovaniya [Improving the model of investment planning on the basis of network modelling]. *Upravlenets* [Manager], 2015, no. 1 (53), pp. 38–42.

2. Gres'ko A.V. *Vladelets Traveler's coffee i Freelance cafe* [Owner Traveler's coffee and Freelance cafe]. Available at: <http://malina.am/series/efir2603994847> (accessed 26.03.2015).

3. Gres'ko A.V. *Restorannyyi biznes perezhi-vaet smenu paradigmy* [Restaurants undergoing a paradigm shift]. Available at: <http://ekbrealty.ru/analytics/interview/6082/> (accessed 26.03.2015).

4. Zukhovitskii S.I., Radchik I.A. *Matematicheskie metody setevogo planirovaniya* [Mathematical methods of network planning]. Moscow, Nauka Publ., 1965. 296 p.

5. Kremer N.S., Putko B.A., Trischin I.M., Friedman M.N. *Issledovanie operatsii v ekonomike* [Operations research in economics]. Moscow, UNITY Publ., 2002. 407 p.

6. Mill R.C. *Upravlenie restoranom* [Restaurant Management]. Moscow, Yuniti-Dana Publ., 2009. 536 p.

7. Novikov D., Kuznetsov O. *Setevye modeli v upravlenii* [Network models in control]. Moscow, Egves Publ., 2011. 411 p.

8. Taha Hemdy A. *Vvedenie v issledovanie operatsii* [Operations Research: An Introduction]. 7th ed. Moscow, Vil'yams Publ., 2005. 912 p.

9. Tyulyukin V.A. *Issledovanie operatsii* [Operations research]. Ekaterinburg: USUE Publ., 2002. 118 p.

10. Phillips D., Garsia-Dias A. *Metody analiza setei* [Methods of the networks analysis]. Moscow, Mir Publ., 1984. 496 p.

11. Shorikov A.F., Butsenko E.V. Metodika optimizatsii marketingovoi deyatelnosti khozyaistvuyushchego sub"ekta na osnove setevogo modelirovaniya [A procedure for optimizing marketing business entity based network modeling]. *Materialy XXXI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Rossii: vozmozhnosti, problemy, perspektivy»* [Proc. XXXI International scientific-practical conf. «Socio-economic development of Russia: opportunities, problems and prospects»]. Chelyabinsk, UrSEI (f) OUP VPO «АТиСО», 2014. pp. 107–110.

12. Shorikov A.F., Butsenko E.V. *Ekspertnaya sistema investitsionnogo proektirovaniya* [Expert system of investment projecting]. *Prikladnaya informatika* [Journal of applied informatics], 2013, no. 5. pp. 96–104.

13. Charnes A., Cooper W. Some Network Characterization for Mathematical Programming and Accounting Applications to Planning and Control. *The Accounting Review*, 1967, Vol. 42, no. 3, pp. 24–52.

14. Chen S.-P., Tsai M.-J. Time-cost trade-off analysis of project networks in fuzzy environments. *Europ. J. Operational Res*, 2011, Vol. 212, pp. 386–397.

15. Robinson E.W, Gao L., Muggenborg S. Designing an Integrated Distribution System at DowBrands, Inc. *Interfaces*, 1993, Vol. 23, no. 3, pp. 107–117.

The date of the manuscript receipt:
10.05.2015

INVESTMENT PLANNING OPTIMIZATION METHODS BASED ON NETWORK MODELING AND THEIR APPLICATIONS

Andrew F. Shorikov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor

E-mail: afshorikov@mail.ru

Ural Federal University; 19, Mira st., Ekaterinburg, 620002, Russia

Yelena V. Butsenko, Candidate of Economic Sciences

E-mail: evl@usue.ru

Ural State University of Economics; 62, 8 Marta st., Ekaterinburg, 620144, Russia

In the current business environment investment planning is an essential process in the development of any economic entity. It is necessary to communicate its importance to managers, analysts, and investors, so that they could make appropriate managerial decisions. The article discusses the current issues regarding management of the invest-

ment planning process for economic entities. In order to solve the problem of optimizing such management, it is suggested to use network economic-mathematical modeling. Methods of network planning and management have long been known and used for complex systems. The idea of their new application, in particular for deterministic economic-mathematical modeling of investment planning, provides the novelty and scientific hypothesis of this paper. The proposed method is based on the formation of a network economic-mathematical model that includes all the stages of works relating to investment planning. Such network model serves as the basis for creating a schedule graph of implementation of the set of works and calculation of parameters to optimize the network model of the investment planning process. The method is illustrated by a detailed practical example, which demonstrates the necessity of calculating not only time, but also cost indicators of an investment project. Food service industry is chosen for application of this model since large amount of small business investment is connected with this sphere. The practical example given in the article describes in detail the whole process of establishing a restaurant business, from its concept to its opening. Thus, the results obtained and conclusions made show that the proposed use of network modeling as a tool for solving problems of managing the investment planning process contributes to efficiency and increases competitive advantage of the economic entity.

Keywords: optimization; management; investment planning; network model; economic-mathematical modeling; restaurant business.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Методика оптимизации инвестиционного проектирования на основе сетевого моделирования и ее приложения // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 62–70.

Please cite this article in English as:

Shorikov A.F., Butsenko Y.V. Investment planning optimization methods based on network modeling and their applications // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 62–70.

УДК 330.43:338(470+571)
ББК 65в31+65.9(Рос)

**АГРЕГИРОВАННАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ С УЧЕТОМ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА ДЛЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ***

**М.И. Гребнев, аспирант кафедры информационных систем и математических методов
в экономике**

Электронный адрес: grebnev@m@prognoz.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614030, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Рассматривается проблема агрегирования производственных функций как моделей производственных процессов на региональном и национальном уровнях экономики России. Проблема агрегирования была впервые сформулирована в 40-е гг. XX в. на страницах журнала *Econometrica*, однако остается нерешенной до сих пор. Данная задача является частной в рамках более широкого направления исследований, связанного с изучением «мостов» между микро- и макроэкономикой. Развивается статистический метод агрегирования производственных функций, предложенный пермской школой иерархического анализа экономики. Цель работы состоит в адаптации данного метода агрегирования для экономики России. Предлагается модификация метода для случая неравномерности распределения ресурсов между элементами экономики. В работе представлены оценки параметров «инвестиционной» производственной функции Кобба – Дугласа для всех регионов России. На основе региональных производственных функций осуществлен синтез агрегированной производственной функции для экономики России. При построении агрегированной производственной функции учитывается фактор научно-технического прогресса. Оценки параметров агрегированной производственной функции для экономики России получены на базе программного комплекса «ПРОГНОЗ. СБСП СЭР». Установлено, что выведенная производственная функция обеспечивает более точные прогнозы по сравнению с традиционной макроэкономической производственной функцией Кобба – Дугласа. На основании агрегированной производственной функции получена оценка ВВП России на 2015 г., построен прогноз на 2016–2018 гг. и проведен анализ производственных процессов в экономике России: рассчитаны коэффициенты эластичности по факторам производства, предельная норма замещения и эластичность замещения между факторами производства. Согласно полученному прогнозу в 2015 г. по базовому сценарию в России ожидается спад экономики на 2,6%, в 2016–2018 гг. экономика начнет восстанавливаться, темпы экономического роста составят 2–2,5% в год.

Ключевые слова: производственная функция, статистический метод агрегирования, региональный и национальный уровни экономики.

Публикации Л. Кляйна [10; 11] в журнале *Econometrica* в 1946 г. породили серию статей, касающихся проблемы агрегирования производственных функций. Шу Шан Пу четко сформулировал основную проблему агрегирования производственных функций – необходимо найти такую функцию, в которой совокупный выпуск зависел бы только от совокупных затрат факторов производства, но не от их распределения между фирмами [15]. По мнению Л. Кляйна, агрегированная производственная функция отражает технологические процессы. Другой точки зрения придерживался К. Мэй: агрегированная производственная функция отражает процессы принятия решений [12; 13].

А. Натаф сформулировал условия агрегирования производственных функций [14]: агрегированная производственная функция существует только тогда, когда ПФ является аддитивно-сепарабельной, то есть когда представима в виде $f(k, l) = \phi(k) + \psi(l)$.

Ф. Фишер [9] отметил, что условия А. Натафа очень жесткие. Опираясь на аргументы К. Мэя и интерпретируя производственную функцию как максимально возможный объем производства при заданных затратах ресурсов, он сформулировал собственные условия существования агрегированной производственной функции – одинаковые для всех фирм пропорции выпуска продукции.

* Статья подготовлена в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, договор №02.G25.31.0039 (постановление Правительства РФ № 218 от 09.04.2010 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства») при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

В данной работе предложен краткий обзор методов агрегирования производственных функций, более полный обзор представлен в работе [1].

В 2000-х гг. в г. Перми под руководством профессора Ю.К. Перского была создана научная школа иерархического анализа экономики. В 2008 г. Д.Н. Шульцем был предложен статистический метод агрегирования ПФ [6]. Уникальность метода и его практическая значимость была подтверждена членом-корреспондентом РАН Г.Б. Клейнером после представления результатов на семинаре «Проблемы моделирования производственных систем» в Центральном экономико-математическом институте РАН.

Результаты построения агрегированной производственной функции для экономики России на основании отраслевых производственных функций представлены в работе [3].

Теоретические положения и выводы, содержащиеся в работе, вносят вклад в исследование актуальных вопросов теории агрегирования производственных функций.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования органами исполнительной власти РФ для построения агрегированных производственных функций, расчета краткосрочных и среднесрочных прогнозов ВВП России, оценки чувствительности объема ВВП России к изменению объемов факторов производства.

С точки зрения статистического метода агрегирования каждая микроэкономическая производственная функция рассматривается как случайная реализация статистической модели

$$y_i = f(a_i, x), \quad (1)$$

где $i = 1, \dots, n$, n – количество элементов в экономической системе, x – объем затраченных ресурсов, a_i – технологические параметры. Они являются независимыми и одинаково распределенными случайными величинами.

Макроэкономическая производственная функция определяется как математическое ожидание данной реализации:

– для случая интенсивных факторов ($x_1 = x_2 = \dots = x_n$):

$$Y \xrightarrow{p} nM[y] = n \int_{-\infty}^{+\infty} f(a, x)g(a)da = n\bar{F}(x), \quad (2)$$

где $Y = \sum_{i=1}^n y_i$, $g(a)$ – функция плотности распределения параметра a , \bar{F} – «средняя» производственная функция;

– для случая экстенсивных факторов ($X = \sum_{i=1}^n x_i$):

$$Y \approx n \int_{-\infty}^{+\infty} f\left(a, \frac{X}{n}\right)g(a)da = n\bar{F}\left(\frac{X}{n}\right). \quad (3)$$

Данный функционал предполагает равномерное распределение ресурсов между элементами экономики, в случае высокого уровня неравномерности распределения ресурсов предлагается использовать следующее выражение:

$$Y(X) = n \iint_{-\infty}^{+\infty} f(a, wX)g(a)g(w)dadw, \quad (4)$$

где w – весовые коэффициенты, $x_i = w_i X$; $g(w)$ – функция плотности распределения параметра w .

Для вывода функциональной формы агрегированной производственной функции с учетом научно-технического прогресса (НТП) для экономики России на региональном уровне будем использовать «инвестиционную» производственную функцию Кобба – Дугласа с учетом НТП:

$$y = Ae^{\lambda t} i^{\alpha} l^{\beta}, \quad (5)$$

где y – валовой региональный продукт (ВРП) в ценах 1998 г., млн руб.;

i – инвестиции в основной капитал по региону в ценах 1998 г., млн руб.;

l – фонд оплаты труда по региону в ценах 1998 г., млн руб.;

t – время.

Использовать инвестиции в качестве основного фактора производства для случая переходной экономики России предложил В.А. Бессонов в работе «Анализ динамики российской переходной экономики» [2]. По мнению В.А. Бессонова, «инвестиции являются дефицитным фактором в переходной экономике» и «применительно к ним не существует проблемы выделения эффективно используемой части, в отличие от данных по фондам и труду» [2, с. 50]. Высокую точность аппроксимации «инвестиционной» производственной функцией отмечает И.Г. Поспелов [7, с. 141].

Для оценки параметров линеаризуем производственную функцию Кобба – Дугласа с помощью логарифмического преобразования:

$$\ln(y) = \ln(A) + \lambda t + \alpha \ln(i) + \beta \ln(l). \quad (6)$$

Оценки параметров региональных производственных функций по 83 субъектам РФ представлены в табл. 1. Для получения оценок использовались данные Федеральной службы государственной статистики. Оценки получены с помощью платформы бизнес-аналитики *PrognozPlatform7* [5].

Таблица 1

Оценки параметров региональных производственных функций (с учетом НТП)

Субъект РФ	$\ln(A)$	λ	α	β	$\lambda + \alpha + \beta$
Белгородская область	8.11	0.050	0.12	0.11	0.28
Брянская область	7.55	0.024	0.04	0.25	0.31
Владимирская область	7.78	0.015	0.11	0.16	0.29
Воронежская область	8.23	0.022	0.11	0.14	0.27
Ивановская область	7.64	0.012	0.09	0.15	0.25
Калужская область	7.20	0.032	0.16	0.13	0.29
Костромская область	7.43	0.016	0.09	0.18	0.28

Субъект РФ	$\ln(A)$	λ	α	β	$\lambda + \alpha + \beta$
Курская область	7.33	0.021	0.11	0.25	0.38
Липецкая область	7.60	0.011	0.10	0.23	0.34
Московская область	7.81	0.028	0.22	0.17	0.42
Орловская область	6.72	0.004	0.12	0.28	0.41
Рязанская область	7.92	0.020	0.13	0.10	0.23
Смоленская область	6.77	0.019	0.20	0.20	0.42
Тамбовская область	7.74	0.023	0.10	0.14	0.27
Тверская область	8.07	0.020	0.01	0.26	0.29
Тульская область	7.09	0.013	0.13	0.26	0.40
Ярославская область	7.43	0.018	0.11	0.27	0.39
г. Москва	5.34	0.021	0.59	0.10	0.69
Республика Карелия	7.03	0.00	0.18	0.17	0.35
Республика Коми	8.21	0.006	0.09	0.20	0.29
Архангельская область	7.23	0.025	0.12	0.29	0.43
Ненецкий АО	6.65	0.038	0.13	0.43	0.60
Вологодская область	8.21	0.001	0.13	0.15	0.27
Калининградская область	6.84	0.030	0.12	0.23	0.38
Ленинградская область	6.02	0.020	0.18	0.38	0.59
Мурманская область	9.39	0.00	0.00	0.11	0.11
Новгородская область	7.91	0.022	0.08	0.12	0.22
Псковская область	7.53	0.014	0.14	0.07	0.22
г. Санкт-Петербург	8.15	0.034	0.15	0.22	0.41
Республика Адыгея	6.46	0.038	0.16	0.11	0.27
Республика Калмыкия	5.63	0.003	0.23	0.08	0.32
Краснодарский край	8.05	0.022	0.14	0.21	0.37
Астраханская область	6.46	0.012	0.21	0.21	0.43
Волгоградская область	7.41	0.0003	0.20	0.19	0.39
Ростовская область	6.93	0.024	0.23	0.23	0.49
Республика Дагестан	6.30	0.043	0.15	0.29	0.48
Республика Ингушетия	5.76	0.008	0.11	0.16	0.28
Кабардино-Балкарская Республика	7.06	0.029	0.00	0.34	0.37
Карачаево-Черкесская Республика	6.66	0.030	0.05	0.23	0.31
Республика Северная Осетия-Алания	6.62	0.021	0.14	0.17	0.33
Чеченская Республика	4.23	0.00	0.33	0.36	0.70
Ставропольский край	7.79	0.024	0.10	0.25	0.38
Республика Башкортостан	8.77	0.038	0.09	0.18	0.30
Республика Марий Эл	7.41	0.025	0.14	0.05	0.22
Республика Мордовия	6.65	0.020	0.19	0.19	0.40
Республика Татарстан	7.82	0.020	0.20	0.19	0.41
Удмуртская Республика	7.84	0.010	0.11	0.19	0.30
Чувашская Республика	6.65	0.001	0.24	0.15	0.39
Пермский край	7.73	0.019	0.25	0.12	0.39
Кировская область	8.91	0.011	0.07	0.04	0.12
Нижегородская область	8.62	0.018	0.08	0.21	0.31
Оренбургская область	7.46	0.019	0.19	0.17	0.39
Пензенская область	7.82	0.026	0.14	0.07	0.24
Самарская область	7.86	0.001	0.21	0.19	0.40
Саратовская область	7.65	0.025	0.20	0.13	0.36
Ульяновская область	8.19	0.017	0.10	0.12	0.23
Курганская область	7.12	0.009	0.14	0.19	0.34
Свердловская область	7.68	0.019	0.20	0.22	0.44
Тюменская область	8.71	0.020	0.01	0.39	0.42
Ханты-Мансийский АО	10.24	0.028	0.00	0.33	0.35
Ямало-Ненецкий АО	9.70	0.011	0.09	0.15	0.25
Челябинская область	6.84	0.011	0.32	0.13	0.47
Республика Алтай	6.08	0.011	0.15	0.14	0.30
Республика Бурятия	7.71	0.015	0.07	0.19	0.28
Республика Тыва	6.99	0.019	0.005	0.14	0.17
Республика Хакасия	8.58	0.019	0.01	0.06	0.09
Алтайский край	7.27	0.013	0.19	0.18	0.39
Забайкальский край	7.96	0.032	0.12	0.09	0.25
Красноярский край	9.18	0.021	0.06	0.19	0.27
Иркутская область	8.82	0.031	0.14	0.10	0.27
Кемеровская область	8.36	0.007	0.10	0.20	0.31
Новосибирская область	7.58	0.013	0.19	0.20	0.40
Омская область	7.26	0.020	0.25	0.14	0.41

Субъект РФ	$\ln(A)$	λ	α	β	$\lambda + \alpha + \beta$
Томская область	7.85	0.011	0.03	0.31	0.35
Республика Саха (Якутия)	8.97	0.018	0.08	0.12	0.21
Камчатский край	8.84	0.014	0.02	0.05	0.08
Приморский край	8.57	0.017	0.12	0.12	0.25
Хабаровский край	7.73	0.005	0.14	0.22	0.36
Амурская область	8.45	0.021	0.10	0.05	0.18
Магаданская область	8.38	0.000	0.00	0.09	0.09
Сахалинская область	6.82	0.050	0.06	0.33	0.44
Еврейская АО	6.09	0.029	0.08	0.18	0.29
Чукотский АО	4.66	0.014	0.14	0.53	0.68

На основании критерия согласия Колмогорова – Смирнова можно сделать вывод о том, что для параметров λ, α, β производственной функции $y = Ae^{\lambda t} i^{\alpha} l^{\beta}$ характерен нормальный закон распределения

(λ : $K-S p-value^1 = 0,57$; α : $K-S p-value = 0,22$; β : $K-S p-value = 0,47$).

При построении агрегированной производственной функции с учетом НТП будем предполагать региональную структуру экономики России однородной на периоде моделирования. Поэтому в качестве весовых коэффициентов (w_I и w_L) будем брать их средние значения на временном периоде

$$\begin{aligned} \bar{w}_I &= \left(\sum_{t=1998}^{2012} w_I[t] \right) / 15; \\ \bar{w}_L &= \left(\sum_{t=1998}^{2012} w_L[t] \right) / 15. \end{aligned} \quad (7)$$

На основании критерия согласия Колмогорова – Смирнова можно сделать вывод о том, что для параметров \bar{w}_I и \bar{w}_L наиболее подходящей является функция логнормального распределения (\bar{w}_I : $K-S p-value = 0,98$; \bar{w}_L : $K-S p-value = 0,75$):

$$\begin{aligned} \bar{w}_I &\sim \text{LogN}(-0.3661, 1.0644); \\ \bar{w}_L &\sim \text{LogN}(-0.2810, 1.0124). \end{aligned} \quad (8)$$

Таким образом, агрегированная производственная функция с учетом НТП будет иметь следующую функциональную форму:

$$\begin{aligned} Y_{APF_NTP} &= nM[A]e^{M[\lambda]t + \frac{1}{2}\sigma^2[\lambda]t^2}; \\ * \int \text{LogN}(\mu[\bar{w}_I], \sigma[\bar{w}_I])(\bar{w}_I I)^{M[\alpha] + \frac{1}{2}\sigma^2[\alpha]\ln(\bar{w}_I I)} d\bar{w}_I *; \\ * \int \text{LogN}(\mu[\bar{w}_L], \sigma[\bar{w}_L])(\bar{w}_L L)^{M[\beta] + \frac{1}{2}\sigma^2[\beta]\ln(\bar{w}_L L)} d\bar{w}_L, \end{aligned} \quad (9)$$

где Y_{APF_NTP} – валовой внутренний продукт (ВВП) в ценах 1998 г., млн руб.;

I – инвестиции в основной капитал по России в ценах 1998 г., млн руб.;

L – фонд оплаты труда по России в ценах 1998 г., млн руб.

В качестве оценок параметров \bar{w}_I, \bar{w}_L возьмем значения параметров из полученных теоретических функций распределения (8).

Для оценки параметров $M[\lambda], \sigma[\lambda], M[\alpha], \sigma[\alpha], \mu[\beta], \sigma[\beta]$ функции (9) использовался метод наименьших квадратов:

$$\sum_{t=1999}^{2012} \left(\frac{\hat{Y}[t]}{\hat{Y}[t-1]} - \frac{Y[t]}{Y[t-1]} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (10)$$

В результате были получены следующие оценки параметров: $n = 79^2$; $M[A] = 3412,47$; $\mu[\bar{w}_I] = -0,3661$; $\sigma[\bar{w}_I] = 1,0644$; $\mu[\bar{w}_L] = -0,2810$; $\sigma[\bar{w}_L] = 1,0124$; $M[\lambda] = 0,0118$; $\sigma[\lambda] = 0,0063$; $M[\alpha] = 0,1985$; $\sigma[\alpha] = 0,0901$; $M[\beta] = 0,0802$; $\sigma[\beta] = 0,0112$. Оценки параметров были получены с помощью программного комплекса «ПРОГНОЗ. СБСП СЭР – система балансировки стратегических прогнозов социально-экономического развития Российской Федерации, ее регионов и отраслей» [4].

Графики агрегированной производственной функции с учетом НТП (при фиксированном значении $t=15, 2012$ г.) и ее линий уровня (изоквант) представлены на рисунках ниже (рис. 1, 2).

Рассчитаем ключевые характеристики для полученной агрегированной производственной функции с учетом НТП:

– Коэффициенты эластичности ВВП по факторам производства:

$$\begin{aligned} \varepsilon(Y, I) &= 0,27; \\ \varepsilon(Y, L) &= 0,08. \end{aligned} \quad (11)$$

Эластичность ВВП по инвестициям показывает, что при изменении объема инвестиций в основной капитал на 1% объем ВВП изменится на 0,27%. Эластичность ВВП по фонду оплаты труда показывает, что при изменении фонда оплаты труда на 1% объем ВВП изменится на 0,08%.

– Предельная норма замещения агрегированной производственной функции:

$$S = \left(\frac{\partial F}{\partial L} \right) / \left(\frac{\partial F}{\partial I} \right) = 2,1. \quad (12)$$

Данное значение предельной нормы замещения S говорит о том, что объем инвестиций в основной капитал I необходимо увеличить на 2,1 млн руб. при уменьшении фонда оплаты труда L на 1 млн руб., чтобы при этом величина ВРП осталось неизменной.

– Эластичность замещения агрегированной производственной функции с учетом НТП:

$$\varepsilon(I, L) = 0,189. \quad (13)$$

¹Вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы о виде закона распределения параметра (ошибки первого рода) по критерию Колмогорова – Смирнова.

²При построении агрегированной производственной функции не учитывались Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, так как данные регионы входят в состав областей, и Чеченская Республика, по которой отсутствуют статистические данные на период 1998–2004 гг.

Данное значение эластичности замещения говорит о том, что для увеличения предельной нормы замещения S на 1% необходимо увеличить

отношение между инвестициями в основной капитал и фондом оплаты труда (I/L) на 0,189%.

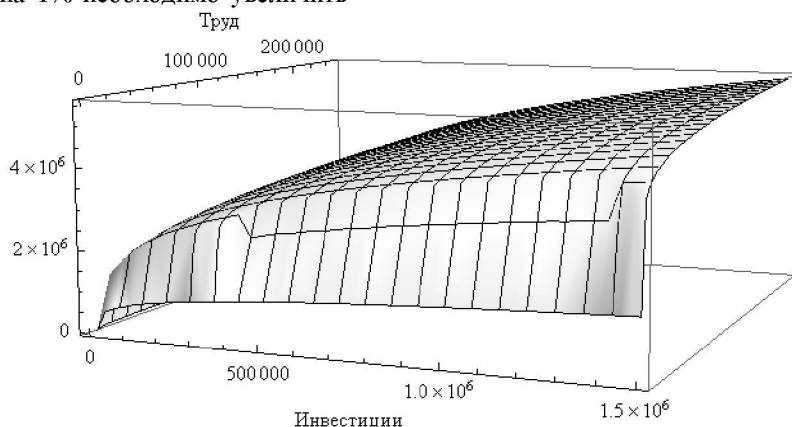


Рис. 1. Агрегированная производственная функция с учетом НТП для экономики России

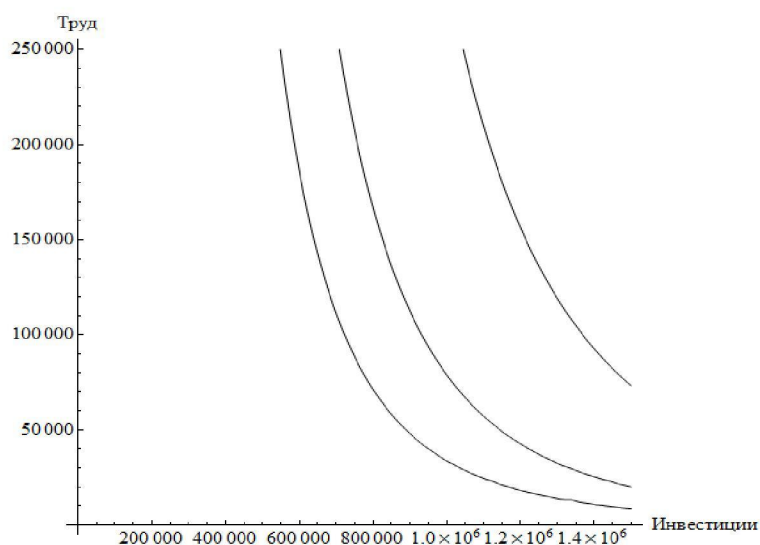


Рис. 2. Изокванты агрегированной производственной функции с учетом НТП для экономики России

График фактической динамики ВВП России и модельной динамики представлен на рис. 3.

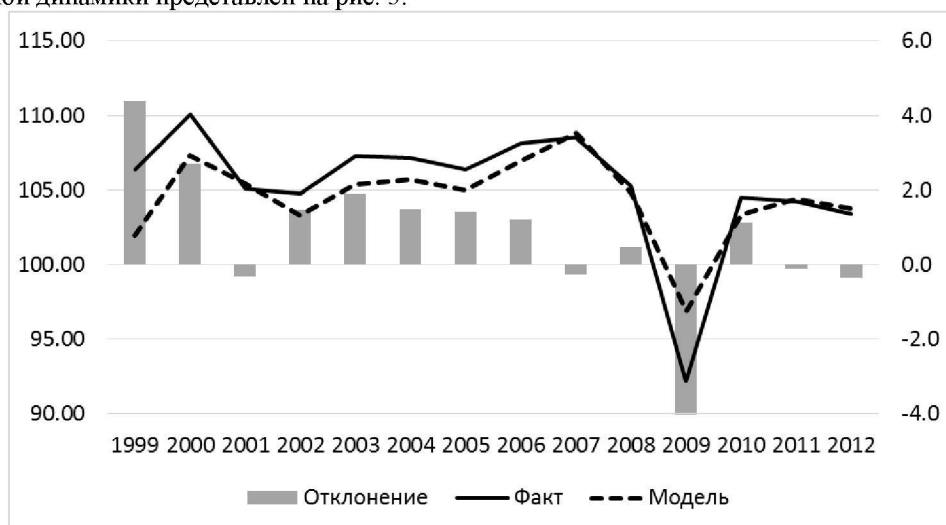


Рис. 3. Модельный (Y_{APF_NTP}) и фактический ряд

Сравним качество агрегированной производственной функции, полученной с помощью статистического метода агрегирования (9), с качеством

регрессионной модели в форме производственной функции Кобба – Дугласа:

$$Y_{CD_NTP} = Ae^{\lambda t} I^{\alpha} L^{\beta} \epsilon, \quad (14)$$

где ε – случайный член.

Для этого оценим параметры модели (14) в линеаризованной форме:

$$\ln(Y_{CD_NTP}) = \ln(A) + \lambda t + \alpha \ln(I) + \beta \ln(L) + \varepsilon \quad (15)$$

Так как между факторами имеет место сильная корреляция (табл. 2), для получения оценок использовалась ридж-регрессия. Статистические характеристики и оценки параметров модели (15) представлены в табл. 3.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции

Показатель	<i>I</i>	<i>L</i>	<i>t</i>
<i>I</i>	1,00	0,99	0,98
<i>L</i>	0,99	1,00	0,97
<i>t</i>	0,98	0,97	1,00

Таблица 3

Результаты оценивания производственной функции Кобба – Дугласа с учетом НТП для экономики России

Коэффициент регуляризации <i>ridge</i> = 0,05. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,984$. Скорректированный коэффициент детерминации <i>AdjustedR</i> ² = 0,959. F-статистика <i>F</i> = 110,69. p-значение <i>p</i> = 0,00					
Показатель	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	p-значение	VIF *
<i>ln(A)</i>	9,84	1,05	9,32	0,00	
λ	0,01	0,01	1,34	0,21	3,18
α	0,26	0,10	2,71	0,02	2,46
β	0,15	0,08	1,78	0,10	2,78

* VIF (variance inflation factor) – коэффициент возрастания дисперсии.

Результаты сравнения качества аппроксимации моделей (9) и (14) на основании скорректированного коэффициента детерминации (*Adj R*²) и

средней ошибки аппроксимации (*E*₁ и *E*₂) представлены в табл. 4.

Таблица 4

Сравнение моделей (9) и (14)³

Год	$\frac{Y[t]}{Y[t-1]} * 100$	$\frac{Y_{CD_NTP}[t]}{Y_{CD_NTP}[t-1]} * 100$	$\frac{Y_{APF_NTP}[t]}{Y_{APF_NTP}[t-1]} * 100$
1999	106,4	98,8	102,0
2000	110,0	108,6	107,3
2001	105,1	106,6	105,4
2002	104,7	104,3	103,3
2003	107,3	106,0	105,4
2004	107,2	106,2	105,7
2005	106,4	105,7	105,0
2006	108,2	107,6	107,0
2007	108,5	109,7	108,8
2008	105,2	105,3	104,8
2009	92,2	96,7	96,9
2010	104,5	103,6	103,4
2011	104,3	104,3	104,4
2012	103,4	104,1	103,8
<i>Adj R</i> ²		0,52	0,66
$E_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right * 100\%$		1,514	1,507
$E_2 = \frac{1}{\bar{y}} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} * 100\%$		2,39	1,99

³Y[t] – ВВП в ценах 1998 г. в текущем периоде, млн руб. (факт);
 Y[t – 1] – ВВП в ценах 1998 г. в предыдущем периоде, млн руб. (факт);
 Y_{CD_NTP}[t] – ВВП в ценах 1998 г. в текущем периоде, млн руб. (модель (14));
 Y_{CD_NTP}[t – 1] – ВВП в ценах 1998 г. в предыдущем периоде, млн руб. (модель (14));
 Y_{APF_NTP}[t] – ВВП в ценах 1998 г. в текущем периоде, млн руб. (модель (9));
 Y_{APF_NTP}[t – 1] – ВВП в ценах 1998 г. в предыдущем периоде, млн руб. (модель(9)).

Средняя ошибка аппроксимации агрегированной производственной функции ниже, чем у регрессионной модели в форме производственной функции Кобба – Дугласа (E_1 ниже на 0,007%, E_2

ниже на 0,4%), а значение скорректированного коэффициента детерминации выше.

Результаты верификации моделей (9) и (14) на временном отрезке 2013–2014 гг. представлены в таблицах ниже (табл. 5, 6).

Таблица 5

Показатель	2013 г.	2014 г.
$Y[t]/Y[t - 1]$	101,3	100,6
$\hat{Y}_{APF_NTP}[t]/\hat{Y}_{APF_NTP}[t - 1]$	101,9	100,6
$(Y[t]/Y[t - 1]) - (\hat{Y}_{APF_NTP}[t]/\hat{Y}_{APF_NTP}[t - 1])$	-0,6	0,0

Таблица 6

Показатель	2013 г.	2014 г.
$Y[t]/Y[t - 1]$	101,3	100,6
$\hat{Y}_{CD_NTP}[t]/\hat{Y}_{CD_NTP}[t - 1]$	102,1	100,6
$(Y[t]/Y[t - 1]) - (\hat{Y}_{CD_NTP}[t]/\hat{Y}_{CD_NTP}[t - 1])$	-0,8	0,0

Точность прогноза, полученного с помощью агрегированной производственной функции на 2013 г. выше точности прогноза, полученного с помощью регрессионной модели в форме производственной функции Кобба – Дугласа, на 2014 г.; модели (9) и (14) имеют одинаковую точность прогнозирования.

Результаты верификации и статистические характеристики моделей (9) и (14) свидетельствуют о том, что агрегированная производственная функция с учетом НТП имеет высокую точность, срав-

нимую с точностью регрессионной модели в форме производственной функции Кобба – Дугласа.

Согласно агрегированной производственной функции с учетом НТП по базовому сценарию в 2015 г. ожидается сокращение ВВП России на 2,6%, а начиная с 2016 г. экономический рост восстановится и на периоде 2016–2018 гг. будет составлять 2–2,5% (табл. 7). По оптимистическому сценарию спад ВВП в 2015 г. составит 2%, а на периоде 2016–2018 гг. темпы роста будут находиться в районе 3% (табл. 7).

Таблица 7

Показатель	Факт	Оценка	Прогноз		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
ИФО ВВП ($Y[t]/Y[t - 1]$)					
Вариант 1	100,6	97,4	102,3	102,2	102,5
Вариант 2		98,0	102,8	102,7	103,0
ВВП, млрд руб.					
Вариант 1	71406.4	74905,2	82834,9	91091,2	99717,5
Вариант 2		75716.5	83985.6	93239.8	103239.7

При построении среднесрочного прогноза ВВП России использовались прогнозы сценарных условий и основных макроэкономических параметров Министерства экономического развития Российской Федерации на 2016 г. и на плановый период 2017 и 2018 гг. в составе двух вариантов – вариант 1 (базовый сценарий) и вариант 2 (оптимистический сценарий) [8].

Список литературы

1. Андрианов Д.Л., Гребнев М.И. Обзор методов агрегирования производственных функций // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. №1. URL: <http://uecs.ru/uecs-73-732015/item/3307-2015-01-12-13-07-45> (дата обращения: 22.10.2015).
2. Бессонов В.А., Цухло С.В. Анализ динамики российской переходной экономики. М.: Институт экономики переходного периода, 2002. С. 5–89.

3. Гребнев М.И. Построение агрегированной производственной функции для экономики России // European Social Science Journal. 2013. №12 (Т. 1). С. 438–445.

4. Гребнев М.И., Андрианов Д.Л., Шульц Д.Н. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015619466. ПРОГНОЗ. Система балансировки стратегических прогнозов социально-экономического развития Российской Федерации, ее регионов и отраслей (ПРОГНОЗ. СБСП СЭР РФ). Заявка № 2015616036, дата поступления 30 июня 2015 г., дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 04 сентября 2015 г.

5. Официальный сайт ЗАО «ПРОГНОЗ». URL: <http://www.prognoz.ru/> (дата обращения: 22.10.2015).

6. Перский Ю.К., Шульц Д.Н. Иерархический анализ экономики: методы и модели. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. 225 с.

7. Поспелов И.Г., Поспелова И.И., Хохлов М.А., Шипулина Г.Е. Новые принципы и методы разработки макромоделей экономики и модель современной экономики России. М.: ВЦ РАН, 2006. 239 с.

8. *Сценарные условия, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и предельные уровни цен (тарифов) на услуги компаний инфраструктурного сектора на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 гг.* / Министерство экономического развития Российской Федерации. Москва, май, 2015. URL: <http://economy.gov.ru/> (дата обращения: 08.07.2015).

9. Felipe J., Fisher F.M. Aggregation in production functions: What Applied Economists should know // *Metroeconomica*. Vol. 54, №3. 2003. P. 208–262.

10. Klein Lawrence R. Macroeconomics and the theory of rational behavior // *Econometrica*. 1946. Vol. 14, № 2. P. 93–108.

11. Klein Lawrence R. Remarks on the theory of aggregation // *Econometrica*. 1946. Vol. 14, № 4. P. 303–312.

12. May K. The aggregation problem for a one-industry model // *Econometrica*. 1946. Vol. 14, № 4. P. 285–298.

13. May K. Technological change and aggregation // *Econometrica*. 1947. Vol. 15, №1. P. 51–63.

14. Nataf A. Sur la Possibilite de Construction de certains Macromodeles // *Econometrica*. 1950. Vol. 16. P. 232–244.

15. Shou Shan Pu. A Note on Macroeconomics // *Econometrica*. 1946. Vol. 14, №4. P. 299–302.

Получено: 21.10.2015

References

1. Andrianov D.L. Grebnev M.I. Obzor metodov agregirovaniya proizvodstvennyh funktsij [Review of the methods of aggregation of production functions]. *Upravlenie ehkonomicheskimi sistemami: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Management of economic systems: an electronic scientific journal], 2015, no. 1. Available at: <http://uecs.ru/uecs-73-732015/item/3307-2015-01-12-13-07-45> (accessed 22.10.2015).

2. Bessonov V.A., Cuhlo S.V. *Analiz dinamiki rossijskoj perekhodnoj ehkonomiki* [Analysis of the dynamics of the Russian economy in transition]. Moscow, Institut ehkonomiki perekhodnogo perioda Publ., 2002, pp. 5–89.

3. Grebnev M.I. Postroenie agregirovannoj proizvodstvennoj funktsii dlya ehkonomiki Rossii [Construction aggregate production function for the economy of Russia]. *European Social Science Journal*, 2013, Vol. 1, no. 12, pp. 438–445.

4. Grebnev M.I. Svidetelstvo o gosudarstvennoj registratsii programmy dlya EHVM 2015619466 PROGNOZ Sistema balansirovki strategicheskikh prognozov socialno ehkonomicheskogo razvi-

tiya Rossijskoj Federacii ee regionov i otraslej (PROGNOZ SBSP SEHR RF) [Certificate of state registration of the computer №2015619466. PROGNOZ. Balancing system of strategic socio-economic development of the Russian Federation, its regions and sectors]. Andrianov D.L., Grebnev M.I. Shults D.N. Date of receipt of June 30, 2015, date of state registration in the Register of Computer Programs September 4, 2015.

5. *Oficialnyj sayt ZAO PROGNOZ* [The official website of JSC "PROGNOZ"], Available at: <http://www.prognoz.ru/> (accessed.10.2015).

6. Perskij Y.K. . Shults D.N. *Ierarhicheskij analiz ehkonomiki metody i modeli* [Hierarchical analysis of the economy: methods and models]. Ekaterin-burg, Institut ehkonomiki UrO RAN Publ., 2008. 225 p.

7. Pospelov I.G., Pospelova I.I., Hohlov M.A., Shipulina G.E. *Novye principy i metody razrabotki makromodelej ehkonomiki i model sovremennoj ehkonomiki Rossii* [The new principles and methods of development of the economy macro models and model of modern Russian economy]. Moscow, VC RAN Publ., 2006. 239 p.

8. *Scenarnye usloviya osnovnye parametry prognoza socialno ehkonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii i predelnye urovni cen tarifov na uslugi kompanij infrastruktornogo sektora na 2016 god i na planovyj period 2017 i 2018* [Scenarios, the basic parameters of the forecast of social and economic development of the Russian Federation and the limits of prices (tariffs) for services companies infrastructure sector for 2016 and the planning period of 2017 and 2018]. Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Moscow, May, 2015. Available at: <http://economy.gov.ru/> (accessed: 08.07.2015).

9. Felipe J., Fisher F.M. Aggregation in production functions: What Applied Economists should know. *Metroeconomica*, 2003, Vol. 54, no. 3, pp. 208–262.

10. Klein Lawrence R. Macroeconomics and the theory of rational behavior. *Econometrica*, 1946, Vol. 14, no. 2, pp. 93–108.

11. Klein Lawrence R. Remarks on the theory of aggregation. *Econometrica*, 1946, Vol. 14, no. 4, pp. 303–312.

12. May K. The aggregation problem for a one-industry model. *Econometrica*, 1946, Vol. 14, no. 4, pp. 285–298.

13. May K. Technological change and aggregation. *Econometrica*, 1947, Vol. 15, no. 1, pp. 51–63.

14. Nataf A. Sur la Possibilite de Construction de certains Macromodeles. *Econometrica*, 1950, Vol. 16, pp. 232–244.

15. Shou Shan Pu. A Note on Macroeconomics. *Econometrica*, 1946, Vol. 14, no. 4, pp. 299–302.

The date of the manuscript receipt:
21.10.2015

**THE AGGREGATE PRODUCTION FUNCTION FOR THE RUSSIAN ECONOMY
(WITH PROGRESS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY CONSIDERED)**

Mikhail I. Grebnev, Postgraduate Student

E-mail: grebnevm@prognoz.ru

Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

The article discusses the issue of aggregating production functions as models of production processes at the regional and national levels of the Russian economy. The problem of aggregation was first formulated in the 1940s in the academic journal *Econometrica*, but it still remains unsolved. This problem is a part of a broader research area studying «bridges» between micro and macroeconomics. The article develops a statistical method of production functions aggregation, offered by Perm school of hierarchical analysis of economy, and is aimed at adapting this method for the Russian economy. A modification of the method for the case of unequal allocation of resources among the elements of the economy is proposed. Estimates of the parameters of the «investment» Cobb-Douglas production function for all Russia's regions, obtained on the basis of the «PROGNOZ. SBSP SER» software, are presented. The aggregate production function for the Russian economy is constructed on the basis of the regional production functions. Progress in science and technology is taken into account as a factor of the production function. It was found that the resulting production function provides more accurate forecasts compared with the traditional macroeconomic Cobb-Douglas production function. Basing on the aggregate production function, Russia's GDP for 2015 is calculated, forecast for 2016–2018 is made, and production processes are analyzed as follows: elasticity coefficients with respect to production factors, marginal rate of substitution and elasticity of substitution are calculated. According to the baseline scenario of the forecast obtained for Russia, in 2015 economic contraction by 2,6% is expected, in 2016-2018 the economy will start recovering, its growth rate for this period is expected to be 2–2,5% per year.

Keywords: production function, statistical aggregation method, regional and national economy.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Гребнев М.И. Агрегированная производственная функция с учетом научно-технического прогресса для экономики России // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 71–79.

Please cite this article in English as:

Grebnev M.I. The aggregate production function for the Russian economy (with progress in science and technology considered) // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 71–79.

РАЗДЕЛ III. РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 332.14:330.4

ББК 65.04+65в631

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА**

Т.В. Миролюбова, докт. экон. наук, профессор, зав. кафедрой мировой и региональной экономики, экономической теории, декан экономического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета

Электронный адрес: mirolubov@list.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Е.Н. Ворончихина, аспирант кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории

Электронный адрес: envoronchihina@economy.permkrai.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Рассмотрено соотношение понятий «экономический рост» и «экономическое развитие», показано наличие сложной диалектической связи между ними. Представлена эволюция подходов к рассмотрению экономического роста, изложены наиболее важные направления и теории в исследованиях экономического роста. Одним из ключевых измерителей экономического роста на уровне региона является величина производимого валового регионального продукта. В рамках данного исследования проведен анализ факторов динамики валового регионального продукта, среди которых потребительские расходы, инвестиции в основной капитал, расходы консолидированного бюджета Пермского края, объем экспорта, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата. На основе эконометрического моделирования выделены варианты спецификаций, отвечающие положениям экономической теории и содержащие статистически значимые факторы. Проверены необходимые условия надежности модели и эффективности полученных оценок коэффициентов эконометрических моделей – отсутствие мультиколлинеарности факторов, гетероскедастичности и автокорреляции в остатках модели. Предложена регрессионная модель, которая может быть использована для среднесрочного прогнозирования валового регионального продукта Пермского края. Региональный экономический рост в наибольшей степени обеспечивается такими факторами, как инвестиции в основной капитал с четырехлетним лагом и заработная плата. С учетом факторов, на увеличение которых должна быть направлена деятельность регионального Правительства, предложены направления в области активизации потребительского спроса и в сфере привлечения инвестиций, способствующие росту валового регионального продукта Пермского края. В области активизации потребительского спроса возможно расширение социальной поддержки малообеспеченных семей в форме предоставления продовольственных субсидий. В сфере привлечения инвестиций одной из мер может быть использование ускоренной амортизации основных фондов.

Ключевые слова: экономический рост, экономическое развитие, экономическая политика, регион, валовой региональный продукт, регрессионная модель, прогнозирование экономического роста.

Введение

Категория экономического роста представляет собой важную характеристику общественного производства при всех хозяйственных системах. Сущность экономического роста проявляется в его определении как долгосрочном увеличении производственной способности страны, основанном на техническом прогрессе, на инструментальной и идеологической приспособленности, способным обеспечить население растущим многообразием материальных благ [1, с. 258].

Эволюция экономического роста начинается с эпохи первоначального накопления капитала, которая характеризуется развитием производства, науки и техники, роста торговых и промышленных городов. Одно из первых упоминаний о закономерностях развития экономики связано с именем выдающегося английского экономиста А. Смита (1723–1790). Целостная система теоретических представлений содержится в его главной работе «Исследование о природе и причинах богатства народов», 1776 г. [11]. Основной причиной роста

богатства народа, согласно А. Смиту, является улучшение отдачи от факторов производства (труд, земля и капитал), основным двигателем экономического роста – разделение труда, которое он связывал с естественной склонностью людей к обмену. Разделение труда, в свою очередь, способствует росту производительной силы труда, произведенных товаров и, как следствие, увеличение богатства народов.

Подход А. Смита получил развитие у Т. Мальтуса (1766–1834) и Д. Рикардо (1772–1823), в важнейших работах которых – «Опыт о законе народонаселения» (1798) и «Начала политической экономии и налогового обложения» (1817) – проанализировано действие фактора ограниченности природных ресурсов и закона убывающей отдачи вложения капитала в процессе их освоения.

Т. Мальтус описывает экономический рост [5], исходя из роста населения и производства. В своем главном труде он представляет концепцию о невозможности экономического роста. Данное убеждение аргументировано следующим образом: «Закон этот состоит в проявляющемся во всех живых существах стремлении размножаться быстрее, чем это допускается находящимся в их распоряжении количеством пищи» [5, с. 105]. В данном высказывании экономический рост встречает объективную преграду, которая делает его невозможным, так как созданный продукт общества население полностью потребляет, причем его все равно недостаточно для полного удовлетворения потребностей [5, с. 52]. Поэтому Т. Мальтус исключает возможность беспрепятственного экономического развития.

Д. Рикардо считал, что с постепенным увеличением населения для его обеспечения потребуется больше продуктов питания, что вынудит использовать менее плодородные земли и уже обрабатываемые, но с большей интенсивностью. Идея Д. Рикардо об убывающей плодородии почвы находит отражение в ограничении экономического роста, с одной стороны, за счет роста стоимости земли и уменьшения прибыли, с другой – за счет роста цен на сельскохозяйственную продукцию, а соответственно, необходимой более высокой номинальной заработной платы для рабочих («...денежная заработная плата поднимается вместе с повышением цены сырых материалов...» [9, с. 48]). Д. Рикардо полагал, что рано или поздно наступит момент, когда прибыль станет равна нулю, следовательно, накопление и экономический рост станут невозможны.

Следующая концепция экономического роста принадлежит немецкому экономисту и философу К. Марксу (1818–1883). К. Маркс связывал экономический рост с расширенным воспроизводством.

Накопление капитала происходит в процессе производства, а процесс производства «...должен быть непрерывным, т. е. должен периодически всё снова и снова проходить одни и те же стадии... всякий общественный процесс производства, рассматриваемый в постоянной связи и в не-

прерывном потоке своего возобновления, является в то же время процессом воспроизводства» [6, с. 578]. Простое воспроизводство «...есть простое повторение процесса производства в неизменном масштабе» [6, с. 585]. При простом воспроизводстве прибавочный продукт приобретает форму дохода, которая потребляется капиталистом.

«Применение прибавочной стоимости в качестве капитала, или обратное превращение прибавочной стоимости в капитал, называется накоплением капитала» [6, с. 592], а «...накопление капитала, рассматриваемое конкретно, сводится к воспроизводству его в расширяющемся масштабе» [6, с. 594], т.е. расширенное воспроизводство отличается от простого тем, что предполагает систематическое присоединение определенной части прибавочной стоимости к функционирующему капиталу.

Огромное значение для понимания сущности экономического роста имеют работы английского экономиста Дж. Кейнса (1883–1946). В его главном труде «Общая теория занятости, процента и денег», 1936 г. [2] ключевым фактором модели регулирования рыночной экономики является эффективный спрос, расширение которого должно способствовать экономическому росту.

В экономической программе Дж. Кейнс предложил ряд направлений воздействия государства на экономический рост:

- в части проведения монетарной политики: увеличение количества денег в обращении с целью сокращения нормы процента, а следовательно, роста инвестиций, занятости и национального дохода;

- воздействие через бюджетную политику на государственные расходы с целью расширения совокупного спроса; перераспределение доходов в пользу лиц с меньшей склонностью к сбережениям (за счет прогрессивного налогообложения и трансфертов);

- проведение протекционистской политики (она оправдана, если приводит к росту занятости).

Первыми, кто разделил учение Дж. Кейнса, были английский экономист Р. Харрод (1900–1978) и американский экономист Е. Домар (1914–1997). В центре исследований Р. Харрода [19] стояли условия, при соблюдении которых обеспечивается устойчивый темп роста. Модель Р. Харрода, дополняя и развивая макроэкономическую кейнсианскую теорию, записывается в динамической форме (через темпы роста).

Ситуацию оптимального роста Р. Харрод описывает в условиях регулируемого капитализма, когда государство активно влияет на формирование сбережений и непосредственно участвует в инвестициях. Достижение оптимального темпа роста требует государственного вмешательства, проведения активной денежной и финансовой политики. «Монетарная и финансовая политика служат для корректировки нормы сбережения с тем, чтобы сбережения были не больше и не меньше, чем нужно, чтобы обеспечить разумный уровень полной занятости и рост в соответствии с потенциальными

возможностями роста данной экономики» [19, с. 29].

Схожую модель роста предложил Е. Домар («Очерк по теории экономического роста», 1957 г.). Основная идея Е. Домара [18] заключалась в том, что инвестиции играют в экономике двойственную роль, они создают, с одной стороны, производственные мощности, с другой – спрос через мультипликативный эффект. Е. Домар показал, что для того чтобы прирост спроса соответствовал приросту мощностей инвестиций, а значит, в условиях равновесного роста и весь национальный доход, должны расти темпом, равным as , где a – капиталододача; s – норма сбережений [4, с.102–103]. Для регулирования спроса, а следовательно, регулирования экономического роста, государству необходимо воздействие на объемы и динамику сбережений, доходов и инвестиций. Благодаря общим взглядам и выводам Е. Домара и Р. Харрода неокейнсианскую теорию роста называют моделью Харрода – Домара.

Статья американского ученого Р. Солоу (1924 г.р.) «Вклад в теорию роста», 1956 г. [25] была первой «неоклассической» версией модели экономического роста Харрода – Домара в том смысле, что в конечном итоге путь экономического роста есть путь к полной занятости. Экономический рост Р. Солоу связывал с изменением нормы сбережений, ростом населения и техническим прогрессом.

Используя производственную функцию Кобба – Дугласа, Р. Солоу показал, что только часть экономического роста может быть объяснена увеличением использования труда и капитала. Остаток экономического роста («остаток Солоу») он отнес на счет технического (технологического) прогресса:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + \alpha \frac{\Delta K}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L}{L},$$

где коэффициент A характеризует совместную производительность факторов за счет технического прогресса. Результат, к которому пришел Р. Солоу, сводится к следующему: продолжительный рост дохода на душу населения зависит от технологического прогресса, который проявляется:

- в расширении капитала (рост затрат капитала в соответствии с ростом затрат труда);
- углублении капитала (рост затрат капитала опережает рост затрат труда);
- технологической прогрессивности (разработка и внедрение новых продуктов и технологий).

Вопрос об экономическом росте достаточно широко дискутировался в публикациях представителей посткейнсианского направления Н. Калдора и Дж. Робинсон.

В работах Н. Калдора [20, с. 591–624; 21] представлен подход достижения равновесия, основывающийся на перераспределении доходов труда и капитала. Важным пунктом модели служит тот факт, что норма сбережения устанавливается также без государственного вмешательства в противовес выводимому из результатов модели Р. Харрода требованию о государственном влиянии на норму

сбережения для достижения равновесной траектории роста (эндогенизация нормы сбережений).

Основными эмпирическими достижениями Н. Калдора стали следующие положения [13, с. 11]:

1. Выпуск на душу населения со временем возрастает, и темп его роста не имеет тенденции к убыванию.

2. Физический капитал на одного работника (капиталовооруженность) возрастает со временем.

3. Реальная норма доходности капитала (реальная процентная ставка) почти стабильна.

4. Отношение физического капитала к выпуску – почти константа.

5. Доли труда и физического капитала в национальном доходе – почти константы.

6. Темпы роста выпуска на работника существенно отличаются в различных странах.

Свой вклад в развитие вопроса об эндогенизации нормы сбережений также внесла Дж. Робинсон (1903–1983). Она выделяет два класса доходов – прибыль и заработную плату, которым соответствуют различные характеристики склонности к сбережению. В модели Дж. Робинсон [23] предпосылкой является тот факт, что рабочие расходуют весь свой заработок; следовательно, только прибыль образует сбережения. Ключевым постулатом модели, рассматриваемой Робинсон, служит то, что склонность к сбережению из прибыли превышает склонность к сбережению из заработной платы. Это предположение опирается на довольно прочную «эмпирическую базу»; подтверждением его, в частности, может служить отличающаяся современную корпорацию склонность к накоплению нераспределенной прибыли [4, с. 132].

Существование устойчивого роста с постоянным темпом прироста на основе технического прогресса (эндогенного роста) анализирует модель американского экономиста П. Ромера (1955 г.р.). В центре его подхода [24] – предпосылка о существовании положительных внешних эффектов (экстерналий). Они возникают на основе обучения работников в процессе деятельности (learning by doing); концепция подхода разработана К. Эрроу в 1962 г. [15]. Экстерналии эндогенизируют технический прогресс, препятствуют сокращению уровня доходности капитала, способствуя таким образом длительному росту дохода на душу населения. Кроме того, экстерналии имеют особенность, заключающуюся в том, что их интернализация не всегда может быть осуществлена в рамках частных взаимоотношений внутри экономической системы. Вследствие этого хозяйствующие субъекты, действующие на рынке в условиях конкуренции, зачастую из-за возникновения внешних эффектов не приходят к Парето – эффективному распределению ресурсов. Данная проблема является исходным пунктом для осуществления государственного инвестирования, имеющего целью непосредственное воздействие на темп роста.

Теория эндогенного роста позволяет усовершенствовать неоклассическую теорию роста, при которой равновесная траектория роста существ-

вовала объективно. «С точки зрения советов политикам, теория роста мало что могла предложить. В модели с экзогенными технологическими изменениями и экзогенным ростом населения не имело никакого значения, что делало правительство» («From the point of view of policy advice, growth theory had little to offer. In models with exogenous technological change and exogenous population growth, it never really mattered what the government did») [25, с. 51].

В противовес модели П. Ромера, в которой знания выступают положительной экстерналией, в подходе Р. Лукаса (1937 г.р.) [22] главенствующая роль среди детерминант роста принадлежит человеческому капиталу. Один из основоположников теории человеческого капитала Г. Беккер (1930–2014) определяет понятие как имеющийся у каждого человека запас знаний, навыков и мотиваций, качества, присущие людям [17].

Эндогенная модель экономического роста Р. Лукаса рассматривает возможность постоянного роста на основе накопления персонифицированного человеческого капитала. Механизм накопления человеческого капитала предполагает обучение с «отрывом от производства». Это обучение происходит в рамках «образовательного сектора экономики» – именно там работники осуществляют накопление и развитие своего человеческого капитала.

Одним из расширений модели П. Ромера, рассмотренной ранее, является модель распространения технологий Р. Барро (1944 г.р.) и К. Сала-и-Мартина (1956 г.р.) [16], в которой моделируется процесс сближения уровней развития разных стран в длительном периоде. В указанной модели рассматривается две страны: первая страна является технологическим лидером, вторая – технологическим последователем, которая имитирует технологии научно-исследовательского сектора, заимствованные у лидера. Страна-последователь при совпадении основных параметров (издержки, выпуск) будет стремиться к такому же темпу прироста и уровню развития, т.е. будет иметь место условная конвергенция. Страна-последователь имеет более высокую и в долгосрочном периоде снижающуюся процентную ставку, которая будет сближаться с более низкой процентной ставкой, колеблющейся вокруг практически нулевого тренда страны-лидера.

Среди российских экономистов, занимавшихся проблемами экономического роста, следует выделить Н.Д. Кондратьева (1892–1938), являющегося автором учения о больших циклах экономической конъюнктуры [3]. Н.Д. Кондратьев установил, что процесс экономического роста не прямолинеен, хотя и представляет собой восходящую линию, т.е. экономический рост происходит толчками.

Согласно Н.Д. Кондратьеву большие волны можно рассматривать как нарушение экономического равновесия между запасом основных капитальных благ и всеми факторами, определяющими существующий технический способ производства. В этой связи возникает необходимость создания

запаса основных капитальных благ. Их обновление происходит не плавно, а толчками, т.к. капитальное благо нельзя вводить по частям. Данная особенность является материальной основой больших циклов конъюнктуры. Механизм аккумуляции капитала служит основой создания новых основных производительных сил.

Так, по Кондратьеву, общество выходит на новый уровень развития в результате обновления и расширения основных капитальных благ, а также перераспределения основных производительных сил обществе.

Рост любого объекта, который представляет собой сложную систему, в частности региональной экономики, происходит в рамках более богатого по внутреннему содержанию явления – развития, сущность которого есть переход из одного качественного состояния в другое.

Экономическое развитие общества – противоречивый и сложно измеримый процесс, который не происходит прямолинейно, по восходящей линии. Развитие характеризуется неравномерностью, включает периоды роста и падения, количественные и качественные изменения. То есть экономическое развитие общества – многоплановый процесс, характеризующий нелинейный (скачкообразный и прерывистый) процесс нарастания сложности при переходе от одного качественного состояния к другому. Вместе с тем экономическое развитие и экономический рост имеют общие целевые установки: естественными целями данных процессов являются качество и высокий уровень жизни населения [14, с. 42].

Между экономическим ростом и экономическим развитием существует сложная диалектическая связь. Пользуясь философскими категориями, рассматриваемые понятия можно определить как форму и содержание, внутреннее и внешнее. Развитие для открытых самоорганизующихся систем представляет собой содержательный процесс. Количественный рост (момент внешних изменений) – форма проявления процесса развития. Здесь следует особо подчеркнуть, что рост чего-либо не является самостоятельным изолированным процессом, а происходит вместе с качественными изменениями системы.

Отражая внешние свойства развития, рост демонстрирует признаки развития системы. Изменение внешних количественных параметров позволяет судить о наличии качественных изменений в системе. Кроме этого, рост создает условия и возможность для дальнейшего развития.

Давая оценку экономическому росту, следует обратить внимание на его источники. Рост экономики может идти за счет прямых источников роста (факторы предложения), к которым относятся количество и качество природных ресурсов, запас капитала в экономике, технология и организация производства, уровень развития предпринимательских способностей. Также выделяют косвенные факторы роста (факторы спроса и распределения), которыми являются улучшение налогового климата в экономике, снижение степени монополизации

товарных рынков, улучшение распределения ресурсов и доходов, повышение эффективности функционирования кредитно-банковской системы, расширение потребительских и инвестиционных расходов, стимулирование экспортных поставок.

Применительно к экономике региона экономический рост рассматривается как процесс увеличения масштаба экономики в ее стоимостном и физическом измерении. Одним из ключевых измерителей экономического роста на уровне региона является величина производимого валового регионального продукта (ВРП). В связи с этим в рамках данного исследования анализ динамики регионального экономического роста будет производиться путем анализа факторов динамики ВРП.

Выявление решающих факторов экономического роста способствует принятию взвешенных управленческих решений исполнительными органами государственной власти региона. В этой связи необходимым представляется исследование наиболее значимых факторов регионального экономического роста, что даст возможность спрогнозировать ключевой показатель экономического роста – ВРП. На основе прогноза ВРП исполнительные органы государственной власти региона могут наиболее эффективно осуществлять функции государственного управления через разработку и реализацию региональной экономической политики.

Снижение деловой активности в экономике актуализирует задачу сглаживания экономического цикла с целью обеспечения необходимого уровня жизни населения, т.е. воздействия на среднесрочную динамику ВРП. Кроме того, отсутствие адекватных среднесрочных управляющих воздействий в кризисные периоды может привести к долгосрочным негативным последствиям.

В связи с этим целью данной работы является исследование динамики ВРП Пермского края с использованием регрессионных моделей для выявления ключевых факторов, оказывающих влияние на динамику ВРП в среднесрочном периоде.

Эконометрическое моделирование регионального экономического роста

Исходя из основного макроэкономического тождества, объем произведенного валового продукта равен сумме расходов основных секторов экономики (государства, домашних хозяйств, предпринимателей и остального мира). Поскольку для оценки произведенного ВРП методом расходов в качестве расходов «остального мира» следует учитывать как внешнеторговые потоки региона, так и торговлю с другими субъектами РФ, тождество ВРП сумме расходов выполняться не будет. В связи с этим в рамках исследования выдвинем следующую гипотезу: региональный экономический рост могут определять такие факторы, как потребительские расходы, инвестиции в основной капитал, расходы консолидированного бюджета, объем экспорта, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата.

Регрессионные модели построены на основе данных официального сайта Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю, а также в рамках прогнозирования основных параметров социально-экономического развития на федеральном уровне [7–8; 10; 12].

Для проведения исследования исходные временные ряды были преобразованы в цепные темпы прироста. В дальнейшем анализ проводился для темповых показателей. Исходные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для определения зависимости ВРП Пермского края от объясняющих факторов (цепные темпы прироста)

Год	ВРП, Y, %	Потребительские расходы, C, %	Инвестиции в основной капитал, I, %	Расходы консолидированного бюджета Пермского края, G, %	Экспорт, Ex, %	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, W, %
2001	34,4	35,5	38,0	23,4	10,9	40,6
2002	6,8	27,4	2,4	7,2	6,4	25,3
2003	17,5	24,4	2,0	11,9	9,9	23,3
2004	27,3	22,3	28,5	25,7	14,9	17,6
2005	22,9	29,8	11,4	12,9	7,2	24,7
2006	17,3	31,3	28,6	23,6	6,4	22,8
2007	24,5	24,4	67,7	43,1	16,0	24,6
2008	27,1	27,0	24,4	22,6	93,5	24,6
2009	-11,1	6,3	-13,2	5,3	-55,4	3,1
2010	15,4	1,3	5,6	4,7	39,3	14,5
2011	34,8	15,8	3,7	3,2	62,3	7,7
2012	2,4	10,0	12,1	9,5	14,2	16,2
2013	3,8	11,8	16,3	9,4	-12,5	13,3
2014	-	3,8	-1,6	2,7	8,1	9,9

Количественное определение степени влияния каждого из вышеуказанных факторов возможно с использованием линейной функциональной зависимости:

$$Y = a_0 + a_1C + a_2I + a_3G + a_4Ex + a_5W \quad (1)$$

где $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ – коэффициенты влияния факторов на динамику ВРП.

Важной проблемой многофакторного регрессионного анализа является выбор наиболее значимых факторов и построение модели, определяющей значения моделируемого показателя в зависимости от значений этих факторов.

В работе применен метод решения указанной проблемы на основе полного перебора всех возможных сочетаний факторов в целях построения

наилучшей модели при фиксированном количестве факторов, что позволяет выбрать по известным критериям значимости оптимальную модель из множества наилучших моделей.

Выполнение расчетов осуществлялось с использованием MS EXCEL. Единственной адекватной моделью для прогнозирования темпов роста ВРП Пермского края без учета временных лагов является модель вида

$$\hat{Y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 C + \hat{a}_2 Ex, \quad (2)$$

где \hat{Y} – модельные значения темпа роста ВРП, $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2$ – оценки значений коэффициентов регрессии (2), полученные методом наименьших квадратов (далее – МНК).

Характеристики качества модели отображены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Характеристики качества модели (2) зависимости ВРП Пермского края от потребительских расходов и объема экспорта за период 2001–2013 гг.

Характеристики качества модели в целом	
Множественный R	0,833819
Нормированный R-квадрат	0,634305
F-статистика	11,40711
Значимость F-статистики (p-val)	0,002628

Таблица 3

Характеристики значимости факторов модели

Обозначение коэффициента	Значение коэффициента	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение
a_0	-1,6869	30,9496	0,161681	0,874777
a_1	0,7186	0,26305	2,731754	0,02113
a_2	0,2145	0,069322	3,094761	0,011352

Скорректированный коэффициент детерминации для модели (2) составил 0,63; расчетное значение критерия Фишера равно 11,41 при $F_{кр}=3,71$, т.е. модель адекватно описывает исходные данные.

Проверим гипотезу H_0 о равенстве отдельных коэффициентов регрессии нулю (при альтернативе H_1 не равно 0) на уровне значимости $\alpha=0,05$. Поскольку $2,73 > 2,68$, то статистическая значимость коэффициента регрессии перед фактором потребительских расходов подтверждается (отвергаем гипотезу о равенстве нулю данного коэффициента). Статистическая значимость коэффициента регрессии перед фактором экспорта также подтверждается, поскольку $3,10 > 2,68$ (гипотезу о равенстве нулю данного коэффициента отклоняем). Достаточно высокое доверие к коэффициентам регрессии при факторах также подтверждают соответствующие P-значения.

Важно принимать во внимание тот факт, что ВРП текущего года может формироваться в зависимости от значений факторов прошлых лет. На основании предпосылки об отсутствии отрицательного лага (роста на ожиданиях), определены коэффициенты корреляции между значениями объясняемой переменной и факторами с лагом от 0 до 5 лет (половина продолжительности промышленного цикла). Коэффициенты корреляции представлены в табл. 4.

Таблица 4

Коэффициенты парной корреляции между темпами прироста ВРП Пермского края и факторами, оказывающими на него влияние за период с 2001 по 2013 гг.*

Лаг, лет	Факторы				
	Потребительские расходы	Инвестиции в основной капитал	Расходы консолидированного бюджета Пермского края	Экспорт	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата
0	0,635	0,528	0,452	0,684	0,521
1	-0,054	0,063	0,101	-0,459	-0,061
2	0,100	-0,593	-0,416	-0,524	-0,033
3	0,404	0,166	0,159	0,469	0,497
4	0,103	0,552	0,571	-0,018	0,241
5	0,522	-0,447	-0,515	-0,376	0,257

*Оценка коэффициентов корреляции произведена с учетом всех доступных данных.

Как видно из табл. 4, максимальную корреляцию цепной темп прироста ВРП текущего года с учетом направления влияния имеет с темпами прироста потребительских расходов, экспорта, среднемесячной номинальной начисленной заработной платой текущего года – 0,635; 0,684 и 0,521 соответственно. Инвестиции в основной капитал оказывают влияние на ВРП с лагом 4 года и с таким же лагом воздействуют на ВРП расходы консолидированного бюджета Пермского края. Наличие лага объясняется тем, что отдача от инвестиций в основной капитал и расходов консолидированного бюджета растягиваются по времени, т.е. инвести-

ции в основной капитал и расходы консолидированного бюджета обладают долгосрочным эффектом с точки зрения регионального экономического роста.

Далее с учетом приведенных в табл. 4 результатов корреляционного анализа сопоставлены варианты спецификаций обобщенной модели (1) на основе метода включения / исключения переменных из числа выделенных наиболее коррелированных с объясняемой переменной.

Результаты оценки моделей приведены в табл. 5.

Таблица 5

Оценки коэффициентов регрессионных ВРП Пермского края при различных сочетаниях объясняющих факторов и статистические характеристики качества

Модель	Показатель	Свободный член	Потребительские расходы	Инвестиции в основной капитал (n-4)	Расходы консолидированного бюджета (n-4)	Экспорт	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата	Нормированный R-квадрат	p-val для F-статистики
Модель 1	Значение коэффициента	12,85	-	-	-	0,263	-	0,42	0,01
	t-статистика	4,04	-	-	-	3,11	-		
	p-val для t-статистики	0,00	-	-	-	0,01	-		
Модель 2	Значение коэффициента	-1,687	0,719	-	-	0,215	-	0,63	0,00
	t-статистика	-0,29	2,73	-	-	3,10	-		
	p-val для t-статистики	0,78	0,02	-	-	0,01	-		
Модель 3	Значение коэффициента	-11	0,82	-	0,44	0,12	-	0,77	0,02
	t-статистика	-1,22	2,65	-	1,44	1,36	-		
	p-val для t-статистики	0,28	0,05	-	0,21	0,23	-		
Модель 4	Значение коэффициента	-40,46	1,26	-0,94	2,68	-0,02	-	0,76	0,04
	t-статистика	-1,27	2,27	-0,96	1,14	-0,12	-		
	p-val для t-статистики	0,27	0,09	0,39	0,32	0,91	-		
Модель 5	Значение коэффициента	-2,58	0,93	-	-	-	-	0,35	0,02
	t-статистика	-0,33	2,73	-	-	-	-		
	p-val для t-статистики	0,75	0,02	-	-	-	-		
Модель 6	Значение коэффициента	-18,89	1,05	-	0,75	-	-	0,73	0,01
	t-статистика	-2,56	3,78	-	0,23	-	-		
	p-val для t-статистики	0,04	0,01	-	0,02	-	-		
Модель 7	Значение коэффициента	-37,08	1,21	-0,84	2,44	-	-	0,81	0,01
	t-статистика	-3,18	4,84	-1,85	2,61	-	-		
	p-val для t-статистики	0,02	0,00	0,12	0,05	-	-		
Модель 8	Значение коэффициента	-38,39	1,49	-1,00	2,71	-	-0,36	0,78	0,03
	t-статистика	-2,99	2,48	-1,74	2,39	-	-0,53		
	p-val для t-статистики	0,04	0,07	0,16	0,08	-	0,63		
Модель 9	Значение коэффициента	1,48	-	-	0,70	-	-	0,23	0,11
	t-статистика	0,17	-	-	1,84	-	-		
	p-val для t-статистики	0,87	-	-	0,11	-	-		
Модель 10	Значение коэффициента	-20,67	-	-	0,85	-	1,15	0,62	0,02
	t-статистика	-2,11	-	-	3,11	-	2,87		
	p-val для t-статистики	0,08	-	-	0,02	-	0,03		
Модель 11	Значение коэффициента	-23,66	-	-0,16	1,17	-	1,15	0,55	0,08
	t-статистика	-1,46	-	-0,25	0,87	-	2,65		
	p-val для t-статистики	0,20	-	0,82	0,43	-	0,05		
Модель 12	Значение коэффициента	8,21	-	0,33	-	-	-	0,21	0,12
	t-статистика	1,40	-	1,75	-	-	-		
	p-val для t-статистики	0,20	-	0,12	-	-	-		
Модель 13	Значение коэффициента	-9,81	0,98	0,32	-	-	-	0,63	0,02
	t-статистика	-1,35	2,99	2,48	-	-	-		
	p-val для t-статистики	0,22	0,02	0,05	-	-	-		
Модель 14	Значение коэффициента	-11,64	0,70	0,35	-	-	0,38	0,57	0,07
	t-статистика	-1,32	1,00	2,32	-	-	0,45		
	p-val для t-статистики	0,24	0,36	0,07	-	-	0,67		
Модель 15	Значение коэффициента	2,33	-	-	-	-	0,75	0,20	0,07
	t-статистика	0,29	-	-	-	-	2,02		
	p-val для t-статистики	0,78	-	-	-	-	0,07		
Модель 16	Значение коэффициента	-11,94	-	0,40	-	-	1,12	0,57	0,03
	t-статистика	-1,36	-	2,79	-	-	0,03		
	p-val для t-статистики	0,22	-	0,03	-	-	0,04		
Модель 17	Значение коэффициента	-23,66	-	-0,16	1,17	-	1,15	0,55	0,08
	t-статистика	-1,46	-	-0,25	0,87	-	2,65		
	p-val для t-статистики	0,20	-	0,82	0,43	-	0,05		

На основе приведенных в табл. 5 статистических характеристик с учетом экономического смысла влияния объясняющих переменных на моделируемую выделим следующие варианты спецификаций, отвечающие положениям экономической теории и содержащие статистически значимые факторы:

$$\hat{Y}(n) = -20,67 + 0,85G(n-4) + 1,15W(n), \quad (3)$$

$$\hat{Y}(n) = -9,81 + 0,98C(n) + 0,32I(n-4), \quad (4)$$

$$\hat{Y}(n) = -11,94 + 0,40I(n-4) + 1,12W(n), \quad (5)$$

$$\hat{Y}(n) = -18,89 + 1,05C(n) + 0,75G(n-4). \quad (6)$$

Согласно значениям статистических характеристик параметров моделей, приведенным в табл. 6, перечисленные спецификации (3)–(6):

– включают статистически значимые на 5%-м уровне значимости факторы, т.к. значения t-статистик для всех объясняющих факторов превышают критическое;

– значимы в целом по F-критерию на 5%-м уровне значимости, т.к. значения F-статистик для спецификаций (3)–(6) выше критического значения;

– не могут быть улучшены путем включения в модель дополнительных факторов, о чем свидетельствуют приведенные в табл. 5 результаты.

Таким образом, множество моделей-кандидатов, пригодных для прогнозирования ВРП на основе выдвинутой гипотезы, включает модели (2) с учётом полученных статистических оценок коэффициентов (табл. 2), а также модели(3)–(6). Для обеспечения надежности результатов прогнозирования проведена проверка указанных моделей на соответствие основным предпосылкам регрессионного анализа.

Необходимым условием надежности модели и эффективности полученных оценок коэффициентов эконометрических моделей является отсутствие мультиколлинеарности факторов, гетероскедастичности и автокорреляции в остатках модели.

Для проверки построенных моделей на наличие мультиколлинеарности использован анализ корреляционных матриц моделей.

Таблица 6

Корреляционная матрица для модели (3)

Переменная	$Y(n)$	$G(n-4)$	$W(n)$
$Y(n)$	1	0,571	0,507
$G(n-4)$	0,571	1	-0,186
$W(n)$	0,507	-0,186	1

Таблица 7

Корреляционная матрица для модели (4)

Переменная	$Y(n)$	$C(n)$	$I(n-4)$
$Y(n)$	1	0,658	0,552
$C(n)$	0,658	1	0,024
$I(n-4)$	0,552	0,024	1

Таблица 8

Корреляционная матрица для модели (5)

Переменная	$Y(n)$	$I(n-4)$	$W(n)$
$Y(n)$	1	0,552	0,507
$I(n-4)$	0,552	1	-0,1704
$W(n)$	0,507	-0,1704	1

Таблица 9

Корреляционная матрица для модели (6)

Переменная	$Y(n)$	$C(n)$	$G(n-4)$
$Y(n)$	1	0,658	0,571
$C(n)$	0,658	1	-0,053
$G(n-4)$	0,571	-0,053	1

Таблица 10

Корреляционная матрица для модели (2) с учётом полученных статистических оценок коэффициентов (табл. 2)

Переменная	$Y(n)$	$C(n)$	$Ex(n)$
$Y(n)$	1	0,658	0,804
$C(n)$	0,658	1	0,375
$Ex(n)$	0,804	0,375	1

Анализ приведенных корреляционных матриц (табл. 6 – табл. 10) позволяет заключить, что включенные в рассматриваемые модели факторы (3)–(6) несущественно коррелированы между собой, о чем свидетельствуют значения межфакторных коэффициентов корреляции. Следовательно, в моделях (3)–(6) мультиколлинеарность отсутствует. В то же время между факторами модели (2) с учётом полученных статистических оценок коэффици-

ентов (табл. 3) наблюдается умеренная линейная связь между факторами. В связи с этим указанная модель не может использоваться для получения надежных прогнозов валового регионального продукта.

Для оставшихся моделей (3)–(6) проверка на гетероскедастичность и автокорреляцию проведена с помощью тестов Уайта и Бреуша – Годфри

на уровне значимости 5%. Результаты анализа при-

ведены в табл. 11.

Таблица 11

Модель	Проверка гетероскедастичности (тест Уайта)		Проверка автокорреляции (тест Бреуша – Годфри)	
	Значение статистики (вероятность незначимости)	Результат	Значение статистики (вероятность незначимости)	Результат
(3)	0,37 (0,71)	Гомоскедастичность	1,75 (0,28)	Нет автокорреляции остатков
(4)	0,16 (0,86)	Гомоскедастичность	7,79 (0,04)	Есть автокорреляция остатков
(5)	0,77 (0,5)	Гомоскедастичность	2,03 (0,25)	Нет автокорреляции остатков
(6)	0,87 (0,47)	Гомоскедастичность	12,70 (0,02)	Есть автокорреляция остатков

Приведенные в табл. 11 результаты проверки моделей (3)–(6) на мультиколлинеарность и автокорреляцию позволяют заключить, что в моделях (4) и (6) присутствует автокорреляция остатков. В связи с этим данные модели исключены из дальнейшего рассмотрения.

Сравнительный анализ состава факторных показателей приведенных спецификаций (3), (5) позволяет сделать вывод, что модель (3) нецелесообразно применять для прогнозирования ВРП. Это обусловлено резким падением показателя «расходы консолидированного бюджета Пермского края» в 2010–2011 гг., поскольку в посткризисный период на исполнение бюджета по расходам повлияли сложившиеся экономические условия.

Результаты проверки основных предпосылок регрессионного анализа позволяют заключить, что для адекватного описания производственных процессов в Пермском крае на основе принятой

первоначальной гипотезы можно использовать модель (5).

Коэффициенты уравнения показывают количественное воздействие каждого из факторов на результирующий показатель при неизменности другого. Так, темп прироста ВРП Пермского края увеличивается на 1,12% при увеличении среднемесячной номинальной заработной платы на 1% при неизменности показателя инвестиций; темп прироста ВРП Пермского края увеличивается на 0,4% при однопроцентном росте инвестиций при неизменности заработной платы.

Проверим точность прогнозирования с разделением выборки на обучающую и контролирующую. Обучающая выборка включает основную часть наблюдений – период с 2006 по 2013 гг. Контролирующая выборка содержит данные за 2005 г.

Результаты оценки параметров модели по обучающей выборке приведены в табл. 12, 13.

Таблица 12

Статистические оценки и характеристики качества модели спецификации (5) на обучающей выборке

Характеристики качества модели в целом	
Множественный R	0,72
Нормированный R-квадрат	0,61
F-статистика	6,51
Значимость F-статистики (p-val)	0,04

Таблица 13

Характеристики значимости факторов модели

Обозначение коэффициента	Значение коэффициента	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение
Константа	-15,38	9,37	-1,64	0,16
Коэффициент при $I(n-4)$	0,45	0,15	2,99	0,03
Коэффициент при W	1,33	0,47	2,83	0,04

Для рассматриваемой контролирующей выборки по известным значениям экзогенных переменных построим доверительный интервал прогнозного значения эндогенной переменной:

$$\overline{Y}_{2005} - St_{0,95}(7) * S_y < Y_{2005} < \overline{Y}_{2005} + St_{0,95}(7) * S_y,$$

где \overline{Y}_{2005} – расчетное значение темпа прироста ВРП за 2005 г., S_y – стандартная ошибка индивидуальной переменной.

Подставив известные значения, получим $-0,97 < Y_{2005} < 70,45$.

Итак, модель (5) может быть использована для среднесрочного прогнозирования ВРП Пермского края.

Основные направления региональной экономической политики в целях экономического роста

Проведенное эконометрическое моделирование позволяет определить целевые ориентиры

направлений региональной экономической политики. Такими целевыми ориентирами являются заработная плата и инвестиции в основной капитал, поскольку именно данные факторы в наибольшей мере обеспечивают экономический рост региона. Именно на этих направлениях должны быть сфокусированы управленческие воздействия исполнительных органов государственной власти Пермского края.

В этой связи обозначим некоторые возможные направления деятельности исполнительных органов государственной власти региона в целях стимулирования регионального экономического роста.

1. В области активизации потребительского спроса возможно расширение социальной поддержки малообеспеченных семей в форме предоставления продовольственных субсидий. Существующий зарубежный опыт в данном направлении,

как представляется, может быть реализован в Пермском крае. Проведение мероприятий по предоставлению продовольственных субсидий нельзя рассматривать как нагрузку на экономику, вычит из регионального бюджета. Продовольственные субсидии полностью расходуются на покупку продовольственных товаров и тем самым стимулируют рост экономики, увеличивая совокупный потребительский спрос. Это особенно важно в период замедления экономического роста.

2. В сфере привлечения инвестиций одной из мер может быть использование ускоренной амортизации основных фондов. Поскольку данный механизм влечет за собой снижение сумм налога на прибыль и, следовательно, уменьшение доходной части регионального бюджета, постольку необходима мера, согласно которой высвободившиеся в процессе применения ускоренной амортизации денежные средства должны в обязательном порядке направляться на приобретение высокотехнологичного оборудования (или на погашение кредитов банка, выданных на эти цели), т.е. на инвестиционную деятельность. В случае нецелевого использования высвободившейся из-под налогообложения прибыли налоговые органы должны требовать восстановления сумм недоплаченного налога на прибыль.

Также возможно применение такого инструмента, как использование инвестиционного налогового кредита, понимаемого не как одна из форм изменения срока исполнения налогового обязательства, а как объем средств, рассчитываемый в процентах от стоимости оборудования и вычитаемый из суммы налога на прибыль или облагаемого налогом дохода. Условием предоставления инвестиционного налогового кредита также должно являться осуществление предприятием инвестиционной деятельности.

Выводы

1. Являясь способом поддержки принятия адекватных и своевременных управленческих решений, эконометрическое моделирование позволило выделить инструменты государственного управления, используя которые в пределах своих полномочий региональное правительство способно влиять на экономический рост в регионе.

2. Региональный экономический рост в наибольшей степени обеспечивается такими факторами, как инвестиции в основной капитал и заработная плата.

3. Инвестиции в основной капитал региона воздействуют на региональный экономический рост с определенным временным лагом. Наличие временного лага в 4 года объясняется тем, что отсрочка от инвестиций в основной капитал растягивается по времени, т.е. имеет место долгосрочный эффект с точки зрения регионального экономического роста.

Список литературы

1. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе. М.: ДелоЛТД, 1994. 687с.

2. Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. М.: Букинист, 1978. 494 с.

3. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 768 с.

4. Лавров Е.И., Капогузов Е.А. Экономический рост: теории и проблемы. Омск: ОмГУ, 2006. 214 с.

5. Мальтус Т.Р. Опыт закона о народонаселении. Шедевры мировой экономической мысли. Т. 4. Петрозаводск: Петроком, 1993. 140с.

6. Маркс К. Капитал. Критика политической экономии / предисл. Ф. Энгельса; пер. И.И. Степанова-Скворцова. Т. 1. М.: Политиздат, 1967. 900 с.

7. Пермский край в цифрах. 2014: стат.сб. / Пермьстат. Пермь, 2014. 192с.

8. Пермьстат. URL: <http://permstat.ru> (дата обращения: 10.11.2014).

9. Рикардо Д. Начала политической экономии и налогового обложения. Избранное: в 3 т. М.: Госполитиздат, 1955. 539 с.

10. Серия докладов об экономических исследованиях Центрального банка Российской Федерации. Краткосрочное оценивание и прогнозирование ВВП России с помощью динамической факторной модели. URL: http://www.cbr.ru/analytics/wps/wps_2.pdf (дата обращения: 12.04.2015).

11. Смит А. Исследование о природе и богатстве народов: в 2 т. Т. 2. М.: Эксмо, 2007. 470 с.

12. Сценарные условия, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и предельные уровни цен (тарифов) на услуги компаний инфраструктурного сектора на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов, подготовленные министерством экономического развития Российской Федерации. URL: <http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/201505272> (дата обращения: 30.05.2015).

13. Шараев Ю.В. Теория экономического роста. М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2006. 254 с.

14. Эйсен Н.Ф. Формирование стратегии развития народного хозяйства в условиях глобализации // Экономист. 2004. №2. С. 42–48.

15. Arrow K.J. The Economic Implications of Learning by Doing // The Review of Economic Studies. 1962. Vol. 29, no. 3. P. 155–173.

16. Barro R., Sala-i-Martin X. Economic Growth. N.Y.: McGraw-Hill, 1995. Ch. 6, 7. P. 212–264.

17. Becker G.S. Human Capital. N.Y.: Columbia University Press, 1964.

18. Domar E.D. Essays in the Theory of Economic Growth. Oxford: Oxford University Press, 1957. 272 p.

19. Harrod R.F. Economic Dynamics, London: Macmillan, 1973. 195 p.

20. Kaldor N. A Model of Economic Growth // Economic Journal. 1968. Vol. 67. P. 591–624.

21. Kaldor N. An Expenditure Tax. London: Allen ans Unwin, 1955.

22. Lucas R. On the Mechanics of Economic Development // *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 22, no. 1. P. 3–42.
23. Robinson J.V. *Essays in the Theory of Economic Growth*. London: Macmillan, 1962. 137 p.
24. Romer P.M. Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth, in R. Barro, ed., *Modern Business Cycle Theory*. Oxford: Basil Blackwell, 1989.
25. Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // *Quarterly Journal of Economics*. 1956. Vol.70, no. 1. P. 65–94.

Получено: 24.07.2015

References

1. Blaug M. *Ekonomicheskaja mysl' v retrospektive* [Economic conception in retrospective review]. Moscow, Delo LTD Publ., 1994. 687 p.
2. Keynes Dzh. M. *Obshchaya teoriya zanyatosti, protsenta i deneg* [The General theory of employment, interest and money]. Moscow, Bukinist Publ., 1978. 494 p.
3. Kondratyev N.D. *Bolshie tsikly konyunktury i teoriya predvideniya* [Long Cycles of Economic Conjuncture and the Theory of Foresight]. Moscow, Ekonomika Publ., 2002. 768 p.
4. Lavrov E.I., Kapoguzov E.A. *Ekonomicheskij rost: teorii i problemy* [Economic growth: theories and issues]. Omsk, OmGU Publ., 2006. 214 p.
5. Mal'tus T.R. *Opyt zakona o narodonaseleonii. Shedevry mirovoj ehkonomicheskoy mysli. T. 4*. [An essay on the principle of population. Masterpieces of world economic thought. Vol. 4]. Petrozavodsk, Petrom Publ., 1993. 140 p.
6. Marks K. *Kapital. Kritika politicheskoy ehkonomii*. Predisl. F. EHngel'sa. Per. I.I. Stepanova-Skvorcova, prover. iisprav. T. 1 [Capital. Critique of political economy. Fr. Engels' Preface. I.I. Stepanova-Skvortsova's trans., Vol. 1]. Moscow, Politizdat Publ., 1967. 900 p.
7. *Permskij kraj v cifrah* [Perm kraj. Statistical data]. Perm, Permstat Publ., 2014. 192 p.
8. *Permstat*. Available at: <http://permstat.ru> (accessed 22.03.2015).
9. Rikardo D. *Nachala politicheskoy ehkonomii i nalogovogo oblozheniya. Izbrannoe (v 3-h tomah)* [On the principles of political economy and taxation. Selected works (in three volumes)]. Moscow, Gospolitizdat Publ., 1955. 539 p.
10. *Seriya dokladov ob ekonomicheskikh issledovaniyakh Tsentralnogo banka Rossiyskoy Federatsii. Kratkosrochnoe otsenivanie i prognozirovaniye VVP Rossii s pomoshchyu dinamicheskoy faktornoy modeli* [Series of report about economic research by Central Bank of the Russian Federation. Dynamic factor models short term assessment and forecasting of Russia's GDP]. Available at: http://www.cbr.ru/analytics/wps/wps_2.pdf (accessed 12.04.2015).
11. Smit A. *Issledovanie o prirode i bogatstve narodov: v 2-kh t.T. 2* [Inquiry into the nature and causes of the wealth of nations in two volumes. Vol. 2]. Moscow, Eksmo Publ., 2007. 470 p.
12. *Stsenarnye usloviya, osnovnye parametry prognoza sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii i predelnye urovni tsen (tarifov) na uslugi kompaniy infrastruktornogo sektora na 2016 god i na planovyy period 2017 i 2018 godov, podgotovlennyye ministerstvom ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii* [Scenario conditions, the main parameters of the forecast of socio-economic development of the Russian Federation and the marginal level of the prices (tariffs) for services of infrastructure companies for 2016 and for the planning period in 2017 and 2018, prepared by the Ministry of economic development of the Russian Federation]. Available at: <http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prugnoz/201505272> (accessed 30.05.2015).
13. Sharaev Yu.V. *Teoriya ehkonomicheskogo rosta* [The theory of economic growth]. Moscow, GU VSHE Publ., 2006. 254 p.
14. Ehjzen N.F. Formirovanie strategii razvitiya narodnogo hozyajstva v usloviyah globalizatsii [Strategy of the national economy development in globalization]. *Ekonomist* [Economist], 2004, no. 2, pp. 42–48.
15. Arrow K.J. The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 1962, Vol. 29, no. 3, pp. 155–173.
16. Barro R., Sala-i-Martin X. *Economic Growth*. N.Y, McGraw-Hill Publ., 1995. Ch. 6, 7. pp. 212–264.
17. Becker G.S. *Human Capital*. N.Y, Columbia University Press Publ., 1964.
18. Domar E.D. *Essays in the Theory of Economic Growth*. Oxford, Oxford University Press Publ., 1957. 272 p.
19. Harrod R.F. *Economic Dynamics*. London, Macmillan Publ., 1973. 195 p.
20. Kaldor N.A. Model of Economic Growth. *Economic Journal*, 1968, Vol. 67, pp. 591–624.
21. Kaldor N. *An Expenditure Tax*. London, Allen and Unwin Publ., 1955.
22. Lucas R. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 1988, Vol. 22, no. 1, pp. 3–42.
23. Robinson J.V. *Essays in the Theory of Economic Growth*. London, Macmillan, 1962. 137 p.
24. Romer P.M. *Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth*, in R. Barro, ed., *Modern Business Cycle Theory*. Oxford, Basil Blackwell Publ., 1989.
25. Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 1956, Vol.70, no. 1, pp. 65–94.

The date of the manuscript receipt:
24.07.2015

DETERMINATION OF KEY FOCUS AREAS OF REGIONAL ECONOMIC POLICY ON THE BASIS OF REGIONAL ECONOMIC GROWTH ECONOMETRIC MODELING AND FORECASTING

Tatyana V. Mirolubova, Doctor of Economic Sciences, Professor,

Dean of the Faculty of Economics, Head of the Department of World and Regional Economy, Economic Theory

E-mail: mirolubov@list.ru

Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

Ekaterina N. Voronchikhina, Postgraduate Student

E-mail: envoronchikhina@economy.permkrai.ru

Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

The article considers the correlation between the concepts “economic growth” and “economic development, including the complex dialectical relationship between them. The evolution of approaches to the consideration of economic growth is presented, the most important aspects and theories of economic growth are outlined. One of the key indicators of economic growth at the regional level is the value of the produced gross regional product. As part of the research, analysis of the gross regional product dynamics factors is conducted. These factors include consumer spending, investment in fixed capital, expenditures of the Perm region’s consolidated budget, volume of exports, average monthly nominal wage. Basing on econometric modeling, the authors identify some specifications that comply with the provisions of economic theory and contain statistically significant factors. Necessary conditions for the model’s reliability and efficiency of the obtained estimates of the econometric models coefficients are verified. These are the absence of multicollinearity, heteroscedasticity and autocorrelation in the residuals of the model. The proposed regression model can be used for medium-term forecasting of the Perm region’s gross regional product. Regional economic growth is mostly provided by such factors as investment in fixed capital with a four-year lag and wages. The authors propose measures to activate consumer demand and attract investment, which will foster the gross regional product growth in the Perm region. The measures are proposed with due consideration of the factors that should become the focus of the local government’s attention. Gradual extension of social support for low-income families in the form of food subsidies can stimulate consumer demand. As for attracting investments, it is the use of accelerated depreciation of fixed assets that can be one of the measures.

Keywords: economic growth, economic development, economic policy, region, gross regional product, regression model, forecasting of economic growth.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Мирослюбова Т.В., Ворончихина Е.Н. Определение ключевых направлений региональной экономической политики на основе эконометрического моделирования и прогнозирования регионального экономического роста // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 80–91.

Please cite this article in English as:

Mirolubova T.V., Voronchikhina E.N. Determination of key focus areas of regional economic policy on the basis of regional economic growth econometric modeling and forecasting // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 80–91.

УДК 332.1
ББК 65.04

МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ: ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ

П.А. Суханова, соискатель, ст. преподаватель кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории

Электронный адрес: Polina-suh@yandex.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, г. Пермь, Букирева 15

Освещаются некоторые аспекты исследования региональных инновационных систем. В непростых экономических условиях основным условием развития региональной экономики является развитие региональной инновационной системы. Большой интерес к вопросам инновационного развития региона, тем не менее, оставляет ряд актуальных вопросов относительно структуры региональной инновационной системы, методологии ее оценки и анализа, механизмов и инструментов ее развития. Отечественные и зарубежные подходы к исследованию региональных инновационных систем существенно отличаются. Зарубежные исследования отличаются кластерно-ориентированным подходом и учетом взаимодействия региональной инновационной системы с внешней средой, включенности в макроконтекст. Отечественные методики концентрируют свое внимание на процессах продвижения новых знаний и технологий к использованию. Автором выделены общие черты подходов и их различия, обоснована необходимость учитывать концепцию тройной спирали инноваций в качестве пускового механизма региональной инновационной системы. Проанализированы близость целей и задач региональной инновационной системы и кластеров, связь региональной инновационной системы и инновационной инфраструктуры вузов. Определены основные участники региональной инновационной системы, их функции и распределение по подсистемам. Автором предложен собственный подход к структуре региональной инновационной системы, который предполагает, что кластерный потенциал, включенность в мировую экономику и социально-экономическое развитие региона в определенной мере могут включаться в качестве обеспечивающих подсистем в региональную инновационную систему, формируют ее комплексность. Структурная модель представлена взаимодействующими между собой и с внешним окружением подсистемами, характеризующими условия и процесс генерации, диффузии и использования нового знания и технологий, а также обеспечивающими подсистемами. На основе комплексного подхода предложена модель региональной инновационной системы как совокупность подсистем процесса генерации-трансфера-коммерциализации-диффузии новых знаний и технологий с учетом связей тройной спирали инноваций и взаимодействия «с» и «между» обеспечивающими подсистемами кластерного потенциала региона, включенности региона в мировую экономику и социально-экономического развития региона. Взаимосвязь между подсистемами – это необходимое условие существования инновационной системы. Взаимодействие с внешней средой ускоряет циркуляцию потоков знаний внутри системы, что обеспечивает большую скорость появления инноваций. В предложенной модели региональная специализация представлена через кластерный потенциал, что обеспечивает диффузию новых знаний и технологий. Авторская модель региональной инновационной системы может быть принята за основу для разработки методологического подхода к оценке региональной инновационной системы (РИС), ее компонентов, их взаимосвязей. Оценка РИС необходима для определения организационно-экономического механизма управления развитием РИС.

Ключевые слова: региональная инновационная система (РИС), кластер, кластерно-ориентированный подход, кластерный потенциал, системный подход, генерация знаний, распространение и использование знаний, концепция тройной спирали инноваций, обеспечивающая подсистема.

В настоящее время в непростых экономических условиях особенно актуальной темой вновь становится инновационное развитие регионов РФ [11]. Изучение вопросов регионального развития в США и странах ЕС показывает, что в современных условиях ключевым фактором регионального развития является управление развитием региональной инновационной системы. Развитие региональных инновационных систем является объективной не-

обходимостью и особенностью процесса модернизации российской экономики на современном этапе.

Следует отметить большой интерес к исследованиям в области регионального инновационного развития в последнее время, тем не менее на сегодняшний день остается ряд актуальных вопросов, касающихся РИС. В частности, в проработке нуждаются вопросы, касающиеся теоретических

основ структуры РИС, методологии анализа РИС, выбора механизмов и инструментов развития РИС. В Российской Федерации элементы и субъекты инновационной деятельности и инструменты по их регулированию недостаточно интегрированы в РИС, отдельные элементы не представляют собой целостного эффективного механизма, обеспечивающего экономическое развитие региональной экономики.

Один из первых разработчиков концепции региональной инновационной системы Ф. Куук определял РИС как набор узлов в инновационной цепочке, включающей в себя непосредственно генерирующие знания фирмы, а также организации, предприятия, использующие (применяющие) эти знания, разнообразные структуры, выполняющие специализированные посреднические функции, инфраструктурное обеспечение, финансирование инновационных проектов, их рыночную экспертизу и политическую поддержку [20]. Ф.Куук подчеркивает важность социальных и хозяйственных процессов создания, распространения и использования

знания в целях стимулирования инновационной деятельности в регионе.

Анализ экономической литературы позволяет систематизировать подходы к определению региональной инновационной системы в три группы (табл. 1):

- институциональный подход (Л.М. Гохберг [4], А.А Дынкин [6], М.К. Файзуллоев [15]), рассматривающий РИС как совокупность институтов, деятельность которых направлена на производство и коммерческую реализацию научных знаний и новых технологий;

- функциональный (М.И. Рыхтик [9], Е.А. Смирнова [10], Л.А. Горюнова [3]), определяющий роль РИС в хозяйственном комплексе региона;

- комплексный (А.М. Мухамедьяров, Э.А. Диваева [8], Л.И. Федулова [13]), учитывающий совокупности действующих элементов, их отношений, стадии продвижения новых знаний и технологий к использованию.

Таблица 1

Подходы к определению РИС

Институциональный подход	
Исследователи	Определение РИС
Л.М. Гохберг	Совокупность различных институтов, которые совместно и каждый в отдельности вносят свой вклад в создание и распространение новых технологий, образуя основу, служащую правительствам для формирования и реализации политики, влияющей на инновационный процесс
А.А. Дынкин	Совокупность национальных, государственных, частных и общественных организаций и механизмов их взаимодействия, в рамках которых осуществляется деятельность по созданию, хранению и распространению новых знаний и технологий
Л.А. Яременко	Форум сотрудничества бизнеса, региональной администрации, органов местного самоуправления и государства, в котором представлены научно-исследовательские, образовательные учреждения, негосударственные организации, создающие возможность для активизации местных факторов роста в целях эффективного использования экономического потенциала
М.К. Файзуллоев	Совокупность взаимосвязанных организаций, занятых производством и коммерческой реализацией знаний и технологий, и комплекса институтов правового, материально-финансового, информационного и социального характера, обеспечивающих взаимодействие образовательных, научных, предпринимательских и некоммерческих организаций и структур на региональном уровне
Функциональный подход	
М.И. Рыхтик	Система взаимоотношений между наукой, промышленностью и обществом, когда инновации служат основой развития экономики и общества, а потребности инновационного развития во многом определяют и стимулируют развитие научной деятельности
Е.А. Смирнова	Открытая, динамическая, вероятностная система, являющаяся совокупностью элементов региональной общественной системы, определяющих правовые, экономические, социальные и организационные условия инновационного процесса, результатом взаимодействия которых является создание и реализация инноваций
Л.А. Горюнова	Совокупность взаимосвязанных подсистем, располагающих необходимыми инновационными ресурсами, объединенных интеграционными внутренними и внешними связями для обеспечения эффективного прохождения идей, знаний до конкретной реализации инновации исходя из интересов региона (общества)
Комплексный подход	
А.М. Мухамедьяров, Э.А. Диваева	Комплексе организаций, иницирующих и осуществляющих производство новых знаний, их распространение и использование, способствующих финансово-экономическому, правовому и информационному обеспечению инновационных процессов и функционирующих в едином социокультурном пространстве, взаимосвязанных между собой и имеющих постоянные устойчивые взаимоотношения
Л.И. Федулова	Совокупность экономических агентов и видов деятельности, ресурсное обеспечение и институты, а также связи между ними, необходимые для повышения эффективности инновационного процесса в регионе

При том что различные исследователи [10] определяют региональную инновационную систему в зависимости от контекста собственного исследования, можно выявить общие черты подходов:

- наличие взаимодействующих подсистем и элементов;
- главным, определяющим в подсистемах являются знания;
- устойчивость к внешним воздействиям;

- способность создавать внутренние факторы саморазвития.

Региональная инновационная система обладает рядом признаков целостности, которые рассматриваются как ее основные свойства:

- наличие взаимодействующих подсистем и элементов;
- пропорциональность подсистем и элементов;

- устойчивость к внешним воздействиям;
- способность к автономному функционированию;

- способность создавать внутренние факторы саморазвития [14].

Различаются также и представления о структуре инновационной системы. Исследователи выделяют различные элементы (табл. 2).

Таблица 2

Подходы к структурированию инновационной системы

Исследователь	Структура инновационной системы
К. Фримен	Институты в общественном и частном секторах
С. Меткалф, И.Л. Туккель, О.В. Колосова	Институты, обеспечивающие создание, хранение и передачу знаний, навыков и артефактов
А.Е. Матюхов	Институты инновационной деятельности
С. Костиайнен	Университеты, центры технологий, организации, способствующие инновационному развитию
Е.А. Монастырский, Я.Н. Грик, В.И.Зинченко	Органы власти и управления, учреждения образования и науки, предприятия крупного и малого бизнеса
Е. Егоров, Н. Бекетов	Академические, вузовские, научно-исследовательские, опытно-конструкторские, технологические, внедренческие, информационные и иные исследовательские учреждения, научные подразделения крупных корпораций; государственные управленческие структуры
Ю.П. Анисимов, С.В. Шапошникова, Е.В. Солнцева	1) Субъекты инновационной деятельности: НИИ, вузы, инновационные центры, технопарки, технико-технологические центры, инновационно-активные предприятия, венчурные фонды. 2) Инфраструктура инновационной деятельности: нормативно-правовое, организационно-методическое, финансовое и информационное обеспечение
А.В. Горшков	Вузы, академические, отраслевые НИИ и другие научные учреждения, опытно-конструкторские и проектные организации, технополисы и технопарки, предприятия и фирмы, внедряющие научно-технические и другие новшества
А.В. Брижань	1) Приоритеты и стратегия инновационной политики; 2) нормативно-правовая база в области развития и стимулирования инновационной деятельности; 3) инновационная инфраструктура; 4) система генерации и распространения знаний; 5) инновационные предприятия, включая крупные научно-промышленные корпорации, высокотехнологичное промышленное производство; 6) учреждения в сфере образования и профессионального обучения (подготовка кадров по организации и управлению в инновационной сфере); 7) рыночные условия, способствующие внедрению инноваций; 8) маркетинговая и финансовая составляющие создания и продвижения инноваций, системы продвижения и финансирования инноваций; 9) взаимодействие с международной средой; 10) механизм инновационного развития, отражающий систему взаимоотношений между вышеперечисленными элементами
Г.А. Ганеева	1) Подсистема генерации знаний; 2) подсистема поддержки и распространения знаний; 3) подсистема использования знаний
Г.В. Шепелев	1) Субъекты инновационной деятельности: физические лица, НИИ, вузы, промышленные НИИ, крупные, малые и средние предприятия, естественные монополии; 2) инновационная инфраструктура: производственно-технологическая, кадровая, консалтинговая, финансово-экономическая, информационная, сбытовая
Е.П. Маскайкин	1) Институты, формирующие ядро инновационной системы и осуществляющие производство и использование инноваций (образовательные и научные структуры, инновационно-активные предприятия); 2) институты, поддерживающие, стимулирующие и регулирующие инновационные процессы.
Л.И. Федулова	- Производство нового знания и идей; - коммерциализация и практическое использование знаний; - поддержка и распространение знаний
А.А. Мараховский	- Генерация знаний и технологий; - коммерческое использование знаний; - воспроизводство знаний и формирование кадров для научной и инновационной деятельности; - инновационная инфраструктура
И.В. Бережная, Е.А. Смирнова	- Научно-образовательная подсистема; - инфраструктурная подсистема; - подсистема ресурсного обеспечения; - предпринимательская подсистема
С.Н. Бибик	1) Производство новшеств (создание новых технологий: технопарк, малые инновационные формы, вузы, НИИ): - ресурсная составляющая (человеческий капитал, технико-технологические ресурсы); - инфраструктурная составляющая (организации). 2) коммерциализация инноваций: - субъекты, использующие инновации (инновационно-промышленные комплексы, технико-внедренческие зоны, инновационно-технологические центры); - субъекты, создающие благоприятные условия для осуществления инновационного процесса (финансовые институты, фонды поддержки МИПов, венчурные инновационные компании)

Во многих подходах можно выделить общие черты:

- РИС представлена совокупностью структур, способствующих разработке и проникновению на рынок новых технологий: система генерации знаний, образование, инфраструктура, государственная поддержка, производство инновационной продукции;

- взаимосвязь между подсистемами – это необходимое условие существования инновационной системы, наличие последовательной инновационной цепочки (от генерации знаний к реализации инновационной продукции);

- главная цель функционирования инновационной системы – эффективное использование экономического потенциала региона;

- все модели обладают высокой степенью обобщения (трудно выявить специфику какого-либо региона).

Зарубежные исследования региональных инновационных систем достаточно сильно отличаются от отечественных. Они представлены работами Лундвалла, Нельсона, Куук, Ховелла, Малерба, Камагни, Карлссона и др. В основе исследований лежит подход к инновациям как процессу взаимодействия и эволюционного развития. Инновации рассматриваются не как отдельно происходящий факт, а как процесс, в котором различные участники генерируют инновации в процессах взаимодействия [21].

Региональная инновационная система характеризуется кооперационными процессами между компаниями и организациями генерации и диффузии знаний (университеты, исследовательские организации, офисы трансфера технологий), обеспечивающими инновационную активность, и средой, поддерживающей инновации [28]. Инновационная система состоит из элементов и взаимодействий в процессах производства, диффузии и использования нового знания [24]. Это знание используется для практических, коммерческих целей [19]. При этом созданное знание, распространяемое и используемое, циркулирует не всегда в форме продуктов и услуг, но может также оказывать социальный эффект.

Внутренний механизм РИС во многом описывается принципом действия тройной спирали инноваций Г. Ицковица и Л. Лейдесдорфа [7]. Концепция тройной спирали инноваций лежит в основе построения региональной инновационной системы, так как раскрывает взаимоотношения ее основных участников – власти, бизнеса и науки. Участники региональной инновационной системы взаимодействуют через процессы производства (генерации), диффузии и использования нового знания [22]. Концепция тройной спирали инноваций фактически не принимается во внимание в российских подходах к региональным инновационным системам. Считаем важным включение механизма тройной спирали инноваций в структуру РИС в качестве пускового механизма функционирования системы.

Региональная инновационная система – это открытая система, взаимодействующая за своими границами [29], что означает также, что процесс диффузии нового знания и технологий по своей природе направлен в обоих направлениях, вовне и извне [19]. На региональную инновационную систему оказывают влияние другие РИС, национальная инновационная система и другие международные факторы. Велика важность взаимодействия РИС с внешней средой [17], так как это ускоряет циркуляцию знаний внутри системы, что обеспечивает большую скорость появления инноваций. Рассмотрение РИС вне внешнего контекста бессмысленно и не отражает сути самой системы.

Как показывает анализ мирового опыта, инновационное развитие через активизацию не использующихся научно-технических ресурсов региона обеспечивает экономический рост не только определенной территории, но и национальной экономики в целом.

В моделях регионального развития Европейского союза особое значение приобретает региональная инновационная система, способствующая ускоренной диффузии знаний, навыков и лучших практик. Региональная инновационная система в соответствии с зарубежными подходами представляет собой экономическое, политическое и институциональное взаимодействие, генерирующее коллективные познавательные процессы в технологических сферах [27].

В настоящее время региональная инновационная политика, инвестиционные программы Европейского союза направлены на развитие локальных региональных инновационных систем [23]. В Австрии, например, это программа 2011 г. ОРЕК (10-летний стратегический план развития регионов), программа ЕС СТРАТ.АТ.2020, региональные программы развития Дании (развитие креативных индустрий, ИКТ, туризма), новые контрактные программы Франции (2014–2020 гг.), закон программирования развития городов и урбанистической связанности, новые программы регионального развития – Улучшения региональной экономической структуры (GRW) в Германии, тематические программы ускоренного инновационного развития Совета по технологической стратегии Великобритании.

Основными показателями эффективности региональных программ развития являются уровень занятости, структура регионального бюджета и финансирования региона, уровень дохода населения региона (ВРП на душу населения). В период 1989–1993 гг. около 4% фонда региональной политики ЕС было направлено на инновационное развитие (2 млрд евро из 50 млрд евро), в период 2007–2013 гг. 25% – 86 млрд евро. Государственные затраты на программы STI (развития науки, технологий и инноваций) [25] в Австрии составляют 31,4%, Дании 63,4%, Франции 20,7%, Германии 37%, Великобритании 27,5% от общего финансирования программ развития науки, технологий и инноваций.

Исследования показывают, что вклад 14 регионов-лидеров ОЭСР составляет порядка 33% в общий рост экономики стран ОЭСР за период 1995–2005 гг. [26] ВВП на душу населения на территориях концентрации знаний и технологий (knowledge and technology hubs) имеет наибольшие значения по сравнению с остальными территориями. Например, на территориях интенсивной концентрации знаний (9 территорий стран ОЭСР – Вена, Брюссель, Прага, Берлин, Бремен, Гамбург, Лондон, Вашингтон, столичный регион Кореи) ВВП на душу населения составляет 51065 долл. США (в ценах 2000 г.), в регионах концентрации знаний и технологий (29 регионов стран ОЭСР – 3 региона в Германии, 1 в Дании, 2 во Франции, 1 в Корее, 1 в Нидерландах, 4 в Швеции, 3 в Великобритании, 11 в США) показатель составляет – 35729 долл. США, а в регионах низкотехнологичного производства (19 регионов стран ОЭСР – 3 в Греции, 1 в Венгрии, 12 в Польше, 3 в Португалии – характеризуются низкой концентрацией населения, сырьевым сектором) – 13880 долл. США [26].

Последние исследования показывают, что региональные инновационные системы генерируют инновации за счет взаимодействия малых и крупных компаний [16]. С 2000-х гг. все больше внимания в развитии регионов обращает на себя кластерно-ориентированный подход, отражающий трансформацию региональной специализации и обеспечивающий устойчивые конкурентные преимущества регионам [18].

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) рассматривает националь-

ные программы по развитию территорий как программы развития региональных кластеров – территорий, представленных агломерацией фирм, сконцентрированных в одной зоне и объединенных важными ресурсами [21]. Данный интерес выражается в государственных программах кластерного регионального инновационного развития стран Организации экономического сотрудничества и развития, таких как Канада, Чехия, Финляндия, Франция, Германия, Италия, Япония, Корея, Нидерланды, Норвегия, Испания, Швеция, Великобритания, США. Во Франции, например, 2 основные программы развития кластеров – Полюсы конкурентоспособности, Локальная система продуктивности; в Германии существуют 3 вида программ развития кластеров – поддержка определенных научных секторов (БиоРегион, БиоПрофиль, Нарботка компетенций), программы региональных полюсов роста, соответствующие приоритетам программ ЕС, программы объединенных целей для улучшения региональной экономической структуры; в Великобритании государственная политика создает условия для регионов для развития кластеров, Агентство регионального развития и региональные администрации включают программы развития кластеров в региональные экономические стратегии в соответствии с приоритетами регионального развития.

В табл. 3 отражена близость целей и задач РИС и кластера через сравнение их параметров, что обуславливает включение кластеров зарубежными исследователями в структуру региональной инновационной системы.

Таблица 3

Сравнение параметров термина «кластер» и «региональная инновационная система» *

Критерии	Кластеры	РИС
Элементы	Фирмы одной или нескольких взаимосвязанных отраслей и другие организации	Предприятия, бизнес, финансовые институты, вузы, органы власти
Территория	Четкая привязка к территории	Четкая привязка к территории
Эффект	Дополнительное условие для развития экономики региона	Благоприятные условия экономического характера
Показатели деятельности	Результирующие показатели деятельности компаний, отраслевые и макроэкономические показатели	Отраслевые, макроэкономические показатели, показатели инновационной статистики
Создание ценности	Через производство, патентование, передачу технологий	Через эффективное использование социально-экономического потенциала региона
Конкурентные преимущества	Конкурентные преимущества компаний кластера	Конкурентные преимущества региона

*Составлено автором.

Обоснованность включения территориальных кластеров в региональную инновационную систему в зарубежной практике позволяет рассматривать и учитывать кластерный компонент в структуре РИС. Несмотря на большой интерес к кластерному развитию в Российской Федерации в последнее время, в настоящий момент еще не сформированы окончательно подходы к изучению кластеров, методологические подходы к оценке эффективности кластеров, что затруднено в том числе, сложностью сбора статистических данных. Тем не менее вопросы отраслевой региональной специализации отражают в определенной мере кластерно-отраслевой подход.

Таким образом, концепция региональной инновационной системы имеет ряд точек соприкосновения с теорией кластеров и концепцией тройной спирали инноваций.

Нами РИС определяется как функциональная, пространственно организованная система региональной экономики, объединяющая взаимодействующие субъекты научного, промышленного, государственного, финансового и др. секторов, имеющая региональную отраслевую специфику и обеспечивающая процессы генерации, трансфера, коммерциализации, производства, распространения и использования новых знаний и технологий. Региональная инновационная система через процессы генерации, распространения новых знаний и техно-

логий посредством взаимодействия участников РИС обеспечивает инновационное развитие региона.

Региональная инновационная система ориентирована на увеличение в региональном продукте доли высокотехнологичных продуктов, создание и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий, трансфер знаний и технологий. Интеграция РИС в национальную и мировую инновационные системы реализуется через эффективное распространение (диффузию) инноваций. Государственный сектор, государственная инновационная политика играют жизненно важную роль в развитии региональной инновационной системы. Именно они создают системные связи, помогающие распространять знания и инновации в рамках региональной экономики и вне ее [2].

Региональная инновационная система включает в себя инновационные кластеры, которые выступают в качестве системообразующих элементов и областей повышенной концентрации инновационной деятельности, или полюсов роста. Ведущую роль в мировой отраслевой структуре национально-региональной экономики играют региональные кластеры. На уровне региональных кластеров происходит интеграция науки, системы образования и регионального производства. Взаимодействие науки-бизнеса-власти осуществляется в целях:

- обеспечения маркетинговой, научной, инженерной, кадровой и инновационно-технологической предпроизводственной подготовки воспроизводственного цикла региональной экономики;
- территориальной локализации и концентрации производства в целях создания полных производственных цепочек и организации эффективных бизнес-процессов;
- послепроизводственного обеспечения конкурентоспособности продукции регионального кластера (брендинг, эффективная логистика, быстрый сбыт) [5].

Определим основные функции инновационной системы:

1. Генерация и воплощение научных достижений, новых знаний и технологий.
2. Установка новых стандартов качества товаров и услуг, стимулирующих диффузию инноваций и влияющих на качество жизни населения и качество производства.
3. Применение эффективных технологических процессов, высокотехнологичного оборудования.
4. Усиление синергетического взаимодействия между участниками РИС.
5. Повышение производительности труда, снижение себестоимости товаров и услуг.
6. Повышение и развитие профессиональных компетенций, воспитание высококвалифицированных работников.

Рассматривая базовую, обобщенную структуру РИС, часто выделяют следующие подсистемы:

- генерация знаний;

- распространение знаний;
- использование знаний и их трансфер в конечный продукт;
- поддержка знаний (финансово-экономическое, нормативно-правовое обеспечение);
- обеспечение диффузии инноваций;
- информационное обеспечение.

Предлагаемая модель региональной инновационной системы учитывает зарубежные подходы кластерно-отраслевой специализации, взаимодействие РИС с внешней средой, а также концепцию тройной спирали инноваций.

Региональная инновационная система может быть представлена подсистемами, которые формируют ее системные свойства.

Выделим следующие основные подсистемы РИС:

- генерация знаний, находящая отражение в показателях сферы НИОКР, включающая в себя инновационную инфраструктуру вузов;
- распространение и использование знаний напрямую связано с реализацией инновационного потенциала и взаимодействием участников РИС между собой.

В модели генерации инноваций в регионе вузы, наряду с академическими институтами, являются источником новых знаний и технологий. В этой связи представляется необходимым определить вузы как элемент РИС. Основная миссия вузов – содействие динамичному развитию научно-технологического комплекса региона и обеспечение его необходимыми человеческими ресурсами. Вузы – это источник непрерывной генерации знаний, чья инфраструктура позволяет коммерциализировать научные разработки, осуществлять трансфер технологий, и, соответственно, выступать эффективным экономическим агентом, получающим доход от своей интеллектуальной, научной деятельности. Инновационная инфраструктура вуза – это целый комплекс информационно-коммуникационных, материально-технических и культурологических факторов [1].

В развитии инновационной системы региона значительную роль могут играть малые инновационные компании, создаваемые на базе университетов. На базе вузов, их инновационной инфраструктуры, возможно добиться эффективного использования региональных факторных условий (технологических решений, инвестиций, кадров и предпринимательской способности) для формирования региональной инновационной системы.

Анализ связи региональной инновационной системы и инновационной инфраструктуры университетов позволяет рассматривать инновационную инфраструктуру университетов в качестве одного из важнейших инструментов развития и совершенствования РИС [12]. Слабые элементы и слабые взаимосвязи между элементами инновационной инфраструктуры университетов являются существенным ограничивающим фактором для раз-

вития РИС, для запуска тройной спирали инновационного развития региона.

Функционирование основных подсистем РИС возможно через взаимодействие с обеспечивающими подсистемами. Обеспечивающие подсистемы (обеспечивающие по отношению к РИС) становятся в определенной мере подсистемами РИС. Нами выделены следующие обеспечивающие подсистемы:

- кластерный потенциал региона. В настоящее время, затруднительно говорить об эффективности кластеров, поэтому на данном этапе останавливаемся на кластерном потенциале. Кластерный потенциал отражает производственную, промышленную структуру региона, его производственный потенциал и включает в себя целую совокупность взаимосвязей (между различными структурами, предприятиями и учреждениями). Потенциал рассматривается как совокупность имеющихся ресурсов и возможность их использования для достижения поставленных целей;

- включенность в мировую экономику позволяет определить место региона в глобальной конкуренции;

- социально-экономическое развитие позволяет учесть возможности успешного функционирования РИС.

В структуре РИС взаимодействуют различные участники инновационной деятельности. Основные участники РИС:

- бизнес-сектор: компании, фирмы, предприятия, финансовые организации. Также элементы инновационной инфраструктуры региона – промышленные парки, технопарки, иннополисы;

- государственный сектор: региональные министерства и ведомства, регулирующие органы, государственные предприятия;

- научно-исследовательский сектор – вузы, НИИ, исследовательские компании. Сюда же можно отнести организации инновационной инфраструктуры вузов и региона – бизнес-инкубаторы, офисы трансфера и коммерциализации технологий.

Таблица 5

Основные участники РИС в ключевых подсистемах*

Подсистема	Участники	Основная функция
Генерация знаний	НИИ, вузы, КБ, НПО	Научно-техническое, инновационное развитие и разработки, научное обеспечение функционирования РИС
Распространение и использование знаний	Малые инновационные компании Предприятия МСБ Технопарки, инкубаторы, центры трансфера технологий	Внедрение научно-технических, инновационных разработок и результатов исследований, прикладное обеспечение функционирования РИС
Кластерный потенциал	1) Компании ядра кластера; 2) компании из связанных видов экономической деятельности; 3) компании из обслуживающих видов экономической деятельности (экономическая инфраструктура)	Обеспечение конкурентоспособного развития РИС, внерегиональное позиционирование РИС (синергетический эффект)
Включенность в мировую экономику	Компании, занимающиеся экспортом/импортом Население	Конкурентоспособность на международном рынке и высокое качество жизни населения
Социально-экономическое развитие	Органы гос. власти Агентства регионального развития Патентно-информационные службы Кредитные организации, инвестиционные компании	Обеспечение функционирования (нормативно-правовая, финансовая база) элементов РИС

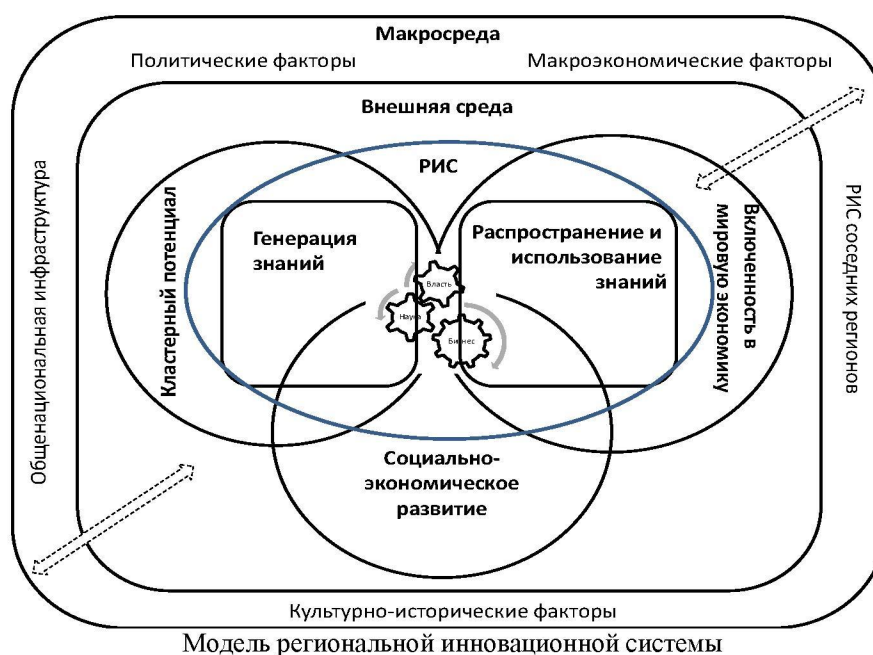
*Составлено автором.

Отнесение участника к какой-либо подсистеме РИС определяется в первую очередь функцией (табл. 4), которую он выполняет, его задачами и целями деятельности, поскольку организационные формы и названия организаций, выполняющих одну и ту же функцию, могут сильно различаться в каждом регионе. Так, региональный патентно-лицензионный центр, центр трансфера технологий, региональный центр экспертизы и прочие организации относятся по содержанию своей деятельности к подсистеме использования знаний.

Все эти подсистемы в рамках РИС формируются из отдельных элементов по функциональному признаку, выполняют различные функции, взаимосвязаны между собой и взаимодействуют.

Такая структурная модель РИС позволяет выявить наиболее существенные связи, внутренние взаимоотношения между элементами в подсистемах, подсистемами и элементами разных подсистем.

Эффективность функционирования РИС определяется не только наличием и степенью развитости этих структур, но и уровнем внутрисистемных отношений между отдельными элементами и подсистемами. Именно внутрисистемные отношения между элементами РИС придают ей экономическую целостность и обеспечивают конкурентоспособность за счет получения синергетических эффектов. Все элементы РИС находятся в состоянии сложно-динамических отношений.



Модель региональной инновационной системы

Структурная модель РИС (см. рисунок) представлена взаимодействующими между собой и с внешним окружением подсистемами, характеризующими условия и процесс генерации, диффузии и использования нового знания и технологий, а также обеспечивающими подсистемами. Взаимосвязь между подсистемами – это необходимое условие существования инновационной системы. В предлагаемой нами модели региональной инновационной системы представлена взаимосвязь подсистем РИС, компоненты макросреды, а также место элементов тройной спирали инноваций.

Система является социальной и динамичной, взаимодействие подсистем обеспечивает постоянную циркуляцию знаний и информации, финансовых потоков, сетевое взаимодействие и неформальное взаимодействие. РИС взаимодействует с факторами макросреды и внешней среды. На региональную инновационную систему оказывают влияние другие РИС, национальная инновационная система и другие международные факторы. Взаимодействие с внешней средой ускоряет циркуляцию потоков знаний внутри системы, что обеспечивает большую скорость появления инноваций. В предложенной модели региональная специализация представлена через кластерный потенциал, что обеспечивает диффузию новых знаний и технологий. Данная модель является универсальной, применимой к РИС любого региона.

Деятельность всех элементов РИС имеет своей основной задачей прогрессивное изменение социально-экономического развития региона, включая повышение уровня жизни, инновационный подход к научно-техническому развитию, и обеспечивает конкурентоспособное развитие региональной экономики.

Многообразие факторов, влияющих на создание РИС, формирует в каждом случае индивидуальную региональную инновационную систему. Состав и структура РИС зависят от отраслевой спе-

циализации региона, продуктивности деятельности хозяйствующих субъектов в регионе, уровня образовательного, научно-инновационного и институционального потенциала.

Данная структурная модель РИС может быть принята за основу для разработки методологического подхода к оценке РИС, ее компонентов, их взаимосвязей. Оценка РИС необходима для разработки организационно-экономического механизма управления развитием РИС.

Таким образом, анализ научных подходов к понятию «региональная инновационная система» позволил сформировать на основе комплексного подхода модель региональной инновационной системы как совокупности подсистем процесса генерации-трансфера-коммерциализации-диффузии новых знаний и технологий через связи тройной спирали инноваций, с учетом взаимодействия «с» и «между» обеспечивающими подсистемами кластерного потенциала региона, включенности региона в мировую экономику и социально-экономического развития региона.

Список литературы

1. Волков А.Т. и др. Инновационная инфраструктура вуза // под общ. ред. Д.С. Медовникова. М.: МАКС Пресс, 2011. 236 с.
2. Воротников А. Конкурентоспособность регионов и задачи региональных властей в области корпоративной политики // Всероссийский экономический журнал. 2001. №7. С. 37.
3. Горюнова Л.А. Управление инновационной системой региона. Инструменты и механизмы управления: монография. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. 2001. 216 с.
4. Гохберг Л.М. Национальная инновационная система России в условиях «новой экономики» // Вопросы экономики. 2003. № 3. С. 26–38.

5. Гуриева Л.К. Конкурентоспособность инновационно ориентированного региона. Дисс. ... докт. экон. наук: 08.00.05. М, 2007. С. 240.
6. Дынкин А.А. Место России в мировом технологическом пространстве. Национальная инновационная система // Матер. конф. Четвертого международного форума «Высокие технологии XIX века». М.: ВК ЗАО «Экспоцентр», 2003. С. 12–15.
7. Ицкович Г. Тройная спираль. Университеты-предприятия-государство. Инновации в действии. <http://courier-edu.ru/cour1112/0007.htm> (дата обращения: 29.04.15).
8. Мухамедьяров А.М., Диваева Э.А. Региональная инновационная система: развитие, функционирование, оценка, эффективность. Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. 188 с.
9. Рыхтик М.И. Национальная инновационная система США: история формирования, политическая практика, стратегия развития. Информационно-аналитические материалы. Нижний Новгород: Изд-во НГУ им. Н.И.Лобачевского НИУ, 2011. 23 с.
10. Смирнова Е.А. Теоретические подходы к определению сущности региональной инновационной системы // Экономика Крыма. 2012. № 4 (33). С.142–146.
11. Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р).
12. Суханова П.А. Формирование инновационной инфраструктуры университета как составной части региональной инновационной системы // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2012. №4. С. 53–57.
13. Федюлова Л.И., Паушта М.Т. Развитие национальной инновационной системы Украины // Экономика Украины. 2005. № 4 (521). С. 35–47.
14. Фоломьев А.Н. Прогресс российской экономической науки // Наука в России: современное состояние и стратегия возрождения. М.: Логос, 2004.
15. Файзуллоев М.К. Перспективы инновационно-технологического развития Республики Таджикистан // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2012. № 01.С. 57–65.
16. Agrawal A., Cockburn I., Galasso A., Oettl A. (2014). Why are some regions more innovative than others? The role of small firms in the presence of large labs // Journal of Urban Economics 81: 149–165. doi: 10.1016/j.jue.2014.03.003.
17. Bjorn T.A., Helen Lawton Smith, Christine Oughton. Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy Regional Studies. Volume 45. Issue 7. 2011. Special Issue. P. 875–891.
18. Cooke P. Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy //Oxford Journals, Social Sciences, Industrial and Corporate Change. Volume 10, Issue 4. P. 945–974. URL: <http://icc.oxfordjournals.org/content/10/4/945.full.pdf> (дата обращения: 01.06.15).
19. Cooke P., Uranga M. G., Etxebarria G. Regional innovation systems: Institutional and organizational dimensions // Research Policy. 1997. Vol. 26, Issues 4–5. P. 475–491, 478.
20. Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G. Regional systems of innovation: an evolutionary perspective // Environment and Planning. 1998. № 30. P. 63–84
21. *Competitive Regional Clusters*. National Policy Approaches OECD. 30 May 2007. P.296. URL: http://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/competitive-regional-clusters_9789264031838-en (дата обращения: 01.06.15).
22. Edquist C. Systems of innovation // The Oxford Handbook of Innovation. Oxford: Oxford University Press, 2005. P.181–208.
23. Koukoufikis G. 2014. The incorporation of EU's Innovation Policy in its Regions. Insights from BasseNormandie and Thessaly. Polytech' Tours, Université Francois-Rabelais, Tours, France. URL: https://www.academia.edu/8387357/The_incorporation_of_EUs_Innovation_policy_in_its_regions_Insights_from_Basse-Normandie_and_Thessaly (дата обращения: 01.06.15).
24. Lundvall, B-A. National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. Pinter, London, 1992. P. 2.
25. OECD innovation regions. Innovation policy. URL: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/oecdreviewsofregionalinnovationregionsandinnovationpolicy.htm> (дата обращения: 01.06.15).
26. OECD Urban rural and regional development. URL: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/urban-rural-and-regional-development/regions-and-innovation-policy/why-regions-matter-for-innovation-policy-today_9789264097803-5-en#page11 (дата обращения: 01.06.15).
27. Ontario Network in the Regional Innovation System. Ret. August 19, 2009. URL: <http://sites.utoronto.ca/onris/> (дата обращения: 01.06.15).
28. Regional Innovation Systems: A Critical Synthesis //United Nation University, Institute for New Technologies. UNU-INTECH. 2004. №17. P.39.
29. Schienstock G., Härmäläinen T. Transformation of the Finnish innovation system: A network Approach. Helsinki, Sitra, 2001. P.78.

Получено: 31.05.2015

References

1. Volkov A.T. *Innovazionnaia infrastruktura vuz* [Innovation structure of university]. Edit. by D.S. Medovnikov. Moscow, MAKS Press Publ., 2011. 236 p.
2. Vortnikov A. Konkurentosposobnost regionov i zadachi regionalnih vlastei v oblasti korporativnoi politiki [Regional competitiveness and issues of regional policy in corporate strategy]. *Vserossiiskii ekonomicheskii zhurnal* [Russian economic journal]. 2001, no. 7, pp. 94–97.

3. Gorunova L.A. *Upravlenie innovatsionnoy sistemoj regiona. Instrumenty i mehanizmy upravleniya: monographia* [The management of the regional innovation system. Instruments and mechanisms of the management: monograph]. St. Petersburg, SPbGUEF Publ., 2001. 216 p.
4. Gohberg L.M. Nazionalnaia innovatsionnaia sistema Rossii v usloviah "novoi ekonomiki" [National innovation system of Russia in "new economy"]. *Voprosi ekonomiki* [Economic issues]. 2003. no. 3. pp. 26–38.
5. Gurieva L.K. *Konkurentosposobnost innovatsionno orientirovannogo regiona*. Diss. kand. econ. nauk [The competitiveness of innovation-oriented region. Cand. econ. sci. diss.]. Moscow, 2007. 240 p.
6. Dinkin A.A. Mesto Rossii v mirovom tehnologicheskom prostranstve. Nazionalnaia innovatsionnaia sistema [The place of Russia in global technology space]. *Materiali konferentsii 4 mejdunarodnogo foruma "Visokie tehnologii 21 veka"* [Conf. materials of 4th international forum "High Tech of 21st century"]. Moscow, VK ZAO "Ekspozentr" Publ., 2003, pp. 12–15.
7. Izkoviz G. *Triynaya spiral. Universitety-predpriyatiya-gosudarstvo. Innovatsii v deystvii*. [The triple helix. Universities-enterprises-state. Innovation in action.]. Available at: <http://courier-edu.ru/cour1112/0007.htm/> (accessed 29.04.15).
8. Mukhamediarov A.M., Divarva E.A. *Regionalnaya innovatsionnaya sistema: razvitiye, funkcionirovaniye, ozenka, effektivnost* [Regional innovation system: development, functioning, evaluation, effectiveness.]. Ufa: AN RB, Gilem Publ., 2010, 188 p.
9. Richtik M.I. *Nazionalnaia innovatsionnaia sistema SChA: istoria formirovaniya, politicheskaya praktika, strategiya razvitiya*. Informatsionno-analiticheskie materialy [National innovation system of the USA: history, policy, strategy. Information-analytic materials]. Niz. Novgorod, NGU of N.I. Lobachevskii Publ., 2011, 23 p.
10. Smirnova E.A. Teoreticheskie podhody k opredeleniu suschnosti regionalnoy innovatsionnoy sistemy [Theoretical approach to the regional innovation system]. *Ekonomika Kryma* [Economy of Krym], 2012, no. 4 (33), pp. 142–146.
11. *Strategiya innovatsionnogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda* [Strategy of innovation development of Russian Federation till 2020]. Rasporiazhenie Pravitelstva RF 08.12.2011 № 2227-p.
12. Sukhanova P.A. Formirovaniye innovatsionnoy infrastruktury universiteta kak sostavnoy chaste regionalnoy innovatsionnoy sistemy [Buildup of innovative infrastructure of university as part of regional innovation system] // *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Ekonomika* [Perm University Herald. Economy], 2012, no. 4, pp. 53–57.
13. Fedulova L.I. Pashuta M.T. Razvitiye nazionalnoi innovatsionnoi sistemy Ukraini [The development of national innovation system of Ukrain]. *Ekonomika Ukraini* [Economy of Ukrain], 2005, no. 4 (521), pp. 35–47.
14. Folomiev A.N. *Progress rossiiskoi ekonomicheskoi nauki. Nauka v Rossii: sovremennoe sostoyanie i strategiya vozrozhdeniya* [Russian science' progress. Science in Russia: current status and strategy of revival]. Moscow, Logos Publ., 2004.
15. Faizulloev M.K. Perspektivi innovatsionno-technologicheskogo razvitiya Respubliki Tadjikistan [Perspectives of the technologically innovative development of Tadjikistan Republic]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya "Jekonomika"* [Herald of Moscow University. Economy], 2012, Vol. 6, no. 01, pp. 57–65.
16. Agrawal, A., Cockburn I., Galasso A., Oettl A. Why are some regions more innovative than others? The role of small firms in the presence of large labs. *Journal of Urban Economics* 81: 149–165. doi:10.1016/j.jue.2014.03.003.
17. Asheim B.T., Smith H.L., Oughton Ch. Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy. *Regional Studies*, 2011, Vol. 45, Issue 7, Special Issue: pp. 875–891.
18. Cooke P. Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Oxford Journals, Social Sciences, Industrial and Corporate Change*. 2001, Vol. 10, Issue 4, pp. 945-974. Available at: <http://icc.oxfordjournals.org/content/10/4/945.full.pdf> (accessed 01.06.15).
19. Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G. Regional innovation systems: Institutional and organizational dimensions. *Research Policy*, 1997, Vol. 26, Issues 4-5, pp. 475–491.
20. Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G. Regional systems of innovation: an evolutionary perspective. *Environment and Planning*, 1998, no. 30, pp. 63–84.
21. *Competitive Regional Clusters. National Policy Approaches OECD*. 30 May 2007. Available at: http://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/competitive-regional-clusters_9789264031838-en (accessed 01.06.15).
22. Edquist C. Systems of innovation. *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford, Oxford University Press, 2005, 656 s. pp.181–208.
23. Koukoufikis G. *The incorporation of EU's Innovation Policy in its Regions*. Insights from Basse Normandie and Thessaly. Polytech' Tours, University Francois-Rabelais, Tours, France, 2014. Available at: https://www.academia.edu/8387357/The_incorporation_of_EUs_Innovation_policy_in_its_regions_Insights_from_Basse-Normandie_and_Thessaly (accessed 01.06.15).
24. Lundvall B-A. *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London, Pinter Publ., 1992.
25. *OECD innovation regions. Innovation policy*. Available at: <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/oecdreviewsofregionalinnovationregionsandinnovationpolicy.htm> (accessed 01.06.15).
26. *OECD Urban rural and regional development*. Available at: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/urban-rural-and-regional-development/regions-and-innovation-policy/why-regions-matter-for-innovation-policy-today_9789264097803-5-en#page11 (accessed 01.06.15).

27. *Ontario Network in the Regional Innovation System*. Ret. August 19, 2009. Available at: <http://sites.utoronto.ca/onris/> (accessed 01.06.15).

28. *Regional Innovation Systems: A Critical Synthesis*. United Nation University, Institute for New Technologies. UNU-INTECH Publ., 2004-17.

29. Schienstock G., Härmäläinen, T. *Transformation of the Finnish innovation system: A network Approach*. Helsinki, Sitra Publ., 2001.

The date of the manuscript receipt:
31.05.2015

THE MODEL OF A REGIONAL INNOVATION SYSTEM: NATIONAL AND FOREIGN APPROACHES

Polina A. Sukhanova, Senior Lecturer

E-mail: Polina-suh@yandex.ru

Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

The article covers the theoretical and methodological approaches to the assessment of regional innovation systems. Under the difficult economic conditions, the key factor for the development of regional economy is that of the regional innovation system (RIS). Despite the great interest to regional innovation development, there is still a number of topical issues regarding the structure of RIS, the methodology for its evaluation and analysis, mechanisms and tools of its development. National and foreign approaches to studying regional innovation systems differ significantly. Foreign studies are cluster-oriented and take into account the macro-context, the interaction of RIS and the external environment. Methods in works by Russian specialists evaluate regional innovation systems through innovative potential, innovative activity. The author specifies common features of the approaches, as well as their differences. The necessity to take into account the concept of triple helix innovation as a releaser for RIS is emphasized. The article analyzes the proximity of the goals and objectives of RIS and clusters, the relation between RIS and innovation infrastructure of universities. The main participants of RIS, their functions and distribution in subsystems are identified. The author suggests his own approach to the structure of RIS, which implies that the cluster potential, involvement into the world economy and socio-economic development of the region, to some extent, can be regarded as subsystems of RIS, and thus form its complexity. The structural model is presented by subsystems, interacting between each other and with the external environment, that describe the conditions and the process of generation, diffusion and use of new knowledge and technologies. Based on the complex approach, the model of a regional innovation system is proposed as a set of subsystems that describe the process of generation-transfer-commercialization diffusion of new knowledge and technologies. The model takes into account relations in the triple helix of innovation and interaction with and between subsystems of the region's cluster potential, as well as involvement of the region into the world economy and socio-economic development of the region. The interaction between subsystems is a necessary condition for the existence of an innovation system. The interaction with the environment speeds up the circulation of knowledge flows within the system, which provides higher speed of innovations. In the proposed model regional specialization is represented through the cluster potential, which ensures the diffusion of new knowledge and technologies. The author's model of RIS can be taken as a basis for the development of a methodological approach to the assessment of RIS, its components and interactions. Evaluation of RIS is necessary to determine the organizational-economic mechanism for managing its development.

Keywords: regional innovation system (RIS), regional economic cluster, cluster-oriented approach, cluster potential, integrated approach, knowledge generation, dissemination and use of knowledge, triple helix of innovation concept, supporting subsystem.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Суханова П.А. Модель региональной инновационной системы: отечественные и зарубежные подходы к изучению региональных инновационных систем // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 92–102.

Please cite this article in English as:

Sukhanova P.A. The model of a regional innovation system: national and foreign approaches // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 92–102.

УДК 331.526
ББК 65.240

ЭЛАСТИЧНОСТЬ ЗАНЯТОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКАХ ТРУДА В РОССИИ*

М.А. Гильтман, канд. экон. наук, доцент

Электронный адрес: giltman@rambler.ru

Тюменский государственный университет, 625002, Тюмень, ул. Семакова, 10

А.А. Вотякова, магистрант направления «Экономика»

Электронный адрес: a.a.votyakova@gmail.com

Тюменский государственный университет, 625002, Тюмень, ул. Семакова, 10

Эластичность занятости по выпуску считается одним из главных индикаторов гибкости рынка труда. Для России этот показатель оставался относительно низким, что отличало российский рынок труда от переходных экономик других стран Центральной и Восточной Европы. Мотивацией к написанию данной статьи стала существенная разница в экономическом развитии российских регионов и предположение о том, что это может отражаться на функционировании регионального рынка труда. Теоретической основой послужила модель равновесия на локальных рынках труда Rosen-Roback (1979, 1982), дополненная Moretti (2010, 2011), в которой, в частности, объясняются причины большей гибкости локальных рынков труда по сравнению с национальным. Отталкиваясь от того факта, что данные о функционировании российских рынков труда по городам не всегда доступны, а также принимая во внимание скорее региональную, чем локальную организацию российской экономики, мы применили положения этой модели к региональным российским данным. При проведении исследования тестировалось две гипотезы: динамика занятости в регионе зависит от уровня развития региональной экономики и ее структуры; эластичность занятости, измеренная по валовому региональному продукту (ВРП), в субъектах РФ выше среднероссийских значений, иными словами, региональные рынки труда отличаются большей гибкостью. Исследование включало два этапа. На первом этапе использовался метод аналитической группировки на основе медианных значений показателей, на втором была построена и оценена эконометрическая модель, измеряющая влияние отдельных факторов на занятость в регионах. Оценивание проводилось на основе данных Росстата, эконометрический анализ включал в себя панельные региональные данные за 2006–2012 гг. Результаты позволили принять сформулированные гипотезы. Помимо этого было выявлено, что изменения в структуре региональной занятости оказывали на динамику численности занятых в регионах большее влияние, чем изменения ВРП и заработной платы.

Ключевые слова: занятость, эластичность, региональные рынки труда.

Различия в экономическом развитии российских регионов позволяют предполагать существование определенных особенностей в функционировании региональных рынков труда. Одним из самых главных индикаторов состояния территориального рынка труда является занятость, а гибкость рынка труда, его способность приспосабливаться к внешним экономическим шокам измеряют с помощью эластичности занятости (Гильтман, 2014) [3; 24]. Для российской модели рынка труда характерна низкая эластичность занятости как относительно выпуска продукции (Капелюшников, 2009) [10], так и относительно заработной платы (Svejnar, 1999) [29]. Причем данная ситуация не является типичной для стран, переживших переходный период. Так, Basu (1995 и 1997), Grosfeld и Nivet (1997), Köllö (1997), Korosi (1997), Singer (1996), Brauer (1995), Commander и Dhar (1998) оценили коэффициенты эластичности занятости по выпуску в большинстве стран Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ) в диапазоне 0,3–0,9, тогда как в России

этот показатель во всех исследованиях оказался статистически незначимым – около 0 [29]. Р.И. Капелюшников (2009) объясняет такую феноменальную стабильность занятости и ее слабую чувствительность к динамике ВВП специфическими чертами российской модели рынка труда – гибкой занятостью и гибкой заработной платой, которые поддерживаются слабым инфорсментом трудового законодательства [10]. При этом анализ, проведенный фактически с начала перехода к рынку и по 2011 г., позволил Р.И. Капелюшникову говорить об устойчивости основных характеристик российской модели рынка труда, что объясняется в основном ее институциональными особенностями (Kapeliushnikov, Kuznetsov, Kuznetsova, 2011) [22], (Капелюшников, Ощепков, 2014) [9].

Как показывают результаты ряда эмпирических исследований, выполненных на российских данных с учетом региональной составляющей, воздействие институтов на рынки труда в регионах зачастую довольно сильно варьируется (Гимпель-

* Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №14-32-01019.

сон и Зудина, 2014) [1], Лукьянова (2011) [12], Кобзарь (2009) [11], Капелюк (2014) [8], Commander, Nikoloski, Plekhanov (2013) [20], Гимпельсон, Жихарева, Капелюшников (2015) [4], Ощепков (2011, 2013) [15; 16], Мироненко (2010) [14], Muravyev, Oshchepkov (2013) [27]), что отражается на заработной плате в регионах (Berger, Blomquist, Sabirianova Peter (2003) [17], Bignebat (2003) [18], Bignebat (2005) [19], Лукьянова, Ощепков (2007) [13]). С другой стороны, Лукьянова и Ощепков (2007) пришли к выводу о различиях и в самом функционировании региональных рынков труда в России [13]. Учитывая, что рынок труда по своей природе вторичен по отношению к рынку товаров и услуг, а по оценкам некоторых ученых разница в экономическом развитии российских регионов более существенна, чем в большинстве не только развитых, но и развивающихся стран (Oshchepkov A.Y., Kholodilin K., Siliverstovs B. (2009) [28], Guriev и Vakulenko (2012) [21], Lehmann и Silvagni (2013) [23]), можно предположить, что основная функциональная особенность российского рынка труда – низкая эластичность занятости по выпуску – может проявляться в регионах по-разному. По существу, это означает, что российская модель рынка труда, сохраняя свои основные характерные черты, приобретает на региональных рынках труда специфические особенности.

Теоретически последнее предположение может быть основано на модели равновесия на локальных рынках труда Rosen-Roback (1979, 1982), согласно которой внутри страны труд в гораздо большей степени более мобилен, чем между странами, что делает предложение труда на рынках труда отдельных территорий абсолютно эластичным [26, с. 1254–1255]. Изначально в модели равновесия на локальных рынках труда предполагалось, что работники при выборе территорий для трудоустройства ориентируются на номинальную и реальную заработную плату, а также эффективность локальной (в нашем случае – региональной) экономики и выбор отдельного индивидуума шире при его более высокой квалификации. Формально самый простой вариант модели косвенной функции полезности i -го индивидуума в городе c представлен следующим образом:

$$U_{ic} = w_c - r_c + A_c + e_{ic}, \quad (1)$$

где w_c – номинальная заработная плата в городе c ,

r_c – расходы на жилье в городе c ,

A_c – преимущества города c ,

e_{ic} – индивидуальные предпочтения индивида

(работника) относительно проживания в городе c .

Как следует из модели, работник будет принимать решение относительно выбора территориального рынка труда исходя из экономических факторов, преимуществ данной территории для проживания и своего субъективного отношения к проживанию на данной территории. E. Moretti (2010, 2011) дополнил эту модель тем, что индивидуальные предпочтения относительно места проживания и возможность пользоваться преимущест-

вами конкретной территории снижают эластичность труда между местными рынками, но высокая мобильность рабочей силы между отдельными территориями страны все-таки остается одной из ключевых предпосылок этой модели [25; 26]. В целом согласно модели E. Moretti работники тяготеют к территориям с наибольшей производительностью, поскольку это приводит к увеличению спроса на труд со стороны фирм, они повышают заработную плату, что привлекает новых работников из других территорий страны, в результате занятость на данной территории растет. В модели подчеркивается (и подтверждается рядом эмпирических исследований), что более квалифицированные работники более склонны к трудовой миграции, что приводит к еще большему росту производительности на территориях, уже имевших такое преимущество.

Помимо этого, E. Moretti [25; 26] анализирует ряд эмпирических исследований и теоретически обосновывает причины, по которым производительность отличается между отдельными территориями страны. В частности, он выделяет три группы причин:

– производимый продукт может продаваться как внутри страны, так и экспортироваться, т.е. он не привязан к той территории, где находится фирма (исходная предпосылка модели Rosen-Roback (1979, 1982) [26, с. 1255], это означает, что цены на производимые товары и заработная плата не зависят от доходов потребителей данной конкретной территории [26, с. 1262];

– кластеризация, основанная на том, что фирмы одной отрасли концентрируются на определенной территории из-за отраслевой специфики и внешних эффектов [26, с. 1282–1284];

– сильные или слабые рынки труда отдельных территорий (thick/thin labor markets). Если рынок труда данной территории «сильный» (thick), то это создает ряд преимуществ для фирм и работников. Фирмам легче найти квалифицированных работников для определенной отрасли (чем более специализированная рабочая сила требуется, тем больше преимуществ для фирм и работников). У работников повышается вероятность найти рабочее место, соответствующее индивидуальным навыкам и предпочтениям и меньше риск безработицы даже в период спада. Концентрация работников на «сильных» рынках труда повышает отдачу на человеческий капитал также и в фирмах, оказывающих услуги (non-tradable goods), что стимулирует еще большие инвестиции в человеческий капитал на территориях с сильными рынками труда. В результате повышается производительность труда, заработная плата и занятость, и различия между «сильными» и «слабыми» рынками труда сохраняются [26, с. 1287–1295]. Таким образом, занятость на территориальных рынках труда зависит от уровня экономического развития и структуры экономики территории.

Как минимум в двух работах, выполненных на российских данных, модель равновесия на локальных рынках труда находит свое подтверждение. В частности, устойчивость различий в квали-

фикации работников между регионами России отмечается в работе известного российского специалиста по региональной экономике Зубаревич (2012) [7]. Согласно разработанной ею политико-географической типологии можно выделить «четыре России», при этом наиболее образованное, молодое и мобильное население проживает в «первой России», объединяющей жителей крупных и крупнейших городов. Именно в крупных и крупнейших городах, согласно данным Зубаревич характеристикам, функционируют «сильные» рынки труда. Рынки труда остальной части России в целом можно описать как «слабые» с точки зрения квалификации работников, возможностей трудоустройства и уровня заработной платы. Оценки Лукьяновой и Ощепкова (2007) усиливают выводы о формировании различных по своим качественным характеристикам региональных рынков труда за счет концентрации на определенных территориях не только разных работников, но и работодателей с разной производительностью и разными возможностями оплаты наемного труда [13]. Таким образом, для региональных рынков труда России характерна концентрация качественно различных работников и работодателей, что, вероятно, оказывает влияние на функционирование этих рынков.

Соединяя все описанные выше концепции и результаты исследований, можно сформулировать следующие гипотезы:

– динамика занятости в регионе зависит от уровня развития региональной экономики и ее структуры;

– эластичность занятости, измеренная по валовому региональному продукту (ВРП), в субъектах РФ выше среднероссийских значений, иными словами, региональные рынки труда отличаются большей гибкостью.

Проведенное исследование включало в себя два этапа: изучение описательной статистики,

характеризующей функционирование региональных рынков труда, и моделирование занятости в субъектах РФ (построение эконометрической модели). Сначала на основе данных Росстата были построены динамические ряды за 1995–2012 гг., показывающие прирост показателей ВРП и занятости относительно предыдущего года. Нестандартная ситуация наблюдалась преимущественно в регионах Северо-Кавказского федерального округа.

Далее по формуле (2) [2; 5] были определены значения эластичности занятости по ВРП (в текущих и постоянных ценах). Анализ полученных значений показал, что в большинстве регионов эластичность в период «до подъема» была отрицательной, в период «подъема» ряд регионов сохранили отрицательные значения, а период «кризиса и восстановления» регионы переживали по-разному. Кроме того, значения эластичности во многих случаях были выше 0 (рис. 1, 2) и в некоторых случаях колебались в пределах от 0,5 до 0,4, что выше общероссийских показателей, как правило, не превышавших за этот же период 0,1 (расчеты авторов по той же формуле). Период с 1995 по 2011 гг. так же, как это принято в современной литературе, мы разделили на подпериоды: до подъема российской экономики – 1995–1998 гг., подъем – 1999–2008 гг., кризис (2008–2009 гг.) и последующее восстановление – 2008–2012 гг. В целом в исследованиях западных коллег и Р.И. Капелюшниковой [10] эластичность занятости по выпуску была выше в период кризиса и ниже на стадии подъема, как в странах ЦВЕ, так и в России, хотя в России колебания были значительно мягче. Следовательно, мы можем ожидать менее высоких значений эластичности занятости во ВРП в период 1999–2008 гг. и чуть более высоких в остальные периоды:

$$\mathcal{E}_z = \frac{\Delta \text{Численность занятых (\%)}}{\Delta \text{ВРП (\%)}} \quad (2)$$

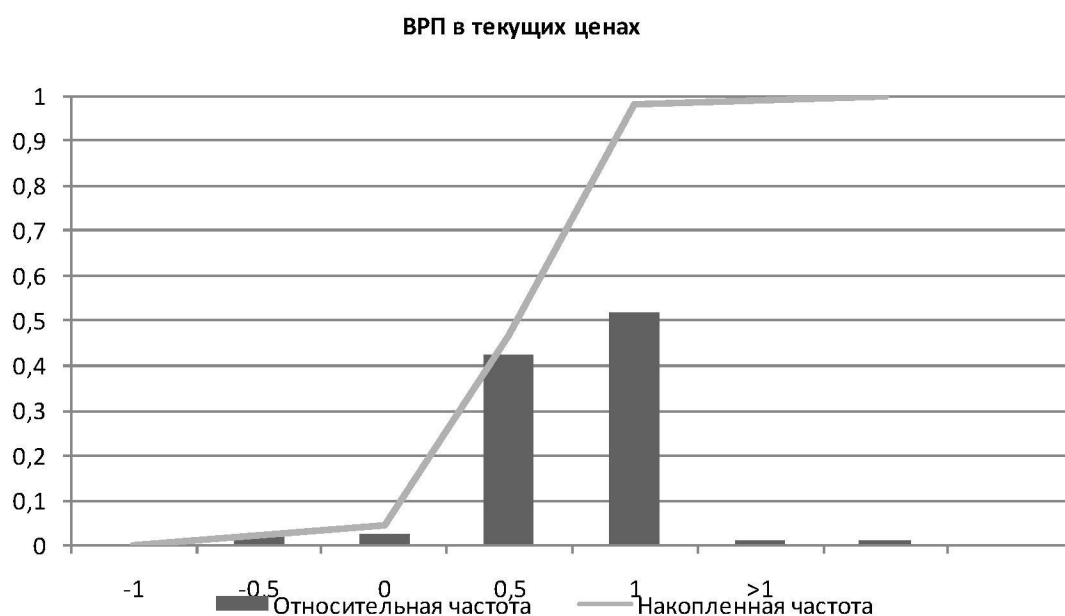


Рис. 1. Значения эластичности занятости в субъектах РФ в 1996–2012 гг. по ВРП в текущих ценах



Рис. 1. Значения эластичности занятости в субъектах РФ в 1996–2012 гг. по ВРП в текущих ценах

Прежде чем строить эконометрическую модель и оценивать влияние факторов, попробуем внимательно изучить описательную статистику. Работа с описательной статистикой позволяет провести предварительный анализ, уловить общие закономерности. В настоящем исследовании было необходимо понять, есть ли какая-то закономерность в распределении значений эластичности между регионами и периодами, потому что при отсутствии таковой смысл построения эконометрической модели утрачивается. Для работы с описательной статистикой и анализа полученного массива значений эластичности занятости был применен метод

аналитической группировки. Преимущества данного метода для работы с большими массивами данных заключается в том, что группировка не только позволяет упорядочить данные, но выделить общие признаки уже на стадии объединения в группы, т.е. провести предварительный анализ. В качестве группировочного признака были выбраны значения эластичности, и по описанным выше периодам были определены их медианные значения по каждому региону. На основе группировки медианных значений эластичности удалось выделить пять основных групп регионов.

Таблица 1

Группы регионов в зависимости от показателей эластичности занятости по ВРП

Показатель	Эластичность (медианные значения)		
	1996–1998 гг.	1999–2008 гг.	2009–2012 гг.
<i>ВРП в текущих ценах, Занятость – БТР</i>			
РФ	-0,11	0,03	0,01
Субъекты РФ (все)	-0,09	0,02	0,00
1 группа	0,02	0,05	0,07
2 группа	-0,22	0,00	-0,07
3 группа	-0,08	0,06	-0,01
4 группа	-0,13	0,01	0,00
5 группа	-0,02	0,02	-0,01
<i>ВРП в постоянных ценах (1995), Занятость – БТР</i>			
РФ	-0,04	0,06	0,02
Субъекты РФ (все)	0,08	0,03	0,01
1 группа	0,03	0,09	0,09
2 группа	0,08	0,01	-0,08
3 группа	0,10	0,09	-0,01
4 группа	0,06	0,01	0,00
5 группа	0,02	0,03	0,02
<i>ВРП в постоянных ценах (1995), Занятость – ОНПЗ*</i>			
РФ (среднее)	н/д	0,16	0,07
Субъекты РФ (все)	н/д	0,09	0,08
1 группа	н/д	0,37	0,14
2 группа	н/д	-0,12	-0,02
3 группа	н/д	0,00	0,14
4 группа	н/д	0,10	0,07
5 группа	н/д	0,09	0,11

*Средний период – 2007–2008 гг.

Как показывают данные табл. 1, различия в группах были следующие:

- первая группа: эластичность занятости по ВРП преимущественно больше нуля на протяжении двух и более периодов;
- вторая группа: значения эластичности преимущественно меньше нуля на протяжении двух и более периодов;
- третья группа: эластичность преимущественно больше нуля в 1999–2008 гг., меньше нуля в 1996–1998 гг. и близка нулю в 2009–2012 гг.;
- четвертая группа: эластичность преимущественно меньше нуля в 1996–1998 гг. и близка к нулю в остальные периоды (более трети субъектов РФ);
- пятая группа: значения эластичности незначительны на протяжении всех периодов.

Как видно из распределения значений эластичности по группам регионов, ни в одной из групп показатели не вели себя ожидаемым образом, что, с нашей точки зрения, могло объясняться именно более высокой мобильностью и индивидуальными предпочтениями работников относительно места проживания. Очевидно это на примере отрицательной миграции из северных регионов, несмотря на рост ВРП и, соответственно, заработной платы. Ряд регионов, напротив, был привлекателен за счет более высокой заработной платы при условии приемлемых условий жизни. Все эти различия отразились на значениях эластичности занятости по ВРП. Более конкретно распределение субъектов РФ по группам выглядит следующим образом. *Первая группа:* Московская область, г. Москва, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Бурятия, Иркутская область, Новосибирская область, Томская область, Хабаровский край; *вторая группа:* Костромская область, Тверская область, Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская область, Вологодская область, Мурманская область, Пермский край, Кировская область, Курганская область, Республика Алтай, Магаданская область, Чукотский автономный округ; *третья группа:* Калининградская область, Краснодарский край, Астраханская область, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Ставропольский край, Забайкальский край, Тюменская область, Еврейская автономная область; *четвертая группа:* Белгородская область, Владимирская область, Воронежская область, Калужская область, Липецкая область, Орловская область, Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тульская область, Ярославская область, Новгородская область, Псковская область, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Волгоградская область, Ростовская область, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Нижегородская область, Оренбургская область, Самарская область, Саратовская область, Ульяновская область, Свердловская область, Республика Тыва, Красноярский край, Республика Саха (Якутия), Приморский край, Амурская область, Сахалинская область; *пятая группа:* Брянская область, Ивановская область, Курская область, Ленинградская область, г. Санкт-

Петербург, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Пензенская область, Челябинская область, Республика Хакасия, Алтайский край, Кемеровская область, Омская область, Камчатский край.

Для объяснения полученных результатов были выделены факторы, которые, с нашей точки зрения, были способны повлиять на различия в реакции занятости на изменение ВРП, и определены их медианные значения по группам регионов по выделенным периодам. Перечень факторов был сформирован на основе изучения литературы по региональным рынкам труда и включает в себя различные характеристики функционирования рынка труда, такие как неформальная занятость, заработная плата, коэффициент замещения рабочей силы (показывает социально-профессиональную мобильность работников), миграционный прирост (как характеристику территориальной мобильности населения, включая экономически активное население), среднюю продолжительность поиска работы и уровень безработицы (как показатели напряженности регионального рынка труда), количество отработанных человеко-часов (показывают интенсивность работы), ожидаемую продолжительность жизни (как фактор, отражающий привлекательность региона для проживания работника).

Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы относительно выделенных по значениям эластичности групп регионов. В первой группе наблюдались наиболее высокие показатели миграционного прироста, номинальной заработной платы и ее роста, количества отработанных человеко-часов и значения коэффициента замещения рабочей силы. Вторая группа характеризовалась максимальными значениями миграционной убыли населения, самыми низкими значениями медианных показателей ожидаемой продолжительности жизни, наиболее высокой средней заработной платой (номинальная и в ценах 1995 г.), максимальным ростом реальной заработной платы, минимальным количеством отработанных человеко-часов (с тенденцией к снижению), средней продолжительности поиска работы и доли сельского хозяйства в отраслевой структуре валовой добавленной стоимости, при максимальной доле добычи полезных ископаемых. В третьей группе динамика многих показателей (как и эластичность занятости) была разнонаправленной, при этом наблюдался высокий темп роста реальной и номинальной заработной платы, максимально высокие доли сельского хозяйства и бюджетных секторов экономики в отраслевой структуре валовой добавленной стоимости (последняя демонстрировала также максимально высокий рост), минимальная – доля обрабатывающих производств, наиболее высокая доля неформальной занятости, максимальное отношение безвозмездных перечислений в бюджеты субъектов РФ к доходам региональных бюджетов и уровень общей безработицы. В четвертой и пятой группах большинство показателей было достаточно стабильным, особенно в пятой группе, за исключением тенденции к увеличению миграционной убыли населения;

минимальный из всех групп регионов рост реальной заработной платы за все рассматриваемые периоды, высокий показатель количества отработанных человеко-часов.

Для количественной оценки факторов, влияющих на динамику занятости в субъектах РФ, была построена и оценена эконометрическая модель с фиксированными эффектами, учитывающими специфические устойчивые региональные особенности, с добавлением лагов. Решение о добавлении лагов было принято на основе изучения эмпирических исследований эластичности занятости в странах ЦВЕ [29, с. 2817], которые в основном проводились на панельных данных за два года на уровне фирм с помощью авторегрессионной модели распределенных лагов. Общая спецификация модели приведена в уравнении (3) [29, с. 2817]:

$$\log L_t = \alpha_0 + \alpha_1 \log(W)_t + \alpha_2 \log(W)_{t-1} + \alpha_3 \log Q_t + \alpha_4 \log Q_{t-1} + \alpha_5 \log X_t + \alpha_6 \log X_{t-1} + \alpha_7 \log L_{t-1} \quad (3)$$

где L – количество работников,

W – заработная плата (в постоянных ценах),

Q – выпуск продукции (в постоянных ценах),

X – прочие факторы, способные оказывать влияние на занятость,

t – период времени.

По результатам оценок в странах ЦВЕ из прочих факторов значимыми оказались форма собственности и возраст фирмы (наибольшая эластичность занятости была в приватизированных компаниях Vasu (1995, 1997), Grosfeld and Nivet (1997)). Поскольку мы проводили исследование на агрегированных региональных данных, то несколько изменили спецификацию модели, включив в нее пе-

ременные, описывающие структуру региональной экономики, в частности долю занятых в обрабатывающей промышленности и сельском хозяйстве, что вполне соотносится с факторами, влияющими на занятость в модели равновесия на локальных рынках E. Moretti [25; 26]. Также пришлось отказаться от авторегрессии в связи с невыполнением ряда формальных тестов, в частности теста на адекватную спецификацию модели. Учитывая, что в большинстве случаев для изучения региональной специфики рынка труда применяются модели с фиксированными эффектами (например, Гимпельсон и Зудина (2014) [1], Кобзарь (2009) [11], Капелюк (2014) [8], Muravyev, Oshchepkov (2013) [27], Гимпельсон, Жихарева, Капелюшников (2014) [6] и др.), мы также использовали этот вид модели. При моделировании было учтено, что изменение факторов, в частности ВРП, отраслевой структуры занятости и др., влияет на численность занятых в регионе не сразу, а с определенным запаздыванием, поэтому в модель были добавлены лаги независимых переменных.

В качестве зависимой переменной была выбрана численность занятых (логарифм) по балансу трудовых ресурсов (сборник Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели»), независимыми переменными стали ВРП в ценах 2006 г. (логарифм), заработная плата в ценах 2006 г. (логарифм), структурные составляющие с лагами в 5 лет. Количество лагов определялось на основании формальных критериев Акаике и Шварца, а также теста на нормальное распределение остатков. В итоге уравнение было оценено на панельных данных за 2006–2012 гг. для 79 субъектов РФ, исключая автономные округа и Чеченскую республику. Оценивание проводилось с помощью эконометрического пакета *Gretl*, результаты оценивания приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценивания влияния факторов на численность занятых в субъектах РФ в 2006–2012 гг.

Переменная	Коэффициент (ст. ошибка)	Переменная	Коэффициент (ст. ошибка)
const	6,04 (0,86)***	Доля занятых в обраб. пром-ти (%)t	-0,005 (0,004)
ВРП (log)t	0,05 (0,02)*	Доля занятых в обраб. пром-ти (%)t-1	-0,0005 (0,004)
ВРП (log)t-1	0,01 (0,03)	Доля занятых в обраб. пром-ти (%)t-2	0,0009 (0,003)
ВРП (log)t-2	0,01 (0,03)	Доля занятых в обраб. пром-ти (%)t-3	0,001 (0,002)
ВРП (log)t-3	-0,02 (0,02)	Доля занятых в обраб. пром-ти (%)t-4	-0,001 (0,003)
ВРП (log)t-4	-0,01 (0,02)	Доля занятых в обраб. пром-ти (%)t-5	-0,0004 (0,003)
ВРП (log)t-5	0,03 (0,01)*	Доля занятых в с/х (%)t	-0,005 (0,004)
Заработная плата (log)t	-0,03 (0,05)	Доля занятых в с/х (%)t-1	0,008 (0,003)**
Заработная плата (log)t-1	-0,02 (0,08)	Доля занятых в с/х (%)t-2	0,005 (0,004)
Заработная плата (log)t-2	-0,01 (0,06)	Доля занятых в с/х (%)t-3	0,003 (0,002)
Заработная плата (log)t-3	0,04 (0,04)	Доля занятых в с/х (%)t-4	0,004 (0,003)
Количество наблюдений 158			
Стандартная ошибка регрессии 0,009			
R2(within) 0,292			
*** однопроцентный уровень значимости, ** пятипроцентный уровень значимости, * десятипроцентный уровень значимости			

Увеличение ВРП на 1% увеличивает занятость в регионе в том же периоде на 0,05%. Эластичность эта невелика, однако показатель значим на десятипроцентном уровне значимости. При этом долгосрочный эффект проявляется с лагом в 5 лет и составляет 0,08%. Из других оцененных перемен-

ных значимой оказалась только доля занятых в сельском хозяйстве с лагом в один год. Коэффициент при данной переменной показывает, что увеличение этого показателя в регионе на 1% приводит к росту занятости в следующем периоде на 0,8%. Полученные результаты говорят о том, что в регио-

нах с более высокими темпами прироста ВРП и бóльшим удельным весом занятых в сельском хозяйстве эластичность занятости в 2006–2012 гг. была выше. Несмотря на не очень высокие региональные значения эластичности занятости, результаты нашего исследования показывают, что в ряде регионов значения эластичности занятости по ВРП были несколько выше, чем в среднем по РФ, что позволяет принять сформулированные гипотезы. Помимо этого, можно сделать следующие выводы:

- эластичность занятости по ВРП в субъектах РФ в период 1995–2012 гг. была невысока, но в ряде случаев значения этого показателя были выше, чем в РФ в целом;

- как правило, более высокая эластичность занятости наблюдалась в регионах в период «подъема» 1999–2008 гг.;

- наиболее высокие показатели эластичности занятости были в регионах с более высокой миграционной активностью населения и высокими темпами роста номинальной заработной платы; наименее эластичной занятость была преимущественно в добывающих регионах с наиболее высокой реальной заработной платой;

- оценки влияния ВРП на численность занятых в регионах в 2006–2012 гг. оказались статистически значимыми, хотя показатели были невысоки и действовали с запаздыванием (лагами);

- изменения в структуре региональной занятости, а именно динамика доли занятых в сельском хозяйстве, оказывали на динамику численности занятых в регионах большее влияние, чем изменения ВРП и заработной платы. Это означает, что наиболее сильное влияние на численность занятых, вероятно, оказывают факторы отраслевого спроса на труд.

Таким образом, рынок труда России очень сложно характеризовать без учета региональной специфики. Разные значения эластичности занятости по ВРП в регионах в целом соответствуют модели равновесия на локальных рынках труда (Rosen-Roback (1979, 1982) [26] и Moretti (2010, 2011) [25; 26]), а именно объяснениям о том, что более высокая производительность региональной экономики (измеренная по ВРП) и более высокая заработная плата привлекательна для работников, но разные природно-климатические условия, доступ к медицинским, образовательным услугам в регионах приводят к тому, что заработная плата не во всех регионах является определяющим фактором для выбора места работы и проживания. С точки зрения спроса на труд, изменения в занятости численно не очень сильно зависят от производительности региональной экономики и происходят с определенными лагами, что в целом согласуется с моделью российского рынка труда Р. Капелюшника (2009) [10]. При этом наибольшее влияние на изменение численности занятости в регионе оказывает изменение отраслевой структуры занятости, что, с нашей точки зрения, объясняется изменениями отраслевого спроса на труд. Поскольку регионы имеют, как правило, выраженную отраслевую специфику, то вполне логично, что фактор отраслевой

структуры региональной экономики вносит наибольший вклад в изменение занятости. Следовательно, можно говорить о том, что разные значения эластичности занятости в российских регионах на разных этапах экономического развития говорят о разнице в функционировании региональных рынков труда, что объясняется разными индивидуальными предпочтениями работников, с одной стороны и экономическими особенностями регионов – с другой.

Список литературы

1. *В тени регулирования: неформальность на российском рынке труда/под ред. В.Е. Гимпельсона, Р.И. Капелюшника.* М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. 535 с.
2. *Варшавская Е.Я.* Гибкость занятости в России: макроэкономический аспект // Известия Томского политехнического университета. 2008. Т. 313, вып. № 6. С. 57–60.
3. *Гильтман М.А.* Спрос и предложение труда в регионах России: регрессионный анализ // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования, 2015. Т. 1, № 1 (1). С. 166–175.
4. *Гильтман М.А., Вотякова А.А.* Особенности региональных рынков труда в России: обзор эмпирических исследований // Социально-экономические проблемы современной российской экономики. Ч. 3/под ред. Н.А. Адамова. М.: Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2014. С. 48–64.
5. *Гильтман М.А., Вотякова А.А.* Эластичность занятости в регионах России: статистический анализ // Проблемы современной экономики. 2014. №3. С. 245–247.
6. *Гимпельсон В.Е., Жихарева О.Б., Капелюшников Р.И.* Движение рабочих мест: что говорит российская статистика: препринт WP3/2014/02. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. 46 с.
7. *Зубаревич Н. В.* Современная Россия: география с арифметикой // Отечественные записки. 2012. Т. 46 (1). С. 55–64.
8. *Капелюк С.Д.* Региональная минимальная заработная плата в России: эконометрический анализ // Вестник НГУЭУ. 2014. № 1. С. 157–169.
9. *Капелюшников Р., Ощепков А.* Российский рынок труда: парадоксы посткризисного развития // Вопросы экономики. 2014. №7. С. 66–92.
10. *Капелюшников Р.И.* Конец российской модели рынка труда?: препринт WP3/2009/06. М.: Изд. дом Государственного университета – Высшей школы экономики, 2009. 80 с.
11. *Кобзарь Е.Н.* Минимальная заработная плата и региональные рынки труда в России: препринт WP15/2009/06. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2011. 60 с.
12. *Лукьянова А. Л.* Дифференциация заработных плат в России (1991–2008 гг.): факты и объяснения // Журнал новой экономической ассоциации. 2011. № 12. С. 124–148.

13. Лукьянова А. Л., Ощепков А. Ю. Функционирование региональных рынков труда: заработная плата и безработица // Социальная политика: реалии XXI века. Вып. 3. М.: Независимый институт социальной политики, 2007. С. 32–71.
14. Мироненко О. Н. Законодательство о защите занятости и подстройка спроса на труд: эмпирический анализ: Препринт WP15/2010/01 / Гос. ун-т Высшая школа экономики. М.: Изд. дом Гос. ун-та – Высшей школы экономики, 2010. 72 с.
15. Ощепков А.Ю. Влияние минимальной заработной платы на неформальную занятость [Электронный ресурс]: препринт WP3/2013/07 / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». Электрон. текст дан. (200 КБ). М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013. 49 с.
16. Ощепков А.Ю. Отдача от высшего образования в российских регионах // Экономический журнал ВШЭ. 2010. Т. 14, № 4. С. 468–491.
17. Berger M., Blomquist G. and K. Sabiriana Peter. Compensating Differentials in Emerging Labour and Housing Market: Estimates of Quality of Life in Russian Cities // William Davidson Institute Working Paper. 2003. No. 620, October. 59 p.
18. Bignebat C. Spatial dispersion of wages in Russia: Unequal rewards to human capital in transition // TEAM, University of Paris1&CNRS. 2003. September. 27 p.
19. Bignebat C. Why are wages still so high in Siberia? // TEAM, University of Paris1 & CNRS. 2005. February.
20. Commander S., Nikoloski Z., Plekhanov A. Employment Concentration and Resource Allocation: One-Company Towns in Russia // IZA Discussion Paper. 2011. No.6034. 32 p.
21. Guriev S., Vakulenko E. Convergence among Russian regions, 2012. 82 p. URL: http://www.iza.org/conference_files/LMA2012/vakulenko_e8249.pdf (дата обращения: 29.09.2015).
22. Kapeliushnikov R. Diversity within capitalism: the Russian labour market model with A.Kuznetsov, O. Kuznetsova // Employee Relations. 2011. № 4. P. 395–412.
23. Lehmann H., Silvagni M.G. Is There Convergence of Russia's Regions? Exploring the Empirical Evidence: 1995–2010 // Discussion Paper. 2013. No. 7603. 46 p.
24. Giltman M.A. Estimations of the impact of some variables on the labor demand and labor supply in the subjects of the Russian Federation // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2014. № 4 (23). С. 73–77.
25. Moretti E. Local Labor Markets // Discussion Paper. 2010. No. 4905. 83 p.
26. Moretti E. Local Labor Markets // Handbook of Labor Economics. Chapter 14. Vol. 4B. Amsterdam (Netherlands): Elsevier B.V., 2011. P. 1237–1314.
27. Muravyev A., Oshchepkov A. Minimum Wages, Unemployment and Informality: Evidence from Panel Data on Russian Regions // IZA Discussion Paper. 2013. No. 7878. 36 p.
28. Oshchepkov A.Y., Kholodilin K., Siliverstovs B. The Russian regional convergence process: Where does it go? // DIW Discussion Paper. 2009. No.861. 35 p.
29. Svejnar J. Labor Markets in the Transitional Central and East European Economies // Handbook of Labor Economics. Chapter 42. Vol. 3B. Part 11. Amsterdam (Netherlands), Elsevier B.V., 1999. P. 2809–2857.

Получено: 05.10.2015

References

1. *V teni regulirovaniya: neformalnost na rossijskom rynke truda* [Between light and shadow: informality in the Russian labour market]. Edited by V.E. Gimpelson, R.I. Kapelyushnikov. Moscow, Higher School of Economics Publ., 2014, 535 p.
2. Varshavskaya E.Ia. Gibkost' zanjatosti v Rossii: makroekonomicheskij aspekt [Flexibility of employment in Russia: macroeconomic aspect]. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 2008, Vol. 313, no. 6, pp. 57–60.
3. Giltman M.A. Spros i predlozhenie truda v regionah Rossii: regressionnyj analiz [Labor demand and labor supply in the regions of Russia: regression analysis]. *Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Social'no-ekonomicheskie i pravovye issledovanija* [Tyumen State University Herald], 2015, Vol. 1, no. 1(1), pp. 166–175.
4. Giltman M.A., Votyakova A.A. Osobennosti regional'nyh rynkov truda v Rossii: obzor jempiricheskikh issledovanij [The peculiarities of the regional labor markets in Russia: empirical research review]. *Social'no-ekonomicheskie problemy sovremennoj rossijskoj ekonomiki. Pod red. N.A. Adamova*. [Socio-economic problems of the modern Russian economy. Edited by N.A. Adamov]. Vol. 3. Moscow, ITKOR, 2014, pp. 48–64.
5. Giltman M.A., Votyakova A.A. Elastichnost zanyatosti v regionakh Rossii: statisticheskij analiz [Employment Elasticity in Russia's Regions: Statistical Analysis]. *Problemi sovremennoj ekonomiki* [Problems of Modern Economics], 2014, no. 3, pp. 260–265.
6. Gimpelson V.E., Zhikhareva O.B., Kapeliushnikov R.I. *Dvizhenije rabochikh mest: chto govorit rossijskaya statistika*. Preprint WP3/2014/02 [Job turnover: what the Russian statistics tells us. Working paper WP3/2014/02]. Moscow, Higher School of Economics Publ., 2014, 46 p.
7. Zubarevich N.V. *Sovremennaja Rossija: geografija s arifmetikoj* [Modern Russia: geography with arithmetic]. *Otechestvennye zapiski* [Homeland Notes], 2012, Vol. 46(1), pp. 55–64.
8. Kapelyuk S.D. Regional'naja minimal'naja zarabotnaja plata v Rossii: jekonometricheskij analiz [Regional minimum salary in Russia: econometric analysis]. *Vestnik NGUEU* [Vestnik NSUEM], 2014, no. 1, pp. 157–169.

9. Kapeliushnikov R., Oshchepkov A. Rossijskij rynek truda: paradoxy postkrisisnogo rasvitiya [The Russian Labor Market: Paradoxes of Post-crisis Performance]. *Voprosy Ekonomiki* [Economics Issues], 2014, no. 7, pp. 66–92.
 10. Kapeliushnikov R.I. *Konetz rossijskoj modeli rynka truda?* Preprint WP3/2009/06 [The end of the Russian model of the labor market? Working paper WP3/2009/06]. Moscow, Higher School of Economics Publ., 2009, 80 p.
 11. Kobsar E.N. *Minimalnaja zarabotnaja plata i regional'nyje rynki truda v Rossii*. Preprint WP15/2009/06 [Minimum wages and regional labor markets in Russia. Working Paper WP15/2009/06]. Moscow, Higher School of Economics Publ., 2009, 56 p.
 12. Lukiyanova A.L. *Differenciacija zarabotnyh plat v Rossii (1991–2008 gg.): fakty i objasnjenja* [Wage inequality in Russia (1991–2008): facts and explanations]. *Zhurnal novej ekonomicheskoj associacii* [The Journal of the New Economic Association], 2011, no. 12, pp. 124–148.
 13. Lukiyanova A.L., Oshchepkov A.Yu. *Funkcionirovanie regional'nyh rynkov truda: zarabotnaja plata i bezrabotica* [Regional labor markets functioning: wages and unemployment]. *Social'naja politika: realii XXI veka* [Social policy: the realities of the XXI century]. Vol. 3, Moscow, Independent Institute for Social Policy Publ., 2007, pp. 32–71.
 14. Mironenko O.N. *Zakonodatel'stvo o zashchite zanjatosti i podstrojka sprosa na trud: jempiricheskiy analiz*. Preprint WP15/2010/01 [Employment protection legislation and labour demand adjustment: empirical analysis. Working paper WP15/2010/01]. Moscow, Higher School of Economics Publ., 2010, 72 p.
 15. Oshchepkov A.Yu. *Vlijanie minimal'noj zarabotnoj platy na neformal'nuju zanjatost'*. Preprint WP3/2013/07 [Effect of minimum wage on informal employment. Working paper WP3/2013/07]. Moscow, Higher School of Economics Publ., 2013, 49 p.
 16. Oshchepkov A.Yu. *Otdacha ot vysshego obrazovanija v rossijskih regionah* [Return to higher education in Russian regions]. *Ekonomicheskij zhurnal VShE* [HSE Economic Journal], 2010, Vol. 14, no. 4, pp. 468–491.
 17. Berger M., Blomquist G. and K. Sabirianova Peter. *Compensating Differentials in Emerging Labour and Housing Market: Estimates of Quality of Life in Russian Cities*. William Davidson Institute Working Paper No. 620, 2003, October. 59 p.
 18. Bignebat C. *Spatial dispersion of wages in Russia: Unequal rewards to human capital in transition*. TEAM, University of Paris1&CNRS, 2003, September, 27 p.
 19. Bignebat C. *Why are wages still so high in Siberia?* TEAM, University of Paris1&CNRS, 2005, February.
 20. Commander S., Nikoloski Z., Plekhanov A. *Employment Concentration and Resource Allocation: One-Company Towns in Russia*. IZA Discussion Paper No. 6034, 2011, 32 p.
 21. Guriev S., Vakulenko E. *Convergence among Russian regions*, 2012. 82 p. Available at: http://www.iza.org/conference_files/LMA2012/vakulenko_e8249.pdf (accessed 29.09.2015).
 22. Kapeliushnikov R. *Diversity within capitalism: the Russian labour market model with A. Kuznetsov, O. Kuznetsova*. *Employee Relations*, 2011, no. 4, pp. 395–412.
 23. Lehmann H., Silvagni M.G. *Is There Convergence of Russia's Regions? Exploring the Empirical Evidence: 1995–2010*. Discussion Paper No. 7603, 2013, 46 p.
 24. Giltman M.A. *Estimations of the impact of some variables on the labor demand and labor supply in the subjects of the Russian Federation*. *Perm University Herald. Economy*, 2014, no. 4 (23), pp. 73–77.
 25. Moretti E. *Local Labor Markets*. IZA Discussion Paper No. 4905, 2010, 83 p.
 26. Moretti E. *Local Labor Markets*. *Handbook of Labor Economics*. Chapter 14. Vol. 4B. Amsterdam (Netherlands), Elsevier B.V., 2011, pp. 1237–1314.
 27. Muravyev A., Oshchepkov A. *Minimum Wages, Unemployment and Informality: Evidence from Panel Data on Russian Regions*. IZA Discussion Paper No. 7878, 2013, 36 p.
 28. Oshchepkov A.Yu., Kholodilin K., Siliverstovs B. *The Russian regional convergence process: Where does it go?* DIW Discussion Paper No. 861, 2009, 35 p.
 29. Svejnar J. *Labor Markets in the Transitional Central and East European Economies*. *Handbook of Labor Economics*. Chapter 42. Vol. 3B. Part 11. Amsterdam (Netherlands), Elsevier B.V., 1999, pp. 2809–2857.
- The date of the manuscript receipt:*
05.10.2015

EMPLOYMENT ELASTICITY IN RUSSIA'S REGIONAL LABOR MARKETS

Marina A. Giltman, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

E-mail: giltman@rambler.ru

University of Tyumen; 10, Semakova st., Tyumen, 625002, Russia

Alexandra A. Votyakova, Master's Student

E-mail: a.a.votyakova@gmail.com

University of Tyumen; 10, Semakova st., Tyumen, 625002, Russia

Employment elasticity is considered to be one of the main indicators of labor market flexibility. This indicator has been relatively low in Russia, which makes the difference between the Russian labor market and the rest of transi-

tion economies in Central and Eastern Europe. The reason for writing this article was the significant difference in economic development of Russian regions and the assumption that this could affect functioning of the regional labor markets. The theoretical basis for the research is provided by the equilibrium framework of local labor markets proposed by Rosen and Roback (1979, 1982) and supplemented by Moretti (2010, 2011), which explains why local labor markets are more flexible compared to the national one. Taking into account the fact that information on functioning of labor markets in Russian cities is not always available and that Russia's economy is organized more like a regional economy rather than a local one, we applied the equilibrium framework to the data for Russian regions. We tested two hypotheses: dynamics of employment in the regions depends on the level of development of the regional economy and its structure; employment elasticity measured with respect to the gross regional product (GRP) is higher in Russian regions than the national average, in other words, regional labor markets are more flexible. The study comprised two stages. At the first stage we used the method of discriminant analysis (grouping method) based on median values of indicators; at the second stage we constructed and assessed an econometric model measuring the impact of particular factors on employment in the regions. The authors used data from Rosstat, the econometric analysis was conducted on the basis of regional panel data for the period from 2006 to 2012. The results allowed us to accept the abovementioned hypotheses. It was also found that changes in the structure of regional employment influence dynamics of employment in the regions more than changes in GRP and wages.

Keywords: employment; elasticity; regional labor markets.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Гильтман М.А., Вотякова А.А. Эластичность занятости на региональных рынках труда в России // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 103–112.

Please cite this article in English as:

Giltman M.A., Votyakova A.A. Employment elasticity in Russia's regional labor markets // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 103–112.

УДК 331+377
ББК 65.24+74.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И РАБОТОДАТЕЛЕЙ

А.Н. Пыткин, докт. экон. наук, проф., директор Пермского филиала Института экономики Уральского отделения Российской академии наук

Электронный адрес: pfie@mail.ru

Пермский филиал Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, 614990, г. Пермь, ул. Ленина, 13А

В.И. Волков, старший преподаватель кафедры менеджмента и права Пермского института (филиала) РЭУ им. Г.В. Плеханова

Электронный адрес: 89082761011@mail.ru

Пермский институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Пермь, б-р Гагарина, 57

Проводится анализ системы профессионального образования России на примере Пермского края. Рассмотрены проблемы развития рынка образовательных услуг в регионе. Отмечено, что главной проблемой профессионального образования является несоответствие структуры выпускников образовательных организаций запросам рынка труда и, как следствие, низкий уровень трудоустройства молодых специалистов. Сделано предположение, что решением указанной проблемы в Пермском крае может стать процесс взаимодействия образовательных организаций и работодателей региона в сфере подготовки профессиональных кадров. Определено, что для устранения диспропорций между подготовкой специалистов и запросами работодателей необходимо систематически проводить мониторинг и прогнозирование ситуации на рынке труда, включая демографические колебания и анализ состояния системы профессионального образования. На основе опроса работодателей были выявлены факторы, оказывающие влияние на эффективность процесса взаимодействия образовательных организаций и хозяйствующих субъектов региона. В качестве основных факторов, влияющих на процесс взаимодействия субъектов, были указаны законодательная база, в соответствии с которой осуществляется реализация процесса взаимодействия партнеров в сфере профессионального образования и контроль за данным процессом со стороны государства; потребность в сотрудничестве, которую испытывают участники процесса взаимодействия; социально-экономическая ситуация, отражающая уровень социального и экономического развития региона; научно-технический и финансовый потенциал партнеров, который определяет финансовый объем совместной деятельности и качественный уровень образовательной базы, используемой для теоретической и практической подготовки студентов, направленной на овладение компетенциями, соответствующими той специальности, по которой они проходят подготовку. Проведена качественная оценка факторов и степени их влияния на процесс взаимодействия субъектов системы профессионального образования.

Ключевые слова: образование, система, рынок образования, рынок труда, проблемы, факторы, образовательные организации, студенты, работодатели, взаимодействие.

Главной проблемой подготовки профессиональных кадров в современных условиях выступает несоответствие структуры выпускников образовательных организаций реальным запросам работодателей. Вследствие этого трудоустройство молодых специалистов в Пермском крае является достаточно актуальным и сложным вопросом [2, с. 152].

По данным мониторинга, проведенного Петрозаводским государственным университетом в регионах Российской Федерации по поручению Министерства образования и науки РФ в 2012 г., успешно трудоустроилась только половина выпускников образовательных организаций. Из них по специальности трудоустроились только 47% выпускников учебных заведений высшего профессио-

нального образования (ВПО), 34% выпускников учебных заведений среднего профессионального образования (СПО) и 46% выпускников учебных заведений начального профессионального образования (НПО) [17]. Показатели трудоустройства выпускников в Пермском крае соответствуют общероссийским тенденциям.

Все это явилось результатом несогласованности действий между предложением образовательных программ со стороны субъектов рынка профессионального образования и реальными запросами работодателей. Стало понятным, что без взаимодействия образовательных организаций и хозяйствующих субъектов по вопросам развития системы профессионального образования проблемы рынка труда решить невозможно.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. сказано, что главная задача образовательной политики Российской Федерации заключается в обеспечении высокого уровня качества профессионального образования за счет его фундаментальных основ и практической направленности на актуальные запросы рынка труда, общества и государства. Процесс непрерывного взаимодействия образовательных организаций и представителей реального сектора экономики, включая государственные структуры, общественные организации, науку, родителей и работодателей, выступает обязательным условием достижения стратегических целей модернизации системы профессионального образования [7].

Система мониторинга и прогнозирования ситуации на рынке труда должна быть основана на стратегическом анализе структурного содержания спроса и предложения профессиональных кадров, включая демографические колебания и анализ состояния системы профессионального образования. Внедрение такой системы способствует принятию наиболее эффективных решений в процессе реализации государственной политики на рынке трудовых ресурсов.

Учащиеся должны обладать информацией о состоянии и потребностях рынка труда, о структуре подготовки квалифицированных кадров и качественном уровне профессионального образования. Однако на официальных сайтах большинства образовательных организаций Пермского края отсутствует информация о количестве договоров и видах совместной деятельности с работодателями; о количестве и структуре выпускников; о количестве выпускников, трудоустроенных на предприятиях партнеров; о количестве выпускников, трудоустроенных по специальности, полученной в стенах образовательной организации. На сайте регионального министерства образования и науки, а также в официальных отчетах российской статистики такой информации тоже нет.

В качестве одной из проблем модернизации региональной системы профессионального образования в программе Пермского края «Развитие образования и науки» до 2017 г. указано несовершенство партнерских отношений между образовательными организациями и работодателями и соответственно недостаточное участие последних в процессе подготовки профессиональных кадров [10].

В целях повышения эффективности управления процессом взаимодействия образовательных организаций и хозяйствующих субъектов необходимо определить условия, которые в наибольшей степени оказывают влияние на данный процесс. По результатам опросов работодателей, проведенных Российским союзом промышленников и предпринимателей (РСПП) в регионах Российской Федерации в 2010–2013 гг., были выявлены факторы наибольшего влияния на процесс взаимодействия партнеров в области подготовки профессиональных кадров: законодательная база;

потребность в сотрудничестве; социально-экономическая ситуация; научно-технический и финансовый потенциал партнеров; государственное стимулирование взаимодействия [4]. На наш взгляд, представленные факторы являются актуальными в сложившейся на рынке труда ситуации и требуют систематического анализа.

Нет сомнений в том, что в основе механизма взаимодействия образовательных организаций и хозяйствующих субъектов лежит законодательная база, включающая в себя законы, законодательные акты, целевые программы и другую нормативно-правовую документацию [23, с. 233].

Чтобы определить степень влияния существующей законодательной базы на процесс взаимодействия партнеров в области подготовки профессиональных кадров, был проведен анализ соответствующих законов и законодательных актов, контролирующих эту область деятельности.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что деятельность субъектов в сфере подготовки профессиональных кадров регламентируется Конституцией РФ [6], Гражданским кодексом РФ [3], Федеральным законом РФ «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.2012 [18].

Закон «Об образовании» регламентирует разработку федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), которые обеспечивают единство образовательного пространства страны и преемственность основных образовательных программ с учетом их вариативности, направленной на образовательные потребности и индивидуальные способности обучающихся. Порядок разработки и утверждения ФГОС устанавливается Правительством Российской Федерации.

В целях участия представителей работодателей, педагогических и научных работников в разработке ФГОС и координации действий организаций, осуществляющих образовательную деятельность, могут создаваться учебно-методические объединения [9; 10; 14; 15].

В соответствии с положениями Закона образовательные организации высшего профессионального образования имеют право быть учредителями хозяйственных обществ и партнерств, работа которых заключается в практическом применении результатов интеллектуальной деятельности [10; 11; 12; 13].

Анализ законодательной базы относительно трудоустройства студентов и выпускников образовательных организаций показал, что основная финансовая нагрузка по решению данной проблемы по-прежнему лежит на федеральном бюджете нашей страны и бюджетах регионов. Предприятия и организации, выступающие в роли работодателей, слабо вовлечены в сферу профессиональной подготовки и трудоустройства выпускников в силу отсутствия экономических предпосылок такого участия. Насильственные методы по навязыванию работодателям кадровой политики со стороны государства являются бесперспективными и не приводят к должному эффекту. Решить

обозначенную проблему можно только на основе добровольного участия работодателей в процессе подготовки профессиональных кадров [5; 17].

Закон «Об образовании» устанавливает правовые основы взаимоотношений образовательных организаций и хозяйствующих субъектов. В нем предусмотрена ответственность работодателей за повышение уровня профессиональной квалификации сотрудников предприятия. При этом в Законе ничего не сказано о правах работодателей и профессиональных объединений, что имеет принципиальное значение для развития рынков образования и труда [16; 20].

Надо отметить, что в настоящее время в Правительстве Российской Федерации активно разрабатываются механизмы взаимодействия образовательных организаций и работодателей [8; 22]. Целью такой работы является повышение уровня конкурентоспособности молодых специалистов [1].

Согласно опросу предприятий, проведен-

ному в 2013 г. Российским союзом промышленников и предпринимателей (РСПП) в регионах Российской Федерации, в том числе в Пермском крае, и докладу «О состоянии делового климата в России в 2010–2013 гг.», представленному на съезде Союза в марте 2014 г. в Москве, недостаток профессиональных кадров является серьезной проблемой в развитии 50% предприятий [4; 26].

На рис. 1 представлены неудовлетворенные потребности организаций в профессиональных кадрах по категориям работников в 2013 г.

Наибольший дефицит сотрудников испытывают предприятия по категории «квалифицированные рабочие» в размере 69% опрошенных предприятий, при этом 19% из них отметили острую нехватку таких рабочих.

На втором и третьем месте по дефициту сотрудников оказались категории «специалисты высшего квалификационного уровня» и «операторы, аппаратчики, машинисты» в размере 54% и 50% соответственно.

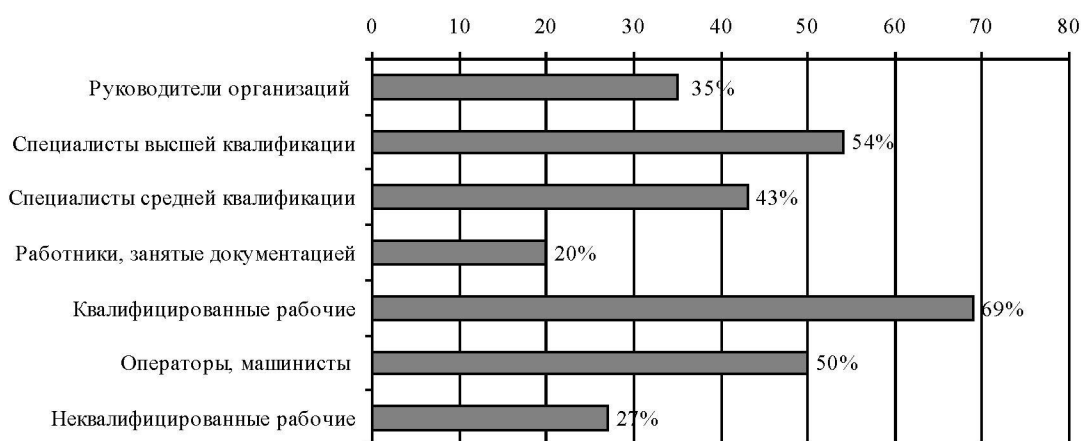


Рис. 1. Неудовлетворенные потребности организаций в профессиональных кадрах, 2013 г., %

Недостаток предприятий в операторах и машинистах составил 50%. Дефицит в специалистах средней квалификации остановился на отметке в 43%.

Потребность в руководителях организаций и подразделений высказали только 35% участников опроса. Более половины опрошенных указали, что штат сотрудников предприятий укомплектован и руководителей в них достаточно. Ситуация относительно потребности организаций в специалистах данной категории демонстрирует определенную стабильность на протяжении трех лет.

Положение предприятий с точки зрения потребности в сотрудниках, занимающихся обработкой информации и оформлением документов, а также в неквалифицированных рабочих достаточно позитивное. Только 20% опрошенных указали на недостаток первых и 27% на недостаток вторых соответственно. При этом динамика потребности предприятий в сотрудниках, обрабатывающих информацию и оформляющих документы, за последние три года несколько ухудшилась с 13% в 2011 г. до 20% в 2013 г. Ситуация относи-

тельно неквалифицированных рабочих за последние три года была стабильна и оставалась на уровне 27%.

Структура спроса и предложения рабочей силы на рынке труда Пермского края за 2013 г. по группам общероссийского классификатора занятий (ОКЗ) представлена на рис. 2 [19].

На представленной диаграмме видно, что спрос Пермских предприятий остается неудовлетворенным по трем позициям. Это специалисты высшего и среднего профессионального уровня, а также квалифицированные рабочие.

Причем спрос на квалифицированных рабочих удовлетворен только наполовину, а по специалистам среднего квалификационного уровня даже меньше чем на 50%. Надо отметить серьезное превышение предложения рабочей силы над спросом на нее со стороны работодателей по следующим позициям: работники сферы обслуживания, ЖКХ и торговли; неквалифицированные рабочие; квалифицированные рабочие сельского хозяйства; руководители предприятий и организаций.

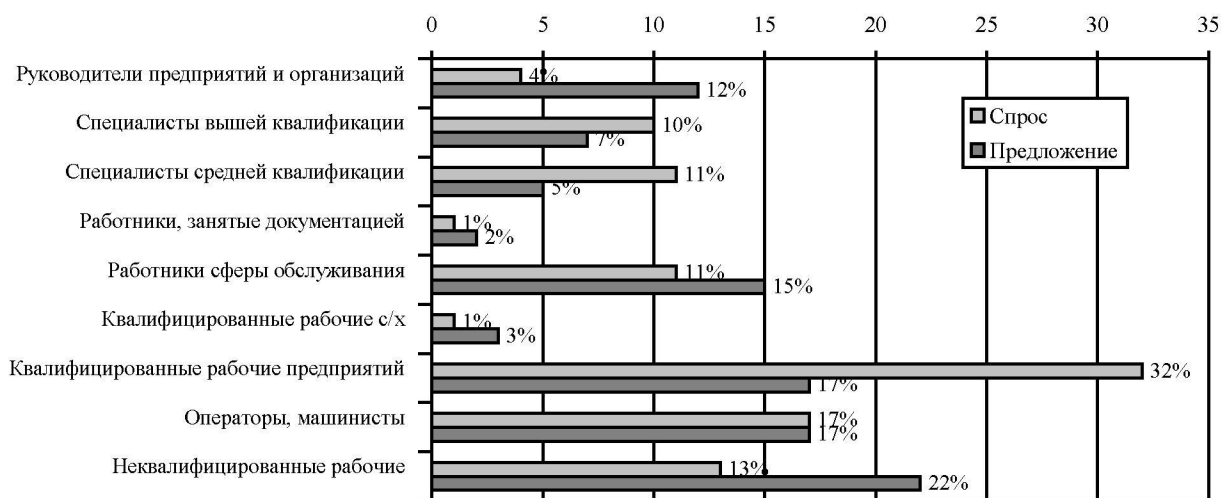


Рис. 2. Структура спроса и предложения рабочей силы в Пермском крае, по группам общероссийского классификатора занятий, 2013 г., %

В целом данные исследований в Пермском крае подтверждают общероссийскую тенденцию относительно потребностей предприятий в квалифицированных кадрах. Небольшое исключение представляют потребности предприятий региона в операторах и машинистах. В Пермском крае спрос по данной категории работников если не удовлетворен полностью, то по крайней мере обеспечен соответствующим объемом предложения.

Проблемы, которые испытывают предприятия относительно дефицита квалифицированных профессиональных кадров, подталкивают работодателей к организации процесса взаимодействия с образовательными учреждениями.

В соответствии с результатами опросов 42% российских предприятий (включая предприятия Пермского края) оказывают образовательным организациям помощь в развитии материально-технической базы (МТБ), в том числе покупают для учебных заведений оборудование, необходи-

мое для реализации процесса профессиональной подготовки кадров, еще чаще передают образовательным организациям оборудование, находившееся на балансе предприятия.

Все это говорит о том, что в последнее время все большее число предприятий испытывает потребность в сотрудничестве с образовательными организациями по вопросу подготовки профессиональных кадров и даже многие из них такую работу уже ведут.

Кроме помощи образовательным организациям в развитии их материально-технических баз отечественные предприятия часто оказывают поддержку учреждениям профессионального образования и по другим направлениям.

Группировку компаний, оказывающих поддержку образовательных учреждений по различным направлениям, можно представить в виде диаграммы (рис. 3).

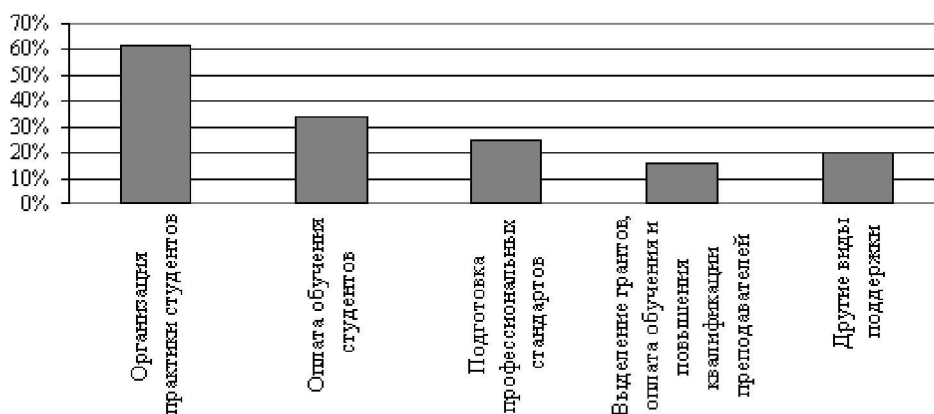


Рис. 3. Группировка компаний по видам поддержки образовательных организаций, %

Более половины (62%) опрошенных компаний отметили, что чаще других направлений

сотрудничества выделяют финансовые средства на организацию и проведение производственной

практики студентов учебных заведений, соответствующих профилю основной деятельности предприятия.

Около 34% предприятий указали, что производили оплату обучения студентов. Почти 25% компаний ответили, что участвовали в разработке и выделяли денежные средства на подготовку профессиональных стандартов.

Расходы на выделение грантов, оплату стажировок и повышение квалификации преподавателей производили около 16% предприятий.

Некоторые организации оказывают поддержку учебным заведениям другими способами. К ним относятся:

- корпоративные программы профессионального развития студентов;
- финансирование научной деятельности образовательных организаций;
- участие в научных конференциях и круглых столах;
- проведение олимпиад и конкурсов профессионального мастерства;
- организация и проведение деловых игр;
- оплата обучения студентов в автошколах.

Объем таких предприятий составил 20% от общего количества опрошенных организаций.

Немаловажным фактором, оказывающим влияние на процесс взаимодействия образовательных организаций и хозяйствующих субъектов, выступает государственное стимулирование.

Наиболее действенным рычагом управления в рыночных условиях являются налоговые льготы. Но как показывает практика последних лет, для предприятий и организаций, активно участвующих в процессе подготовки профессиональных кадров, налоговых льгот в российском законодательстве не предусмотрено. Это отрицательно сказывается на стремлении руководителей предприятий к добровольному взаимодействию с образовательными организациями.

Если бы предприятия и организации, выступающие базами практики для студентов образовательных учреждений, активно участвующие в учебном процессе и способствующие развитию научно-технической оснащенности учебных заведений имели возможность хотя бы частично покрыть свои расходы за счет соответствующих льгот, то они гораздо чаще изъявляли бы желание принимать участие в подготовке и дальнейшем трудоустройстве будущих специалистов.

Около 67% опрошенных предприятий страны, в том числе Пермского края, выразили готовность начать оказывать поддержку образовательным организациям или увеличить объем выделяемых на их развитие денежных средств при условии введения налоговой льготы по данной статье расходов и возможности их отнесения на себестоимость производимых товаров или услуг.

В настоящее время часть налоговых отчислений, поступающих в фонды центров занято-

сти населения, тратится на выплаты пособий по безработице и переподготовку кадров [21]. Если предоставить предприятиям возможность контролировать эти средства, направляя их на подготовку, переобучение и повышение квалификации кадров, то экономический эффект от этих мероприятий был бы, несомненно, выше и предприятия могли бы получить реальную выгоду от них. Такая схема налогообложения представляется достаточно выгодной для предприятий, которые стремятся к развитию и повышению квалификации собственных специалистов. Кроме того, данный вид налога мог бы стать инструментом вложения средств в региональную систему образования.

По заявлениям представителей администрации Пермского края, а также представителей объединений работодателей региона научно-технический и финансовый потенциал предприятий края находится на достаточно высоком уровне [22; 25]. Можно с уверенностью сказать, что любое из крупных предприятий региона может стать надежным партнером в области подготовки профессиональных кадров.

Научный потенциал образовательных организаций Пермского края тоже занимает высокую позицию, о чем свидетельствует уровень их профессорско-преподавательского состава. Однако техническая оснащенность учебных заведений, как правило, выглядит не такой эффективной. Это связано с большим коэффициентом старения материально-технической базы организаций. В некоторых случаях он достигает 50%. Собственных финансовых средств для обновления МТБ у образовательных организаций часто не хватает. Поэтому им сегодня просто не обойтись без поддержки как со стороны предприятий региона, так и со стороны государства.

Социально-экономическое развитие регионов выступает в роли одного из наиболее важных факторов взаимодействия хозяйствующих субъектов и образовательных организаций [24, с. 9]. Решение любой из поставленных задач не представляется возможным без объективной оценки уровня экономического развития региона [27, с. 17].

На рис.5 представлена диаграмма, отражающая динамику численности студентов учебных заведений, обучающихся по программам профессионального образования в Пермском крае [28].

Надо отметить, что общее количество студентов всех трех уровней профессионального образования в Пермском крае в 2013 г. вернулось на уровень 1990 г. При этом количество студентов ВПО за указанный период выросло почти на 76%, с 46 тысяч человек до 81 тысячи, а количество студентов НПО, наоборот, снизилось более чем на 55%, с 52 тысяч человек до 23 тысяч. Количество студентов СПО с 1990 г. по 2005 г. постоянно росло, но уже к 2010 г. вернулось на первоначальные позиции, а в 2013 г. опустилось даже ниже уровня 1990 г. на 10 %.

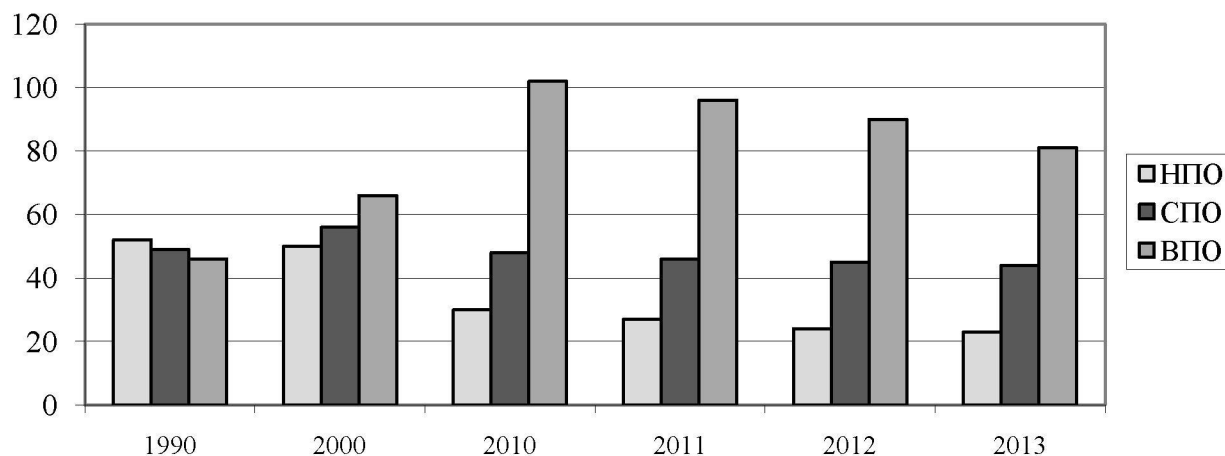


Рис. 5. Численность студентов учебных заведений профессионального образования в Пермском крае, тыс. чел.

Снижение количества студентов, обучающихся по программам НПО, более чем в два раза связано с падением престижности специальностей такого профессионального уровня. При этом они останутся стабильно востребованными на рынке труда.

Можно также заявить о существенном падении спроса на специальности СПО в Пермском крае. В целом это соответствует динамике развития среднего профессионального образования в Российской Федерации.

Что касается высшего профессионального образования, то можно сделать вывод о том, что как в целом по Российской Федерации, так и по Пермскому краю количество студентов, обучающихся по специальностям ВПО, в период с 2009 г. по 2013 г. снизилось в результате политики государства, проводимой в отношении сокращения количества неэффективных вузов. Несмотря на это, высшее профессиональное образование по-прежнему остается достаточно востребованным у

населения нашего региона.

Ситуация, сложившаяся в сфере профессионального образования, во многом зависит от динамики уровня рождаемости населения.

На рис. 6 представлены данные статистики по уровню рождаемости населения в Пермском крае [28].

Наибольший показатель рождаемости населения в Пермском крае за исследуемый период был отмечен в 1990 г. В тот год он составлял 42 тысячи человек. В последующие годы рождаемость населения падала, и в 2000 г. она достигла своего минимума в количестве 28 тысячи человек, что на 34% ниже уровня 1990 г. После чего уровень рождаемости в крае начал постепенно расти и к 2010–2011 гг. составил около 37 тыс. чел. Это ниже показателя 1990 г. на 5 тысяч человек, что составляет 12%, но уже выше минимального показателя, отмеченного в 2000 г. на 10 тысяч человек. В 2013 г. рождаемость населения в нашем регионе достигла 39 тысяч новорожденных.

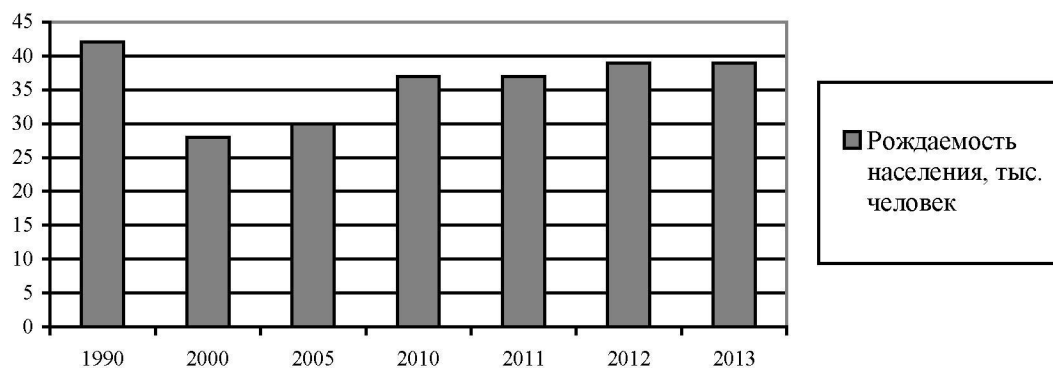


Рис. 6. Уровень рождаемости населения в Пермском крае, тыс. чел.

Снижение уровня рождаемости было вызвано серьезными проблемами в экономике страны, которые напрямую отразились на уровне доходов россиян и на институте семьи. Тем не менее политика государства, направленная на поддержку молодых и многодетных семей, а также семей, в

которых более одного ребенка, вселяет надежду на то, что рост рождаемости в Пермском крае продолжится. А это значит, что начиная с 2018–2020 гг. начнет увеличиваться количество выпускников общеобразовательных учреждений, которое приведет к росту контингента студентов профессио-

нальных учебных заведений Пермского края.

Анализ статистических данных относительно степени возможности населения оплачивать услуги системы профессионального образования показал, что среднедушевые денежные доходы населения как жителей Пермского края, так и страны в целом регулярно растут. Динамика индексов роста среднедушевых денежных доходов населения и потребительских цен в Пермском крае представлена на рис. 7 [28].

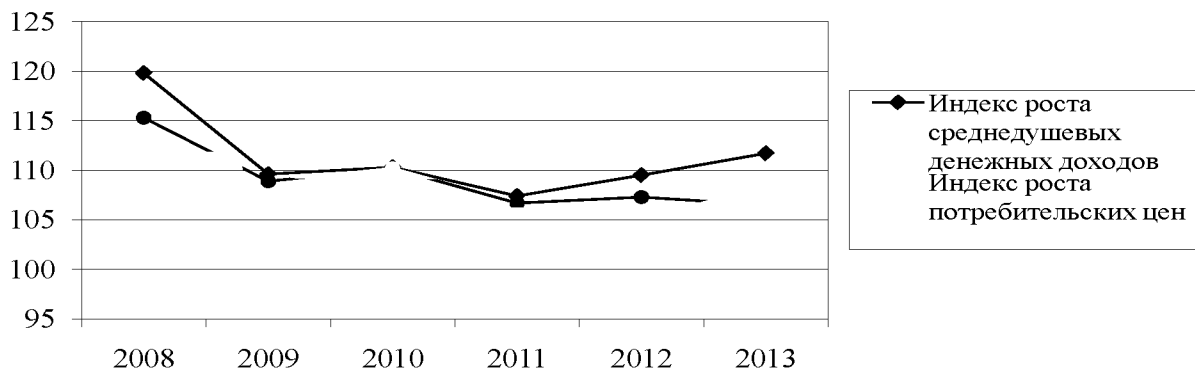


Рис. 7. Индексы роста среднедушевых денежных доходов населения и потребительских цен, %

Высокий образовательный уровень подразумевает соответствующее социальное положение в обществе. Поэтому вслед за экономическим ростом страны спрос на услуги профессионального образования будет продолжать расти. Это значит, что все большее количество людей будет стремиться получить не только начальное или среднее, но и высшее профессиональное образование. Практика показывает, что даже сегодня, находясь в не самых лучших с точки зрения социально-экономического развития условиях, население страны и в частности Пермского края готово платить за свое обучение. Основная причина в том, что работодатель делает свой выбор в пользу соискателя с высшим образованием. Следовательно, более высокий профессиональный уровень открывает больше возможностей для трудоустройства.

На основе проведенного исследования можно сделать ряд выводов. Несмотря на то что государство все дальше отодвигается от участия в процессе подготовки профессиональных кадров, оно по-прежнему серьезно контролирует эту деятельность с помощью соответствующих законодательных актов. При этом отсутствие законодательно закрепленных прав участников взаимодействия не мешает процессу движения потенциальных партнеров навстречу друг другу.

Потребность в сотрудничестве сегодня испытывают не только образовательные организации, заинтересованные в подготовке выпускников, обладающих необходимыми профессиональными навыками, но и работодатели, испытывающие дефицит квалифицированных кадров.

Крупные предприятия Пермского края обладают научно-техническим и финансовым потен-

циалом, необходимым для участия в процессе подготовки профессиональных кадров. Научный потенциал образовательных организаций края также находится на высоком уровне. Но в процессе практической подготовки студентов системе профессионального образования сегодня невозможно обойтись без активной поддержки работодателей и государства.

По результатам исследования отмечено, что фактор государственного стимулирования взаимодействия партнеров в виде налоговых льгот в Пермском крае не используется. Однако налоговые льготы могли бы способствовать развитию взаимоотношений партнеров.

Анализ социально-экономической ситуации показал, что уровень демографии в Пермском крае имеет тенденцию к повышению. Это значит, что демографический спад преодолен и в ближайшие 5 лет численность студентов профессиональных образовательных организаций начнет увеличиваться. Что касается доходов населения в регионе, то они постоянно растут, незначительно опережая рост потребительских цен. Значит, у населения нет предпосылок для экономии средств на собственном образовании.

Список литературы

1. Администрация города Перми. URL: <http://www.gorodperm.ru/> (дата обращения: 21.04.15).
2. Анимица Е.Г. Регион в социально-экономическом пространстве России: анализ, динамика, механизм управления: монография / Е.Г. Анимица, П.И. Блусь, Е.Б. Дворянкина, Н.В. Но-

викова, В.А. Сухих. Пермь: Пермский государственный университет, 2008. 378 с.

3. *Гражданский кодекс Российской Федерации* (ГК РФ). URL: <http://base.garant.ru/10164072/> (дата обращения: 21.04.15).

4. *Доклад о состоянии делового климата в России в 2010–2013 годах. Российский союз промышленников и предпринимателей.* URL: <http://media.rspp.ru/document/1/0/5/052e120269d00aa294ee8c2aa1c311df.pdf> (дата обращения: 09.01.15).

5. *Доклад Всемирного банка и НИУ ВШЭ «Дефицит навыков в России: вызовы для системы образования в условиях перехода к инновационной экономике».* URL: <http://www.hse.ru/data/2012/10/11/1246974900/20121009-Vasiliev.pdf>. (дата обращения: 09.01.15).

6. *Конституция Российской Федерации.* URL: <http://www.constitution.ru/> (дата обращения: 21.04.15).

7. *Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.* URL: <http://base.garant.ru/194365/> (дата обращения: 09.10.15).

8. *Министерство информационного развития и связи Пермского края.* URL: <http://mirs.permkrai.ru/> (дата обращения: 17.06.15).

9. *Министерство культуры, молодежной политики и массовых коммуникаций Пермского края.* URL: <http://mk.permkrai.ru/> (дата обращения: 11.06.15).

10. *Министерство образования и науки Пермского края.* URL: <http://minobr.permkrai.ru/> (дата обращения: 17.06.15).

11. *Министерство по регулированию контрактной системы в сфере закупок Пермского края.* URL: <http://agz.permkrai.ru/> (дата обращения: 11.06.15).

12. *Министерство по управлению имуществом и земельным отношениям Пермского края.* URL: <http://mizo.permkrai.ru/> (дата обращения: 11.06.15).

13. *Министерство промышленности, предпринимательства и торговли Пермского края.* URL: <http://mintorg.permkrai.ru/> (дата обращения: 17.06.15).

14. *Министерство экономического развития Пермского края.* URL: <http://economy.permkrai.ru/> (дата обращения: 17.06.15).

15. *Министерство социального развития Пермского края.* URL: <http://minsoc.permkrai.ru/> (дата обращения: 17.06.15).

16. *Некоммерческое партнерство по защите прав потребителей «Пермская гильдия добросовестных предприятий».* URL: <http://www.gildia.perm.ru/> (дата обращения: 01.07.15).

17. *О состоянии трудоустройства выпускников учреждений профессионального образования, востребованных специальностях, требуемых*

компетенциях и ожидаемых прогнозных кадровых потребностях. Петрозаводский государственный университет. 2012 г. URL: http://симт.рф/docs/AnalyticReport/AnalyticReport_full.pdf (дата обращения: 09.01.15).

18. *Об образовании в Российской Федерации»: федеральный закон РФ «N 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года.* URL: <http://base.garant.ru/70291362/> (дата обращения: 09.01.15).

19. *Общероссийский классификатор занятий ОК 010-2014 (МСКЗ-08).* URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW;n=177953> (дата обращения: 11.07.15).

20. *Пермская торгово-промышленная палата.* URL: <http://permtpp.ru/> (дата обращения: 01.07.15).

21. *Пермский городской Центр занятости населения.* URL: <http://cznperm.ru/> (дата обращения: 21.04.15).

22. *Портал Правительства Пермского края.* URL: <http://www.permkrai.ru/> (дата обращения: 21.04.15).

23. *Пыткин А.Н. Механизм регионально-го стратегирования.* Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2007. 291 с.

24. *Региональная стратегия устойчивого социально-экономического роста / под ред. А.И. Татаркина.* Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 639 с.

25. *Региональное объединение работодателей Пермского края «Сотрудничество».* URL: <http://www.sotrudn.ru/> (дата обращения: 01.07.15).

26. *Российский союз промышленников и предпринимателей.* URL: <http://рспп.рф/> (дата обращения: 09.01.15).

27. *Урал на рубеже веков: проблемы и прогнозы социально-экономического развития / под ред. А.И. Татаркина.* Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 1999. 567 с.

28. *Федеральная служба государственной статистики.* URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 09.01.15).

Получено: 12.05.2015

References

1. *Administracija goroda Permi* [The administration of Perm city]. Available at: <http://www.gorodperm.ru/> (accessed 21.04.15).

2. Animitsa E.G., Blus' P.I., Dvorjadkina E.B., Novikova N.V., Suhih V.A. *Region v social'no-jekonomicheskom prostranstve Rossii: analiz, dinamika, mehanizm upravlenija: monografija* [The Region in socio-economic space of Russia: analysis, dynamics, mechanism of management: monograph]. Perm. Perm state University Publ., 2008. 378 p.

3. RF Federal Law "The civil code of the Russian Federation" of November 30, 1994 № 51-FZ. (In Russian). Available at: <http://base.garant.ru/10164072/> (accessed 21.04.15).

4. *Doklad o sostojanii delovogo klimata v*

Rossii v 2010-2013 godah. Rossijskij sojuz promyshlennikov i predprinimatelej [A report on the state of the business climate in Russia in 2010-2013. The Russian Union of Industrialists and entrepreneurs]. Available at: <http://media.rssp.EN/document/1/0/5/052e120269d00aa294ee8c2aa1c311df.pdf> (accessed 09.01.15).

5. *Doklad Vsemirnogo banka i NIU VShJe "Deficit navykov v Rossii: vyzovy dlja sistemy obrazovaniya v usloviyah perehoda k innovacionnoj ekonomike"* [The World Bank report and the HSE's "Skills shortages in Russia: challenges for the education system in the conditions of transition to innovative economy"]. Available at: <http://www.hse.ru/data/2012/10/11/1246974900/20121009-Vasiliev.pdf> (accessed 09.01.15).

6. RF Federal Law "The Constitution of the Russian Federation". (In Russian). Available at: <http://www.constitution.ru/> (accessed 21.04.15).

7. *Koncepcija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda* [The concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period till 2020]. Available at: <http://base.garant.ru/194365/> (accessed 09.10.15).

8. *Ministerstvo informacionnogo razvitija i svjazi Permskogo kraja* [The Ministry of information development and communication of Perm Krai]. Available at: <http://mirs.permkrai.ru/> (accessed 17.06.15).

9. *Ministerstvo kul'tury, molodezhnoj politiki i massovyh kommunikacij Permskogo kraja* [The Ministry of culture, youth policy and mass communications of Perm Krai]. Available at: <http://mk.permkrai.ru/> (accessed 11.06.15).

10. *Ministerstvo obrazovaniya i nauki Permskogo kraja* [The Ministry of education and science of the Perm Krai]. Available at: <http://minobr.permkrai.ru/> (accessed 17.06.15).

11. *Ministerstvo po regulirovaniyu kontraktnoj sistemy v sfere zakupok Permskogo kraja* [The Ministry for the regulation of the contract system in procurement of Perm Krai]. Available at: <http://agz.permkrai.ru/> (accessed 11.06.15).

12. *Ministerstvo po upravleniju imushhestvom i zemelnym otnoshenijam Permskogo kraja* [The Ministry of property and land relations of the Perm Krai]. Available at: <http://mizo.permkrai.ru/> (accessed 11.06.15).

13. *Ministerstvo promyshlennosti, predprinimatel'stva i trgovli Permskogo kraja* [The Ministry of industry, business and trade of Perm Krai]. Available at: <http://mintorg.permkrai.ru/> (accessed 17.06.15).

14. *Ministerstvo jekonomicheskogo razvitija Permskogo kraja* [The Ministry of economic development of the Perm Krai]. Available at: <http://economy.permkrai.ru/> (accessed 17.06.15).

15. *Ministerstvo social'nogo razvitija Permskogo kraja* [The Ministry of social development of the Perm Krai]. Available at: <http://minsoc.permkrai.ru/> (accessed 17.06.15).

16. *Nekommercheskoe partnerstvo po zashhite prav potrebitelej "Permskaja gil'dija dobrosovestnyh predpriyatij"* [Non-commercial partnership for

the protection of the rights of consumers to "Perm Guild conscientious enterprises"]. Available at: <http://www.gildia.perm.ru/> (accessed 01.07.15).

17. *O sostojanii trudoustrojstva vypusknikov uchrezhdenij professional'nogo obrazovaniya, vostrebovannyh special'nostjah, trebuemyh kompetencijah i ozhidaemyh prognoznyh kadrovych potrebnostjah* [Status of employment of graduates of professional education institutions, sought-after qualifications required competencies and forecasted staffing requirements]. Petrozavodsk state University Publ., 2012. Available at: http://civmr.pf/docs/AnalyticReport/AnalyticReport_full.pdf (accessed 09.01.15).

18. RF Federal law "On education in Russian Federation" of December 29, 2012 № 273 FZ. (In Russian). Available at: <http://base.garant.ru/70291362/> (accessed 09.01.15).

19. *Obshherossijskij klassifikator zanjatij OK 010-2014 (MSKZ-08)* [Russian Classification of Occupations OK 010-2014 (ISCO-08)]. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=177953> (accessed 11.07.15).

20. *Permskaja trgovno-promyshlennaja palata* [Perm chamber of Commerce and industry]. Available at: <http://permtp.ru/> (accessed 01.07.15).

21. *Permskij gorodskoj Centr zanjatosti nase-lenija* [Perm city employment Center]. Available at: <http://cznperm.ru/> (accessed 21.04.15).

22. *Portal Pravitel'stva Permskogo kraja* [Portal of the Government of Perm Krai]. Available at: <http://www.permkrai.ru/> (accessed 21.04.15).

23. Pytkin A.N. *Mehanizm regional'nogo strategirovaniya* [The mechanism of regional strategizing]. Ekaterinburg, Institute of Economics, Ural branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2007. 291 p.

24. *Regional'naja strategija ustojchivogo social'no-jekonomicheskogo rosta* [Regional strategy of sustainable socio-economic growth]. Edited by Tatarkin A.I. Ekaterinburg, Ural branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 1998. 639 p.

25. *Regional'noe ob'edinenie rabotodatelej Permskogo kraja "Sotrudnichestvo"* [Regional Association of employers of the Perm region "Cooperation"]. Available at: <http://www.sotrudn.ru/> (accessed 01.07.15).

26. *Rossijskij sojuz promyshlennikov i predprinimatelej* [The Russian Union of Industrialists and entrepreneurs]. Available at: <http://pcmm.pf/> (accessed 09.01.15).

27. *Ural na rubezhe vekov: problemy i prognozy social'no-jekonomicheskogo razvitija* [The Urals at the turn of the century: problems and projections of socio-economic development]. Edited by Tatarkin A.I. Ekaterinburg, Institute of Economics, Ural branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 1999. 567 p.

28. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki* [Federal state statistics service]. Available at: <http://www.gks.ru/> (accessed 09.01.15).

The date of the manuscript receipt:
12.05.2015

**INTERACTION BETWEEN EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND EMPLOYERS:
STUDYING THE FACTORS THAT INFLUENCE THE PROCESS**

Alexandr N. Pytkin, Doctor of Economic Sciences, Professor,

Head of the Perm Branch of the Institute of Economics of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences

E-mail: pfie@mail.ru

**Institute of Economics of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences (Perm Branch);13, Lenina st.,
Perm, 614000, Russia**

Vladislav I. Volkov, Senior Lecturer

Email: 89082761011@mail.ru

**Perm Institute (Branch) of Plekhanov Russian University of Economics;
57, Gagarina bul., Perm, 614038, Russia**

The article analyzes the system of professional education in Russia through the example of Perm region. The problems of the development of the region's market of educational services are considered. The authors see the main problem of professional education in the fact that graduates do not meet the needs of the labor market, and consequently there is a low level of employment among young specialists. The assumption is made that the solution to this problem in Perm region can be found in the interaction between educational institutions and employers in terms of professional training. It is determined that to bridge the gap between the training process and employers' needs, it is necessary to systematically conduct monitoring and forecasting of the situation on the labor market, including analysis of demographic shifts and the vocational educational system. Based on a survey of employers, the factors that influence the efficiency of the process of interaction between educational institutions and businesses in the region have been identified. The authors see the main factors as follows: the legislative framework that regulates the process of interaction of partners in the sphere of vocational education and the state control over this process; the need for cooperation arising among the participants of the interaction process; the socio-economic situation, reflecting the level of the region's socio-economic development; scientific, technical and financial capacity of partners, which defines the financial activities and the quality of educational facilities used for theoretical and practical training of students so that they could acquire the competencies relevant to the specialty they are trained for. The article presents qualitative assessment of the factors and their impact on the process of interaction of the vocational educational system subjects.

Keywords: education, system, education market, labor market, problems, factors, educational institutions, students, employers, interaction.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Пыткин А.Н., Волков В.И. Исследование факторов влияния на процесс взаимодействия образовательных организаций и работодателей // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 113–122.

Please cite this article in English as:

Pytkin A.N., Volkov V.I. Interaction between educational institutions and employers: studying the factors that influence the process // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 113–122.

УДК 615.8:[33:614.2]

ББК 53.54+65.495

КУРОРТНОЕ ЛЕЧЕНИЕ КАК ФОРМА ИНВЕСТИРОВАНИЯ В КАПИТАЛ ЗДОРОВЬЯ

Т.Л. Лепихина, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и финансов

Электронный адрес: l-pstu@inbox.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29

Ю.В. Карпович, старший преподаватель кафедры экономики и финансов

Электронный адрес: karpushki@mail.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29

М.С. Оборин, канд. географ. наук, доцент кафедры экономического анализа и статистики

Электронный адрес: matvey_uk@rambler.ru

Пермский институт (филиал) Российского государственного экономического университета им. Г.В. Плеханова, 614070, г. Пермь, б-р Гагарина, 57

Актуальность темы обусловлена необходимостью исследования показателей, характеризующих состояние санаторно-курортного комплекса, с целью выявления наиболее проблемных факторов для принятия управленческих решений, способствующих его развитию. Обоснована важность курортного лечения как фактора капитала здоровья, который способствует повышению эффективности и времени функционирования человеческого капитала в целом. Проведена оценка динамики показателей, характеризующих деятельность санаторно-курортных организаций Российской Федерации, территорий Приволжского федерального округа, в том числе Пермского края. В процессе написания работы были применены следующие методологические принципы: принцип системности, позволяющий выявить наиболее проблемные показатели, характеризующие деятельность санаторно-курортных организаций, принцип единства методологии, теории и практики, позволяющий осуществлять достоверную проверку теоретических гипотез путем корреляционного анализа показателей. Сделаны выводы о том, что деятельность санаторно-курортных организаций эффективна в плане общего оздоровления населения Пермского края и неэффективна в части профильного оздоровления. Проведён анализ влияния доходов населения как доминирующего фактора спроса на санаторно-курортные услуги, и сделаны выводы о достаточно высокой корреляционной связи между денежными доходами на душу населения в Пермском крае и доходами санаторно-курортных организаций. Приведены результаты исследования мотивов приобретения путевок в санатории, сроков оздоровления и источников финансирования путёвок в санатории Пермского края. По результатам оценки осуществлён интегральный рейтинг санаторно-курортного комплекса Пермского края среди соседних регионов Приволжского федерального округа. Обозначены проблемы развития санаторно-курортного комплекса, такие как низкая рентабельность, слабая профилизация деятельности санаторно-курортных организаций, снижение количества оздоравливающихся.

Ключевые слова: капитал здоровья, человеческий капитал, оценка, санаторно-курортный комплекс региона, эффективность.

В современной экономической науке существует множество подходов к исследованию человеческого капитала, но все их можно объединить в две концепции. С точки зрения первой концепции человеческий капитал можно оценивать как запас уже имеющихся у человека способностей, знаний, навыков, состояния здоровья. Вторая концепция трактует человеческий капитал как капитал, формирующийся посредством инвестиций в отдельные его составляющие – образование, здоровье, культуру [3, с. 10; 6, с. 110; 13, с. 34].

В рамках данного исследования особое внимание было уделено такой компоненте человеческого капитала, как здоровье. Взаимосвязь между здоровьем, с одной стороны, и такими факторами,

как производительность труда и экономический рост – с другой, признается и медицинской, и экономическими науками. В условиях старения населения на передний план в качестве компенсаторного механизма поддержания экономического роста при сокращении притока рабочей силы выступают процессы взаимовлияния здоровья и экономического роста [11, с. 81]. Если экономический рост обеспечивается больше чем на 60% за счет человеческого капитала, то формирование самого человеческого капитала на 2/3 зависит от профессионального образования, финансовых вложений в образование и науку, которые хотя и растут в последние годы, но еще отстают от подобных вложений на одного человека в развитых странах [15, с. 21].

Следовательно, можно предположить, что оставшаяся часть человеческого капитала определяется состоянием его здоровья.

Ещё одной актуальной проблемой является недостаток обоснованности осуществляемых инвестиций в отдельные компоненты человеческого капитала, результатом чего является снижение их эффективности. Исследования, проведенные ранее авторами статьи, показали, что, несмотря на рост инвестиций в образование на 41,4 % (3,8 тыс. руб. на человека в среднем) и в сохранение здоровья на 42% (3 тыс. руб. на человека), ВРП Пермского края на 1 работника предприятия вырос лишь на 5,13 % [8].

Исследователями отмечается важность инвестиций в капитал здоровья, которые способствуют повышению эффективности и времени функционирования человеческого капитала в целом. Инвестиции, связанные с охраной здоровья, способны замедлить процесс износа человеческого капитала. Целью инвестиций в здоровье является сокращение потерь рабочего времени, которое достигается за счет улучшения здоровья в результате санаторно-курортного, медицинского обслуживания [12, с. 133]. Существующие методики оценки эффективности инвестиций в оздоровление населения рассматривают различные подходы по определению пользы от мероприятий по повышению уровня здоровья. Именно в таких методиках учитываются потери производительности труда как результат заболеваний, осложнений, что приводит к снижению объемов выпуска продукции и т. д. В них даны формулы экономического эффекта в случае сохранения жизни больного для ребенка и взрослого человека [16, с. 152]. Большинство методик описывают подходы и приводят аналитические выражения расчета медико-экономической эффективности, в том числе по профилям оказания медицинской помощи; представляют модели, позволяющие при учете потерь здоровья населения, оценить выгоды в случае аналогичного роста здоровья (зеркальная модель); рассчитывают экономический ущерб от потерь здоровья населения с учетом прямых и непрямых затрат и как часть – недопроизведенного ВВП [14, с. 255].

Как инвестиционное благо здоровье влияет на совокупное количество времени, доступного для рыночной и нерыночной деятельности, поскольку увеличение продолжительности жизни означает добавление дополнительных периодов деятельности получения дохода [9, с. 26]. Следовательно, выступая в качестве объекта инвестирования, здоровье может рассматриваться как капитал.

Под капиталом здоровья понимаются инвестиции в человека, необходимые для формирования, поддержания и совершенствования его здоровья и работоспособности.

Понятие «капитал здоровья» ввел в экономическую теорию М. Гроссман. Учёный считал, что капитал здоровья и человеческий капитал нужно рассматривать отдельно, так как навыки, позволяющие зарабатывать больше денег, и возможность в течение большего количества времени при-

менять эти навыки – не одно и то же. «Запас знания, которым обладает человек, влияет на его рыночную и нерыночную производительность, в то время как запас его здоровья определяет суммарное количество времени, которое он сможет потратить, зарабатывая деньги и производя товары» [2, с. 49]. Этот запас и есть капитал здоровья.

По мнению В.И. Ильинского, капитал здоровья – несущая конструкция, основа человеческого капитала. В понятие капитала здоровья В.И. Ильинский выделяет базовый и приобретенный капитал. Первый определяется совокупностью физиологических свойств человека, получаемых наследственным путем. Приобретенный капитал образуется в процессе формирования и потребления физических свойств человека, осуществляемом в производственной деятельности. Капитал приобретенного индивидом образования и уровень его культуры в конечном счете определяют, насколько интенсивно происходят процессы износа базовой и приобретенной частей капитала здоровья и, как следствие, его совокупного человеческого капитала [6, с. 55].

Величина капитала здоровья во многом зависит от качества функционирования и объема финансирования системы здравоохранения на всех уровнях экономической иерархии.

Долгое время инвестиции в здравоохранение в целом по России составляли 3,1–3,5% национального дохода, тогда как в развитых странах они находились на уровне 10% [13, с. 34]. Достижение объема и качества финансирования, обеспечивающего устойчивость социально-демографической ситуации, является общей приоритетной задачей государства и бизнеса.

Таким образом, процесс воспроизводства человеческого капитала здоровья как части национального и регионального богатства невозможен без соответствующих инвестиций на микро- и макроуровне.

На уровне работника мотивацией к поддержанию здоровья и получению образования является дифференциация его доходов. Для компании, вкладывающей деньги в развитие персонала, речь идет о повышении производительности труда, снижении издержек, связанных с временем нетрудоспособности.

Для государства и общества в целом эффект выражается в поддержании конкурентоспособности национальной экономики и росте ВВП. В связи с этим приобретают особое значение не только государственные, но и корпоративные инвестиции в поддержание физического состояния сотрудников: профилактику профзаболеваний, предоставление питания для работников, медицинское обслуживание по месту работы, оплату санаторно-курортного отдыха и лечения, лечение в медицинских учреждениях, профилакториях и санаториях, улучшение жилищных условий, страхование от несчастных случаев. Однако, как показывает статистика, доля российских предприятий и организаций, осуществляющих те или иные меры поддержки здоровья работников, составляет около 54%, что

ниже аналогичных показателей по США и европейским странам [7, с. 282–291].

В процессе инвестирования необходимо учитывать специфику человеческого капитала. Так, например, феномен мужской сверхсмертности во взрослом возрасте увеличивает цену воспроизводства мужского капитала, т. к. мужчины, умирающие в трудоспособном возрасте, не успевают «вернуть» затраченный на их воспитание и обучение человеческий капитал и реализовать накопленный индивидуальный капитал [1, с. 37].

Очевидно, что полноценно решить проблемы приращения капитала здоровья в каждом отдельно взятом регионе только за счет федерального бюджета абсолютно невозможно. Поэтому данная задача не может быть решена без широкого вовлечения сил и средств самого региона, бизнеса и личности в рамках ее ответственного и осознанного отношения к собственному здоровью.

В современных условиях таким механизмом трёхстороннего взаимодействия является государственно-частное партнёрство.

Цель реализации проекта государственно-частного партнёрства в рамках исследуемой проблемы заключается в создании устойчивых предпосылок и условий для обеспечения прироста и сохранения человеческого капитала здоровья, для достижения стратегической цели – успешного социально-экономического развития страны, региона, предприятия и выхода на принципиально новый уровень развитой высококонкурентной экономики.

Взаимосвязь этих целей очевидна: чем больше капитал здоровья на предприятии, тем выше результативность его деятельности, чем больше трудоспособного населения в регионе, тем больше валовой региональный продукт. В конечном итоге синергетический эффект (он может быть как положительным, так и отрицательным) проявляется на национальном уровне.

Воздействовать на состояние здоровья можно, лишь зная систему факторов влияния, которые представляют собой некий «каскад». Первый (высший) уровень – это факторы, влияющие на популяционное здоровье (в том числе и состояние

системы здравоохранения); второй – наиболее крупные агрегаты, воздействующие не столько на популяцию, сколько на индивидов; на третьем агрегаты детализируются на отдельные компоненты; на четвертом определяются конкретные патологии.

Капитал здоровья складывается под влиянием целого ряда социально-экономических, экологических, природно-климатических условий страны и ее регионов и пр. При этом следует использовать разные индикаторы измерения его масштабов и отличать потенциал здоровья от реального состояния человека и общества. Сфера оздоровительной рекреации может повлиять на каждую из составляющих индивидуального человеческого капитала прямо (состояние здоровья) или опосредованно (трудоспособный возраст и уровень умственных способностей). Оздоровительная рекреация позволяет в первую очередь снизить заболеваемость трудоспособного населения и, следовательно, способствует росту продолжительности жизни.

Что касается умственных способностей, то существует множество факторов, обуславливающих их развитие: наследственность, уровень образования и др., но оздоровительный эффект санаториев и курортов также способен стать толчком к росту творческой активности индивида и его саморазвитию и в конечном итоге – к повышению работоспособности и квалификации. Следовательно, потребление санаторно-курортных услуг оказывает позитивное влияние не только на индивидуальный капитал здоровья, но и на индивидуальный капитал образования [12, с. 133].

В рамках данного исследования был осуществлён анализ динамики показателей, характеризующих состояние санаторно-курортного комплекса территорий Приволжского федерального округа, таких как количество, численность размещенных лиц, доходы и затраты санаторно-курортных организаций с 2003 по 2013 гг.

В табл. 1 представлен анализ динамики изменения количества санаторно-курортных организаций Российской Федерации и Приволжского федерального округа.

Таблица 1

Динамика изменения количества санаторно-курортных организаций субъектов Приволжского федерального округа*

Регион	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Темп роста
Российская Федерация	2347	2259	2333	2173	2148	2118	2147	1997	1945	1959	1905	1841	78,44
Приволжский федеральный округ	540	518	507	492	484	489	512	462	448	447	445	428	79,26
Республика Башкортостан	79	82	82	84	80	81	89	80	79	77	82	78	98,73
Республика Марий Эл	17	18	18	18	19	19	18	15	17	17	15	15	88,24
Республика Мордовия	11	11	12	11	11	12	12	12	11	11	10	10	90,91
Республика Татарстан	57	58	60	52	52	51	52	50	48	48	47	46	80,70
Удмуртская Республика	33	32	31	32	32	32	34	34	32	34	33	32	96,97
Чувашская Республика	19	19	21	21	21	20	25	21	19	21	19	17	89,47
Пермский край	74	67	67	65	58	61	60	53	48	46	46	45	60,81
Кировская область	30	24	25	22	21	20	21	17	17	17	17	17	56,67
Нижегородская область	56	54	46	44	42	43	44	41	41	41	40	41	73,21
Оренбургская область	44	40	37	33	33	35	34	30	29	30	29	25	56,82
Пензенская область	22	18	17	17	17	19	18	18	16	16	16	15	68,18
Самарская область	57	53	49	47	53	53	63	49	49	48	48	42	73,68
Саратовская область	21	22	19	23	24	23	23	23	23	22	23	23	109,52
Ульяновская область	20	20	23	23	21	20	19	19	19	19	20	22	110,00

*Составлено по данным [4].

Статистические данные свидетельствуют о том, что с 2002 по 2013 гг. наблюдается снижение количества санаторно-курортных организаций в целом по Российской Федерации на 21,56%, а в Приволжском Федеральном округе на 20,74%. В Пермском крае количество здравниц сократилось на 39,19%. Только в двух территориях Приволжского федерального округа количество санаторно-курортных организаций выросло: в Саратовской области (темп роста составил 109,52%) и в Ульяновской области (110% соответственно). Наибольшее число санаторно-курортных организаций на 2013 г. насчитывается в республике Башкортостан – 78, в республике Татарстан – 46. Пермский край находится на третьем месте по количеству санаторно-курортных организаций (45 организаций в 2013 г.).

В Пермском крае в 2013 г. наибольшее количество здравниц приходилось на санатории и

профилактории – 31 объект, санатории для взрослых – 6 объектов, детские санатории – 6 объектов, санатории для детей с родителями, санаторный оздоровительный лагерь круглогодичного действия, бальнеологическая лечебница представлены в единичном экземпляре [4]. Снижение количества санаторно-курортных организаций влечет за собой сокращение и их разнообразия, что уменьшает возможность разнопрофильного лечения и оздоровления.

При этом лечебно-оздоровительные услуги, которые получает человек в рамках учреждений санаторно-курортного комплекса, способны повысить качество здоровья в 2–2,5 раза [10, с.149].

Следующим показателем, характеризующим развитие рынка санаторно-курортных услуг, является численность размещенных лиц в санаториях (табл. 2).

Таблица 2

Численность размещенных лиц в санаторно-курортных организациях Приволжского округа за 2002–2013 гг.* (тыс. человек)

Субъекты ПФО	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Темп роста
Российская Федерация	4 953	4 961	5 473	5 941	6 085	6 071	6 356	5 775	5 674	5 733	5 751	5 675	115
Приволжский федеральный округ	960	940	1 075	1 171	1 232	1 346	1 426	1 199	1 189	1 270	1 242	1 236	129
Республика Башкортостан	155	167	187	210	225	243	255	230	227	238	240	256	165
Республика Марий Эл	32	34	38	42	52	48	42	37	41	46	42	43	133
Республика Мордовия	16	14	16	19	19	20	22	19	19	19	18	20	127
Республика Татарстан	116	116	146	162	151	168	162	140	132	163	159	141	122
Удмуртская Республика	56	53	57	79	84	94	88	76	82	92	81	96	171
Чувашская Республика	39	33	43	56	54	70	68	61	64	64	50	53	136
Пермский край	128	130	141	132	144	138	143	130	124	144	139	132	103
Кировская область	63	54	63	66	70	71	73	69	67	70	69	65	102
Нижегородская область	87	84	87	94	103	124	190	95	103	108	112	112	129
Оренбургская область	55	44	47	38	48	67	57	53	54	50	48	49	90
Пензенская область	33	31	35	45	40	45	39	40	35	50	43	39	118
Самарская область	107	106	119	115	130	142	170	140	130	134	141	126	117
Саратовская область	33	32	52	66	64	68	71	66	57	52	52	54	166
Ульяновская область	40	41	45	46	48	50	47	43	53	43	47	51	128

*Составлено по данным [4].

Анализ данных таблицы свидетельствует о том, что численность размещенных лиц в санаторно-курортных организациях Российской Федерации и Приволжского федерального округа выросла на 15% и 3 % соответственно. Исключением является Оренбургская область, где данный показатель за исследуемый период сократился на 10%. Лидерами являются республика Башкортостан и Саратовская область, число размещенных в санаторно-курортных организациях лиц в данных регионах увеличилось на 65% и 66% соответственно.

Увеличение численности отдыхающих на фоне сокращения санаторно-курортных организаций можно объяснить тем, что россияне уже не могут позволить себе лечение в санатории в течение трёх недель, как это предписывает курортология, предпочитая 10–14-дневные курсы. В связи с этим актуальной является разработка дополнительных программ по софинансированию инвестиций в капитал здоровья. В отличие от зарубежной прак-

тики российский опыт в сфере организации программ поддержки здоровья изучен мало. Отсутствуют регулярные статистические данные, которые позволили бы анализировать активность работодателей, понять, каков охват работников программами охраны здоровья, насколько они дифференцированы по предприятиям и видам деятельности, какие формы льгот представлены в большей или меньшей степени, какова их связь с другими показателями деятельности предприятия [5, с. 22].

Показателем экономической эффективности и активности организации являются доходы. Доходы в санаторно-курортных организациях формируются за счет покупки путевок, курсовок, посещения различных природных объектов курортно-рекреационной территории и за счет рекреации и покупки дополнительных лечебно-оздоровительных услуг. Рассмотрим динамику показателей доходов санаторно-курортных организаций регионов Приволжского округа (табл. 3).

Таблица 3

Доходы санаторно-курортных организаций от предоставляемых услуг без НДС, акцизов и аналогичных платежей в регионах Приволжского федерального округа (млн руб.)*

Субъекты ПФО	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Темп роста
Российская Федерация	33778,6	39754,4	50823,1	61116,0	68777,1	82258,2	83812,6	83275,9	89683,7	97411,1	100265,4	296,83
Приволжский федеральный округ	5295,7	6528,4	8680,0	10430,0	11954,7	15282,8	15158,0	15141,7	16739,3	18500,0	19484,9	367,94
Республика Башкортостан	1027,7	1276,6	1604,1	2039,8	2237,8	3171,9	3208,2	3521,4	3823,4	4183,1	4554,7	443,19
Республика Марий Эл	90,0	108,6	183,0	183,8	209,0	256,6	254,8	226,0	283,9	373,8	378,0	420,00
Республика Мордовия	70,9	88,3	131,7	157,1	179,5	203,7	201,0	190,2	206,6	241,0	241,1	340,06
Республика Татарстан	874,3	954,9	1223,2	1334,9	1491,9	1854,8	1861,2	1762,2	1975,2	2532,2	2724,0	311,56
Удмуртская Республика	280,7	381,2	515,5	618,4	766,1	898,6	1223,0	945,8	1041,6	1127,7	1204,4	429,07
Чувашская Республика	198,9	254,2	383,1	453,4	522,0	654,7	593,8	592,5	644,6	688,6	703,8	353,85
Пермский край	886,8	1069,8	1356,6	1631,4	1796,7	2391,5	2117,4	2175,8	2527,3	2640,1	2753,4	310,49
Кировская область	410,8	533,3	644,2	817,8	955,2	1126,9	1209,4	1207,6	1314,1	1453,0	1453,2	353,75
Нижегородская область	328,1	382,7	453,2	548,8	615,6	763,9	799,6	864,1	966,3	1004,5	847,5	258,31
Оренбургская область	197,9	177,8	311,8	349,4	488,0	641,1	665,7	660,8	668,0	732,7	816,8	412,73
Пензенская область	141,9	187,4	339,3	299,7	347,6	389,9	461,1	355,2	441,9	525,9	495,6	349,26
Самарская область	381,7	597,2	805,7	1187,6	1412,3	1832,4	1459,5	1515,5	1622,9	1814,2	1765,3	462,48
Саратовская область	168,7	240,2	350,9	361,2	416,2	494,8	547,3	520,7	576,1	497,1	622,9	369,24
Ульяновская область	237,3	276,1	377,7	446,7	516,6	602,1	556,1	603,9	647,3	686,2	924,2	389,46

*Составлено по данным [4].

Анализ данных табл. 3 показал, что наблюдается увеличение доходов санаторно-курортных организаций как в целом по Российской Федерации, так и в Приволжском федеральном округе, что отчасти можно объяснить ростом стоимости санаторно-курортного лечения и оздоровления. В Российской Федерации доходы санаторно-курортных организаций за исследуемый десятилетний период

увеличились почти в 3 раза, в Приволжском федеральном округе – почти в 7,5 раз. Лидерами по росту доходов являются Самарская область и Республика Башкортостан. Доходы санаторно-курортных организаций Пермского края выросли в 3 раза.

Рассмотрим затраты санаторно-курортных организаций территорий Приволжского федерального округа (табл. 4).

Таблица 4

Затраты санаторно-курортных организаций, связанные с производством и реализацией продукции (работ, услуг, товаров) (значение показателя за год, млн рублей) *

Субъекты ПФО	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Темп роста
Российская Федерация	38882,7	47382,6	57417,1	70444,9	77491,6	98352,0	100332,9	105047,3	110624,1	116777,6	123399	317,36
Приволжский федеральный округ	6556,31	7651,90	9508,56	11662,96	13319,69	17437,22	15800,48	16119,24	18263,78	19830,17	21104,6	321,90
Республика Башкортостан	1112,24	1496,58	1850,33	2162,60	2310,22	3225,12	2730,09	3136,78	3641,20	3945,26	4477,19	402,54
Республика Марий Эл	90,85	106,57	181,30	174,81	198,38	244,28	246,33	222,45	271,51	325,49	363,49	400,10
Республика Мордовия	79,73	92,88	127,08	154,74	166,31	194,68	189,55	204,47	238,45	235,64	232,59	291,72
Республика Татарстан	984,34	1170,83	1379,99	1631,70	1782,47	2254,87	2340,53	2159,22	2371,14	2805,04	3056,56	310,52
Удмуртская Республика	497,99	473,99	524,72	674,36	868,94	925,77	1038,24	1086,48	1209,10	1328,26	1392,54	279,63
Чувашская Республика	218,84	277,83	391,33	445,76	500,88	655,18	591,17	541,31	758,40	737,25	772,31	352,91
Пермский край	1105,16	1201,00	1392,27	1849,97	2006,15	3340,80	2332,29	2072,30	2407,47	2487,58	2705,89	244,84
Кировская область	447,84	556,28	660,25	815,62	945,24	1128,25	1192,27	1221,28	1341,36	1426,65	1374,97	307,02
Нижегородская область	385,93	441,74	527,08	701,16	884,98	1021,31	1097,98	1212,15	1179,61	1157,46	1469,59	380,79
Оренбургская область	239,89	231,13	363,08	427,06	586,39	741,18	679,55	699,29	849,61	897,69	922,49	384,55
Пензенская область	159,64	189,27	341,78	310,00	376,90	404,54	456,83	382,11	445,83	553,56	531,45	332,91
Самарская область	662,87	828,22	1054,62	1479,97	1740,98	2180,35	1885,43	1877,19	2119,51	2402,09	2217,97	334,60
Саратовская область	295,70	328,39	409,38	485,82	569,18	671,38	579,39	742,68	848,49	892,44	965,04	326,36
Ульяновская область	275,29	257,21	305,35	349,37	382,68	449,52	440,85	561,54	582,10	635,77	622,51	226,13

*Составлено по данным [4].

Данные табл. 4 показывают, что увеличение затрат происходит и в Российской Федерации, и на всех территориях Приволжского федерального округа. При этом в Российской Федерации темп роста затрат составил 317,4%, а темп роста доходов – лишь 296,8%. В Приволжском федеральном округе темп роста доходов незначительно опережает темп роста затрат. Санаторно-курортные организации всех территорий исследуемого региона являются рентабельными.

Таким образом, анализ показателей, характеризующих развитие санаторно-курортных организаций в современной рыночной среде, позволяет сделать выводы:

– за анализируемый период количество санаторно-курортных организаций и численность размещённых в них лиц сократилась как в целом в Российской Федерации и в Приволжском федеральном округе, так и в Пермском крае;

– несмотря на превышение темпов роста затрат над темпами роста доходов санаторно-

курортных организаций, их деятельность является в Приволжском федеральном округе и в Пермском крае рентабельной.

Результативность деятельности санаторно-курортного комплекса территории можно оценить при помощи изменения первичной общей заболеваемости и заболеваемости теми болезнями, на профилактику которых направлены услуги, предоставляемые санаториями на определённой территории.

В качестве показателей, характеризующих эффективность санаторно-курортных организаций

Пермского края, рассматривались показатели общей заболеваемости и первичная заболеваемость болезнями органов пищеварения, мочеполовой и нервной системы, так как на профилактику именно этих заболеваний направлена деятельность санаториев Пермского края.

В табл. 5 представлены корреляционные зависимости исследуемых показателей санаторно-курортной службы с показателями заболеваемости.

Таблица 5

Корреляция показателей заболеваемости с показателями, характеризующими деятельность санаторно-курортной службы

Показатели результативности санаторно-курортной деятельности	Доходы санаторно-курортных организаций	Затраты санаторно-курортных организаций	Численность размещенных лиц в санаторно-курортных организациях	Количества санаторно-курортных организаций
Общая заболеваемость	0,77	0,35	-0,9	-0,78
Болезни органов пищеварения	0,15	0,19	0,15	-0,15
Болезни мочеполовой системы	-0,02	0,36	0,3	0,22
Болезни нервной системы	-0,04	0,47	0,41	0,46

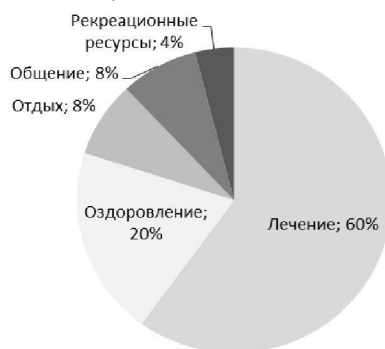
Полученные коэффициенты парной корреляции позволяют сделать вывод о том, что рост количества санаторно-курортных организаций и численности размещенных в них лиц вызывает снижение общей заболеваемости. Связь показателей, характеризующих деятельность санаторно-курортных организаций, и показателей первичной заболеваемости по профильным заболеваниям практически отсутствует, что может свидетельствовать о снижении профилизации деятельности санаторно-курортных организаций в рыночных условиях.

В качестве фактора, определяющего спрос на услуги санаторно-курортных организаций, были

выбраны денежные доходы населения. Анализ показал, что существует связь между денежными доходами на душу населения в Пермском крае и доходами санаторно-курортных организаций края (коэффициент корреляции 0,95).

По результатам исследования, проведенного в сентябре-октябре 2014 г., в котором приняли участие 750 респондентов, что составляет 5% от общего числа отдыхающих ежегодно на курортах Пермского края, было выявлено, что путевки приобретаются с различными целями, в основном это лечение, восстановление, отдых.

На рисунке представлено процентное соотношение различных целей отдыха.



Основные цели отдыха в санаторно-курортных организациях Пермского края

Большая часть отдыхающих посещают санаторно-курортные организации с целью лечения (60%), оздоровления (20%), отдыха (8%), среди них есть гости, приехавшие ради общения – их насчитывается также 8% и 4% приезжают с целью рекреации. По результатам проведенного опроса выявлено, что наибольшая продолжительность лечения составляет 11–14 дней – 60,7%, наименьшая часть предпочитает полный курс санаторно-курортного оздоровления (21 день), наблюдается рост отдыхающих по путевкам выходного дня, т.е. с рекреационными функциями.

Источниками финансирования покупки путевки в санаторно-курортное учреждение являются собственные средства населения края (отметили 56% респондентов), средства работодателя (15% респондентов), частично за счет средств работодателя (10,1% респондентов), частично за счет средств профсоюзных организаций (6,6% респондентов).

Покупка путевок на санаторно-курортное лечение наблюдается на протяжении всего года, что свидетельствует о стабильности спроса на данный вид услуг.

Подводя итоги анализа санаторно-курортной деятельности Пермского края, рассмотрим интегральный рейтинг показателей санаторно-курортных организаций края в сравнении с регио-

нами-соседями Приволжского федерального округа, к которым относятся Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Удмуртская республика и Кировская область (табл. 6).

Таблица 6

Интегральный рейтинг санаторно-курортного комплекса Пермского края среди соседних регионов Приволжского федерального округа

Показатель	Число санаторно-курортных организаций	Число койко-мест	Численность размещенных лиц	Доходы санаторно-курортных организаций	Итоговый рейтинг
2010	3	4	4	2	3
2011	4	4	3	2	3
2012	4	4	4	2	3
2013	3	4	3	2	3
Средний рейтинг	3	4	3	2	3

Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что в сравнении с соседними территориями Пермский край имеет невысокий рейтинг по критериям количества санаторно-курортных организаций, числу койко-мест и численности размещенных лиц. Так, например, число санаторно-курортных организаций края составляет 45 объектов против 78 в республике Башкортостан. По величине доходов санаторно-курортные организации Пермского края находятся на втором месте по сравнению с соседними территориями. Итоговый рейтинг санаторно-курортного комплекса Пермского края не меняется на протяжении исследуемого периода и составляет 3.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать ряд выводов.

Санаторно-курортный комплекс – сложный природно-социальный объект, основной деятельностью которого является сохранение и восстановление здоровья отдыхающих, а также оказание рекреационных услуг населению. Потребление санаторно-курортных услуг является одним из факторов, оказывающих влияние на капитал здоровья и на количество и качество человеческого капитала в целом.

Развитие рыночных отношений в санаторно-курортной сфере привело к сокращению количества санаторно-курортных организаций и численности размещённых лиц в них в целом в Российской Федерации и на большей части территорий Приволжского федерального округа, в том числе и в Пермском крае.

Анализ динамики доходов и расходов санаторно-курортных организаций показал, что они имеют достаточно низкую рентабельность.

Результативность санаторно-курортных услуг является также достаточно низкой по причине сокращения сроков лечения и слабой профиликации деятельности санаторно-курортных организаций.

Более половины населения приобретает санаторно-курортные путёвки за собственные денежные средства, что, безусловно, влияет на количество оздоравливающихся.

Эффективное развитие рынка санаторно-курортных услуг возможно при активном участии населения, работодателей и государства. Не слу-

чайно, несмотря на невозможность количественной оценки всех выгод от реализации программ охраны здоровья и развития курортотечения, многие страны предпринимают специальные меры, стимулирующие работодателей организовывать и финансировать рекреационные программы для своих сотрудников и членов их семей. Эти меры должны найти отражение как в соответствующих стратегических документах, целевых программах, так и в законодательных актах.

Список литературы

1. *Базуева Е.В.* Динамика смертности населения России: гендерный аспект // *Здоровье – основа человеческого потенциала – проблемы и пути их решения.* 2013. Т. 8, № 1. С. 36–37.
2. *Василенко И. В., Боровкова О. Э.* Здоровье как социальный актив в борьбе за статус и удовлетворение потребностей в современном российском обществе // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 7: Философия. Социология и социальные технологии.* 2014. № 2. С. 45–51.
3. *Добрынин А. И., Дятлов С. А., Курганский С. А.* Методология человеческого капитала // *Экономика образования.* 1999. № 1. С. 10–15.
4. *Единая межведомственная информационно-статистическая система.* URL: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do> (дата обращения: 15.05.2015).
5. *Засимова Л.С., Хоркина Н.А., Калинин А.М.* Роль государства в развитии программ укрепления здоровья на рабочем месте // *Вопросы государственного и муниципального управления.* 2014. № 4. С. 22–29.
6. *Ильинский И. В.* Инвестиции в будущее: образование в инновационном воспроизводстве. СПб.: Изд. СПбУЭФ, 1996. 163 с.
7. *Колосницына М., Лесневский К.* Политика здоровья на российских предприятиях: опыт эмпирического анализа // *Мотивация и оплата труда.* 2012. № 4. С. 282–291.
8. *Лепихина Т.Л., Карнович Ю.В.* Социальное и экономическое значение здоровья работников как фактора накопления человеческого капитала предприятия // *Современные технологии управления.* 2013. №01 (25). URL:

<http://sovman.ru/all-numbers/archive-2013/january2013/item/146-social-and-economic-importance-of-workers-health-as-a-factor-of-accumulation-of-the-human-capital-of-the-enterprise.html> (дата обращения: 04.05.2015).

9. Мухачева А.В. Инвестиции работников в здоровье как способ повышения уровня и качества жизни // Глобальный научный потенциал. 2010. № 7. С. 26–27.

10. Оборин М.С. Динамика развития санаторно-курортного комплекса и лечебно-оздоровительного туризма в Пермском крае // Вестник Удмуртского университета. 2013. № 6–4. С. 146–153.

11. Оганезова А.В. Инвестиционный подход к здоровью в условиях старения населения // Бизнес-информ. 2012. № 10. С. 81–84.

12. Сайпушева О. С. Вклад оздоровительной рекреации в воспроизводство человеческого капитала // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2009. № 92. С. 132–135.

13. Станишевская С.П., Якупова И.Н. Взаимосвязь человеческого потенциала и инвестиционной привлекательности территории (на примере крупных городов) // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Экономика. 2013. Вып. 4 (19). С. 32–40.

14. Угольников В.В. Формирование среды оказания экономически эффективной высокотехнологичной медицинской помощи: инвестиции в капитал здоровья // Инновации. Менеджмент. Маркетинг. Туризм. 2013. № 1. С. 254–255.

15. Хараева М.С. Человеческий капитал как фактор опережающего экономического развития // Креативная экономика. 2009. № 3. С. 20–27.

16. Шамаков Д.И. Оценка экономического ущерба от потерь здоровья населения в России и ее регионах. М.: Приор, 2004. 316 с.

Получено: 10.06.2015

References

1. Bazueva E.V. Dinamika smertnosti nase-lenija rossii: gendernyj aspect [Dynamics of population mortality in Russia: gender aspect]. *Zdorov'e - osnova chelovecheskogo potenciala - problemy i puti ih reshenija* [Health as the basis of human potential: problems and ways of their solution], 2013, no 1, pp. 36–37.

2. Vasilenko I.V., Borovkova O.Je. Zdorov'e kak social'nyj aktiv v bor'be za status i udovletvorenije potrebnoje v sovremennom rossijskom obshhestve [Health as a social asset in the struggle for status and satisfaction in the modern Russian society]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta* [Volgograd state University Herald], 2014, no. 2, pp. 45–51.

3. Dobrynin A.I., Djatlov P.A., Kurganskij P.A. [Human capital methodology]. *Jekonomika obrazovanija* [Economics of education], 1999, no. 1, pp. 10–15.

4. Edinaja mezhdomstvennaja informacionno-statisticheskaja sistema [Unified interagency

information-statistics system]. Available at: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>. (accessed 15.05.2015).

5. Zasimova L.P., Horkina N.A., Kalinin A.M. Rol' gosudarstva v razvitii programm ukrepleniya zdorov'ja na rabochem meste [Role of the state in the development of health programmes in the workplace]. *Voprosy gosudarstvennogo i municipal'nogo upravlenija* [Problems of state and municipal management], 2014, no. № 4, pp. 22–29.

6. П'инский I.V. *Investicii v budushhee: obrazovanie v innovacionnom vosproizvodstve* [Investing in the future: education in innovative reproduction]. St. Petersburg, Izd. SPbUJeF Publ., 1996. 163 p.

7. Kolosnycyna M., Lesnevskij K. Politika zdorov'ja na rossijskih predpriyatijah: opyt jem-piricheskogo analiza [Health policy at Russian enterprises: an empirical analysis]. *Motivacija i oplata truda* [Motivation and remuneration], 2012, no. 4, pp. 282–291.

8. Lepihina T.L., Karpovich Ju.V. Social'noe i jekonomicheskoe znachenie zdorov'ja rabotnikov kak faktora nakoplenija chelovecheskogo kapitala predpriyatija [Social and economic importance of the health of workers as a factor of accumulation of human capital enterprises]. *Sovremennye tehnologii upravlenija* [Modern management technologies], 2013, no. 1(25). Available at: <http://sovman.ru/all-numbers/archive-2013/january2013/item/146-social-and-economic-importance-of-workers-health-as-a-factor-of-accumulation-of-the-human-capital-of-the-enterprise.html> (accessed 04.05.2015).

9. Muhacheva A.V. Investicii rabotnikov v zdorov'e kak sposob povysheniya urovnja i kachestva zhizni [Investment in workers ' health as a way to improve the level and quality of life]. *Global'nyj nauchnyj potencial* [Global scientific potential], 2010, no. 7, pp. 26–27.

10. Oborin M.P. Dinamika razvitija sanatorno-kurortnogo kompleksa i lechbenno-ozdorovitel'nogo turizma v Permskom krae [Dynamics of development of sanatorium-resort and health tourism in the Perm region]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta* [Bulletin of Udmurt University], 2013, no. 6, pp. 146–153.

11. Oganезова A.V. Investicionnyj podhod k zdorov'ju v uslovijah starenija naselenija [Investment approach to health in terms an aging population]. *Biznes-inform* [Business-inform], 2012, no. 10, pp. 81–84.

12. Sajpusheva O.P. Vklad ozdorovitel'noj rekreacii v vosproizvodstvo chelovecheskogo kapitala [Contribution of health recreation to the reproduction of human capital]. *Izvestija Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena* [Russian State Pedagogical University Bulletin named after A.I. Herzen], 2009, no. 92, pp. 132–135.

13. Stanishevskaja P.P., Jakupova I.N. Vzaimosvjaz' chelovecheskogo potenciala i investicionnoj privlekatel'nosti territorii (na primere krupnyh gorodov) [The relationship of human potential and investment attractiveness of the territory (on the example of large cities)]. *Perm University Herald. Economy*, 2013, no. 4 (19), pp. 32–40.

14. Ugol'nikov V.V. Formirovanie sredy okazaniya jekonomicheski jeffektivnoj vysokotekhnologichnoj medicinskoj pomoshhi: investicii v kapital zdorov'ja [Formation of the environment provide cost-effective high-tech medical care: investment in health capital]. *Innovacii. Menedzhment. Marketing. Turizm* [Innovations. Management. Marketing. Tourism], 2013, no. 1, pp. 254–255.

15. Haraeva M.P. Chelovecheskij kapital – kak faktor operezhajushhego jekonomicheskogo razvitija [Human capital as a factor of advancing economic de-

velopment]. *Kreativnaja jekonomika* [Journal of creative economy], 2009, no. 3. pp. 20–27.

16. Shmakov D.I. *Ocenka jekonomicheskogo ushherba ot poter' zdorov'ja naselenija v Rossii i ee regionah* [Assessment of the economic losses of the population health in Russia and its regions]. Moscow, Prior Publ., 2004. 316 p.

The date of the manuscript receipt:
10.06.2015

HEALTH RESORT TREATMENT AS A FORM OF INVESTMENT IN HEALTH CAPITAL

Tatiana L. Lepikhina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

E-mail: l-pstu@inbox.ru

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

Yuliya V. Karpovich, Senior Lecturer

E-mail: karpushki@mail.ru

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

Matvey S. Oborin, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor

E-mail: matvey_uk@rambler.ru

Perm Institute (Branch) of Plekhanov Russian University of Economics; 57, Gagarina bul., Perm, 614070, Russia

Relevance of the topic under consideration is connected with the necessity of studying indicators which characterize the state of the sanatorium-resort complex. This will allow for identifying the most problematic factors in decision-making when taking decisions concerning the complex's development. The paper justifies the importance of health resort treatment as a factor of health capital, which contributes to increasing the effectiveness and duration of human capital's functioning in general. The dynamics of indicators characterizing activities of sanatorium-resort institutions in the territories of the Russian Federation and the Volga Federal District, including Perm region, is evaluated. The following methodological principles were used in the course of research: the system principle, which helps to identify the most problematic indicators characterizing activities of the sanatorium-resort organizations, the principle of unity of methodology, theory and practice, allowing for accurate testing of theoretical hypotheses by means of correlation analysis of indicators. It is concluded that the abovementioned activities are effective in terms of the population's general health but not effective in terms of specialized treatment. The authors also conducted analysis of the influence of income as a dominant factor on the demand for sanatorium-resort services. According to the analysis results, in Perm region there is a fairly high correlation between money income per capita and income of sanatorium institutions. The article also provides the results of studying duration of staying in sanatorium institutions, motives for acquiring health resort vouchers, and sources of funding such vouchers characteristic of Perm region. The evaluation allowed us to make an integral rating of the sanatorium complex of Perm region among the neighboring regions of the Volga Federal District. Besides, the article identifies some problems of the sanatorium-resort complex's development, such as low profitability, poor profiling, and reduction in the number of patients.

Keywords: health capital, human capital, evaluation, sanatorium-resort complex of the region, efficiency.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Лепихина Т.Л., Карпович Ю.В., Оборин М.С. Курортное лечение как форма инвестирования в капитал здоровья // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 123–131.

Please cite this article in English as:

Lepikhina T.L., Karpovich Y.V., Oborin M.S. Health resort treatment as a form of investment in health capital // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 123–131.

РАЗДЕЛ IV. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

УДК 001.8:658

ББК 65.291в7

**АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОЦЕНКИ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ****Е.А. Третьякова, докт. экон. наук, профессор кафедры «Экономика и финансы»,**Электронный адрес: E.A.T.pnru@yandex.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29

Т.В. Алферова, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Менеджмент»Электронный адрес: Talferova@pief.ru

АНО ВО «Пермский институт экономики и финансов», 614068, г. Пермь, ул. Екатерининская,

Ю.И. Пухова, магистрант кафедры «Экономика и финансы»Электронный адрес: malshakova.ylia@yandex.ru

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29

Успешное функционирование предприятия в рыночных условиях невозможно без его устойчивого развития, формирование же механизма устойчивого развития требует всесторонней оценки деятельности предприятия, выявления тенденций его развития и динамики основных показателей. Рассмотрение социальных, экономических и экологических параметров деятельности предприятий в едином комплексе стало уже общепризнанной тенденцией науки и практики. Несмотря на это, многие проблемы устойчивого развития либо остались за пределами исследований, либо не привели к выработке единого мнения по некоторым категориям, например «устойчивость», «развитие» и мн. др. На сегодняшний день также отсутствует единый методологический инструментарий оценки устойчивого развития, что объясняется, во-первых, сложностью самого понятия «устойчивое развитие» (учет экономической, экологической и социальной составляющей), во-вторых, различием взглядов на проблему (от научного до политического) и, в-третьих, характером решаемой задачи (масштаб, цель, объект исследования и пр.). Данная статья посвящена аналитическому исследованию современных методических подходов к оценке устойчивого развития промышленных предприятий. Авторы рассматривают особенности, преимущества и недостатки предлагаемых современными учеными методик. Результаты данного исследования расширяют теоретические подходы к формированию и реализации механизма оценки устойчивого развития путем сочетания статистического и динамического подходов к его оценке. Данный подход позволит не только комплексно оценить степень устойчивого развития, но и подтвердить или опровергнуть результаты, полученные с использованием только статического или динамического подхода. Подтверждение же или опровержение полученных ранее выводов есть результат их проверки.

Ключевые слова: устойчивое развитие, промышленность, оценка устойчивого развития.

Модель развития, в которой рост экономического и социального благополучия сбалансирован возможностями окружающей природной среды, является важнейшим ориентиром для глобальной экономики с момента принятия общемировой концепции устойчивого развития в 1992 г. Россия, как и многие другие страны, сформулировала собственную концепцию устойчивого развития, тем самым определив ее как одно из приоритетных направлений в развитии национальной экономики.

Более чем двадцатилетний опыт международного сотрудничества в области обеспечения достойного развития цивилизации дал позитивные результаты в борьбе с бедностью и социально значимыми заболеваниями, в сфере развития альтер-

нативной энергетики, сельскохозяйственных технологий и т.д. Однако до сих пор остаются открытыми вопросы измерения и оценки устойчивого развития.

В настоящее время собственные методики оценки разработаны такими крупными международными организациями, как ООН, Организация экономического сотрудничества и развития, Всемирный банк, Европейское сообщество и т.д. Несмотря на то что к настоящему моменту накоплен значительный методологический и практический опыт в данной области, на сегодняшний день еще не выработано общепринятого теоретико-методологического подхода к анализу и оценке устойчивого развития. В настоящее время можно

говорить о том, что методология измерения устойчивого развития находится в стадии формирования.

Промышленное производство играет большую роль в современной экономике. Уровень его развития определяет качество жизни населения отдельных стран и регионов. В связи с этим качественная и адекватная оценка устойчивого развития промышленных предприятий является крайне актуальной.

Определение основных направлений совершенствования методического инструментария оценки устойчивого развития предприятий затруднено наличием множества различных точек зрения и взглядов на эту проблему, что требует их систематизации и анализа. Таким образом, целью данной работы является проведение сравнительного анализа имеющихся авторских подходов к оценке устойчивого развития промышленных предприятий.

В основу анализа было положено авторское определение устойчивого развития как совокупности процессов позитивных изменений, воплощающих их технологий, направленных на гармонизацию отношений между экономической, экологической и социальной сферами для удовлетворения потребности социально-экономической системы в долгосрочном существовании [2]. Исходя из этого, методики должны позволять оценивать процессы позитивных изменений, происходящих в процессе развития, при этом учитывать сбалансированность социальной, экономической и экологической сфер деятельности, позволяющей системам существовать неопределенно долгое время.

В процессе исследования был проведен обзор более 150 источников литературы, посвященных вопросам оценки устойчивого развития промышленных предприятий. Из них для сравнительной оценки были отобраны публикации, наиболее полно отражающие оригинальные авторские подходы и методические особенности. Сформированная авторами итоговая таблица отражает основные достоинства и недостатки методик разных авторов.

Из представленных в таблице авторских подходов к оценке устойчивого развития предприятий рассмотрим наиболее важные для целей нашего исследования.

С точки зрения динамического подхода Т.В. Алферова, А.В. Баранов, Е.А. Третьякова,

Г.Р. Яруллина рассматривают деятельность промышленного предприятия как динамичный меняющийся процесс. Н.В. Хомяченкова и О.В. Шаламова, напротив, рассматривают устойчивое развитие именно с точки зрения устойчивости, а не изменений. Сторонники синергетического подхода, предполагающего скачкообразное изменение системы с переходом на новый качественный уровень, К.А. Денисов, А.В. Соломка, Е.А. Ляскова, акцентируют внимание на внедрении инновационных процессов и подчеркивают перманентный характер инновационной составляющей в достижении устойчивого развития.

Другие авторы, такие как А.С. Барканов и Е.А. Лясников, предлагают рассмотреть стратегический уровень оценки устойчивого развития. В данном случае стратегический подход заключается в обеспечении конкурентного преимущества через разработку механизма устойчивого развития предприятия. Речь идет о характеристике хозяйственной устойчивости как режима развития.

М.А. Ассаул, Н.А. Хомяченкова, А.Б. Шестаков включают в оценку устойчивого развития рисковую составляющую для того, чтобы заблаговременно предупредить о грозящей опасности и принять необходимые меры поддержания и обеспечения устойчивости.

Далее рассмотрим особенности методического инструментария, предлагаемого различными авторами для оценки устойчивого развития.

Предложенный Н.В. Шестериковой [24] интегральный показатель дает возможность оценить, насколько устойчиво работает предприятие и эффективна реализация предлагаемой стратегии его развития. С этой целью автор использует экспертный метод определения уровня влияния каждого фактора на экономическую устойчивость предприятия и проверяет согласованность мнений экспертов. Далее проводится приведение рассчитанных показателей к единой системе измерения и определяется усредненное значение. Последним этапом рассчитывается итоговое значение показателя экономической устойчивости и дается оценка состояния предприятия. Заметим, что экспертный метод требует оптимального количества экспертов и должен производиться в том случае, когда нельзя использовать более объективные методы [18].

Сравнение методик оценки устойчивого развития предприятия

№	Авторы	Особенность	Недостатки метода	Достоинства метода
1	Алферова Т.В., Третьякова Е.А.	Оценка устойчивого развития на основе динамической системы показателей	Сложность расчёта матрицы фактического упорядочения	Логическое соотношение всех показателей
2	Ассаул М.А.	Оценка устойчивости предприятия к рискам и угрозам	Большое внимание уделяется исследованию внешней среды организации	Постановка задачи на основе применения принципов теории катастроф в моделировании устойчивости организации
3	Баранов А.В.	Объединяет несколько различных идей и методик. Он отражает устойчивое развитие предприятия в динамической модели	Считает экологическую составляющую наименее значимой	Оценка инновационного развития
4	Барканов А.С.	Анализируются финансовая деятельность, отношения с потребителями, организация внутренних бизнес-процессов, рост и развитие	Недостаточность экологического аспекта	Согласование краткосрочных и долгосрочных целей развития

№	Авторы	Особенность	Недостатки метода	Достоинства метода
5	Букреев В.В.	Ключевые направления – социальный аудит, обучение работников основам хозяйствования, инкубатор предприятий, деятельность профсоюзов	Несбалансированное рассмотрение эколого-социально-экономической системы (предприятия)	Комплекс подсистем обеспечения социальной устойчивостью предприятия
6	Гонова О.В.	Использует современный модельно-методический аппарат для оценки устойчивого развития предприятия	Определение частных показателей, составляющих интегральный показатель, экспертным путем	Согласование экологической и экономической эффективности
7	Гусев С.А.	Представлен информационный подход к мониторингу состояния устойчивого развития промышленного предприятия	Рассматривает только финансовые показатели	Подход основывается на вычислении информационной энтропии комплекса финансовых показателей, характеризующих основные параметры состояния предприятия
8	Денисов К.А.	Интегральный показатель устойчивого и инновационного развития	В статике показатель в норме, а в динамике выходит за рамки нормы	Акцент на инновационном развитии
9	Дубков С.В.	Модель в виде модифицированного параметрического векторного функционального графа	Излишняя сложность и громоздкость модели	Согласование экологической и экономической эффективности
10	Ильичёва А.В.	К интегральной оценке добавляет метод нечётных множеств в экономике	Недостаточное внимание экологическому аспекту устойчивого развития	Простота приведённой условной градации показателя устойчивого развития
11	Краснов М.А.	Построение конкурентоспособной региональной экономики с устойчивым развитием на основе создания и стимулирования формирования конкурентной среды во всех сферах	Зависимость от эффективности антикризисного управления	Учет и анализ социального, производственного, природно-ресурсного и институционального блоков
12	Лясковская Е.А.	Разработка и реализация инновационной стратегии посредством обеспечения устойчивости развития предприятия	Недостаточность экологического фактора	Система принципов управления устойчивостью предприятия
13	Ляшников Н.В.	Управление промышленным предприятием, рассматривающее потребительское поведение как важнейшее условие обеспечения стратегической устойчивости предприятия	Недостаточность социально-экологического фактора	Исследование стратегической устойчивости промышленного предприятия с учетом долгосрочного потребительского поведения
14	Мельник Т.Е.	Комплексный показатель устойчивости	Большое количество общих показателей экономической устойчивости	Комплексный показатель
15	Светульников С.Г., Смолькин В.П.	Социо-эколого-экономическая система индикаторов устойчивого развития	Используется множество показателей, не относящихся к экономике	Используется показатель соотношения средней заработной платы руководителя со средней зарплатой работника
16	Соломка А.В.	Система управления устойчивым развитием предприятия в условиях активной инновационной деятельности	Устойчивое развитие рассматривается со стороны устойчивости, а не со стороны развивающегося процесса	Комплексный показатель; Отражение инновационного развития
17	Филиппенко Д.С.	Интегральный показатель конкурентоспособности	Не рассмотрен экологический фактор	Использует не только внутренние факторы, но и внешние. Не выделяет экологическую составляющую в отдельный ключевой фактор
18	Хомяченкова Н.А.	Интегральный показатель устойчивого развития	Устойчивое развитие рассматривается со стороны устойчивости, а не со стороны развивающегося процесса	Используются как абсолютные, так и относительные показатели; рассматривается рискованная устойчивость
19	Шаламова О.В.	Интегральный показатель устойчивого развития	Показатели значительно отличаются от других авторов; устойчивое развитие рассматривается со стороны устойчивости, а не со стороны развивающегося процесса	Используются как абсолютные, так и относительные показатели; вводится алгоритм оперативных действий
20	Шестаков А.Б.	Экономико-математические модели планирования устойчивого развития промышленного предприятия для двух типов рынка – стабильного и динамично изменяющего	Сложный математический аппарат	Возможность снизить риск существенного падения стоимости бизнеса при неблагоприятных изменениях внутренней и внешней сред

№	Авторы	Особенность	Недостатки метода	Достоинства метода
21	Шестерикова Н.В.	Экспертный метод для определения уровня влияния каждого фактора на экономическую устойчивость предприятия и проверка согласованности мнений экспертов	Экспертный метод требует оптимального количества экспертов	Регламентация бизнес-процессов, основанных на социальных, экологических, экономических показателях
22	Шубина К.С.	Устойчивое развитие промышленного предприятия	Социальные и экологические показатели слабо выражены	Обширно рассмотрены экономические показатели
23	Яруллина Г.Р.	Концептуальная матричная модель управления устойчивым экономическим развитием промышленного предприятия	Недостаточность экологического фактора	Динамическая модель мониторинга устойчивого экономического развития промышленного предприятия

А.В. Ильичёва к интегральной оценке добавляет метод нечётных множеств в экономике [13]. Данный способ оценки позволяет определять инструменты влияния на следующие факторы устойчивого развития: финансово-экономические, инновационные, промышленно-производственные, инфраструктурные, экологические. Положительным моментом данного подхода является простота приведённой условной градации показателя устойчивого развития и использование метода нечётных квадратов. К минусам данной методики следует отнести недостаточное внимание к экологическому аспекту устойчивого развития.

Методика Е.С. Грачевой [8] предполагает два варианта выбора параметров по методу интегральной оценки: одни авторы используют систему балльной оценки выбранных факторов устойчивого развития, другие используют показатели платежеспособности, рентабельности, качественные и ценовые характеристики товаров. К примеру, М.В. Кислинская [14] предлагает для получения интегрального показателя экономического развития предприятия производить оценку по 10-балльной шкале показателей управления конкурентоспособностью по группам «финансы», «маркетинг», «внутренние процессы», «рост и развитие». Отношение произведения групповых показателей даёт интегральный показатель экономического развития, находящийся в промежутке от 0 до 1. Чем выше интегральный показатель, тем выше потенциал предприятия [22].

Современные исследователи часто используют математический аппарат оценки устойчивого развития предприятия. Так, С.В. Дубков [12] разработал модель в виде модифицированного параметрического векторного функционального графа, включавшего подграфы из элементов моделей системной динамики. А.Б. Шестаков [23] построил экономико-математические модели планирования устойчивого развития промышленного предприятия для двух типов рынка – стабильного и динамично изменяющегося. А.В. Сидоров сформировал математическую модель устойчивого развития предприятия с использованием различных параметров-индикаторов его деятельности [20]. Следует отметить, что излишняя сложность и громоздкость таких моделей затрудняет процесс исследования.

Являясь сторонником экономико-математических методов, О.В. Гонова использует современный модельно-методический аппарат для оценки устойчивого развития предприятия [7]. Ей

предложена многофакторная модель развития предприятия на основании мониторинга социально-экономического, производственного развития и его конкурентной среды. Сложность данной методики, по нашему мнению, заключается в определении частных показателей, составляющих интегральный показатель, экспертным путем.

С.А. Гусев при исследовании устойчивого развития рассматривает только финансовые показатели, к которым относит: показатели рентабельности, финансовой устойчивости, платёжеспособности и ликвидности [10]. На наш взгляд, данный подход не в полной мере отражает оценку устойчивого экономического развития.

М.А. Асаул предлагает относить устойчивость предприятия к рискам и угрозам [3]. Большое внимание уделяется исследованию внешней среды организации, рейтинговым показателям предприятия, формированию экономических стратегий. При этом процесс управления рисками рассматривается широко, а социально-экономические факторы развития предприятия практически не учитываются.

Исследование Д.С. Филиппенко [22] направлено на изучение состояния внешней и внутренней среды предприятия в условиях конкуренции. Автором учитываются конкурентные преимущества предприятия, которые являются основными факторами, оказывающими влияние на его устойчивое развитие. К таким факторам отнесены производственные, финансовые, маркетинговые показатели, а также управление персоналом, НИОКР. Однако, как и большинство авторов, Д.С. Филиппенко не выделяет экологическую составляющую в отдельный ключевой фактор.

А.В. Баранов [4], напротив, учитывает экологическую устойчивость, но считает этот показатель наименее значимым. Автор объединяет несколько различных идей и методик в динамической модели, состоящей из финансовой, воспроизводственной, социальной, информационной и экологической составляющих. Основой данной модели является режим функционирования деятельности предприятий с учетом темпов их роста. Значимым результатом исследования является оценка инновационного развития, так как по данным Федеральной службы государственной статистики начиная с 2009 г. уровень инновационной активности организаций увеличивается [21].

Исследование К.А. Денисова [11] показывает связь устойчивого и инновационного развития

промышленного предприятия. Автором учитываются международные показатели, выделяются различные уровни составляющих устойчивого развития. Предложенная К.А. Денисовым концепция базируется на следующих принципах: принципе инновационности, принципе комплексности и системности, принципе учета статических и динамических показателей устойчивости развития, принципе научной обоснованности, программно-целевом принципе, принципе результативности, принципе адаптации, принципе мониторинга и контроля. Недостатком данного подхода, по нашему мнению, является показатель устойчивого развития, который в динамике выходит за рамки нормы.

В отличие от метода на инновационной основе К.А. Денисова динамический метод, предложенный Т.В. Алферовой и Е.А. Третьяковой [1], предполагает логическое соотношение всех показателей. Однако методика отличается сложностью расчёта матрицы фактического упорядочения.

А.С. Барканов [5] предлагает рассматривать экономическую устойчивость с позиции наличия инновационного потенциала устойчивого развития предприятия [9], однако социальные и экологические показатели выражены слабо. Это прослеживается и в методиках таких авторов, как В.В. Букреев [6], Е.А. Лясковская [16], Н.В. Ляшников [17], К.С. Шубина [25] и Г.Р. Яруллина [26].

Проанализировав различные методические подходы к оценке устойчивого развития промышленных предприятий, можно сделать вывод, что большинство изученных методик достаточно сложны. Эта сложность, определена логической сложностью поставленных задач и применением математического аппарата. Многие авторы стремятся отразить предельное число аспектов деятельности организации или уделяют большое внимание не устойчивому развитию предприятия, а его инновационной активности, стратегическим и антикризисным целям. Наибольшее предпочтение отдаётся всё-таки экономическим аспектам, поскольку для промышленного предприятия они играют значительную роль.

Но нашему мнению, разработка методики оценки устойчивого развития предприятия должна идти по пути сочетания статического и динамического подходов. Показатели статичности, характеризующие состояние системы на конкретный момент времени, будут отражать его устойчивость, а показатели динамики, например темпы роста, будут характеризовать степень развития предприятия за определенный период времени.

Данный подход позволит не только комплексно оценить степень устойчивого развития, но и подтвердить или опровергнуть результаты, полученные с использованием только одного из этих подходов. Подтверждение же или опровержение полученных ранее выводов является собой результат их проверки.

Список литературы

1. Алферова Т.В., Третьякова Е.А. Методические подходы к оценке устойчивого развития про-

мышленных предприятий // Актуальные проблемы экономических, юридических и социально-гуманитарных наук: материалы науч.-практ. конф. (г. Пермь, 23 марта 2015 г.) / АНО ВО «Пермский институт экономики и финансов», 2015. С. 71–73.

2. Алферова Т.В., Третьякова Е.А. Концептуальное моделирование определения категории «устойчивое развитие» // Экономическая теория. 2012. № 4. С. 46–52.

3. Асаул М.А. Обеспечение устойчивости предпринимательских структур инвестиционно-строительной сферы: автореф. дис.... д-ра экон. наук: 08.00.05. СПб, 2008. 49 с.

4. Баранов А.В. Методы и инструментарий обеспечения устойчивого инновационного развития промышленных предприятий: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. СПб, 2013. 19 с.

5. Барканов А.С. Проблемы обеспечения устойчивого функционирования и стратегического развития предприятий строительной отрасли: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. М., 2008. 43 с.

6. Букреев В.В. Управление социальной устойчивостью предприятия на основе производственной демократии: теория и практика: автореф. дис.... д-ра экон. наук: 08.00.05. М., 2008. 48 с.

7. Гонова О.В. Методы и модели диагностики устойчивого развития регионального агропроизводственного комплекса: автореф. дис.... д-ра экон. наук: 08.00.05. Иваново, 2011. 35 с.

8. Грачева Е.С. Формирование организационно-экономического механизма повышения конкурентоспособности промышленных предприятий: дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. Самара, 2012. 45 с.

9. Грашин С.А. Формирование экономической устойчивости поставщиков услуг на основе обеспечения инновационного развития: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2013. 24 с.

10. Гусев С.А. Мониторинг состояния устойчивого развития промышленного предприятия // Вестник Челябинского государственного университета. 2012. № 24 (278). Сер.: Экономика. Вып. 39. С. 83–88.

11. Денисов К.А. Методы формирования стратегии устойчивого развития промышленного предприятия на инновационной основе: дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. СПб, 2014. 131 с.

12. Дубков С.В. Модели и методы обеспечения устойчивости инновационного развития экспортоориентированных предприятий: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2015. 25 с.

13. Ильичева А.В. Формирование механизма оценки устойчивого развития территориально-промышленного комплекса: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2014. 24 с.

14. Кислинская М.В., Кислинский В.Б. Сбалансированная оценка эффективности управления конкурентоспособностью промышленных предприятий // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2012. Т. 1, № 10–1. С. 45–52.

15. Корчагина Е.В. Методы оценки устойчивого развития региональных социально-

экономических систем // Проблемы современной экономики. 2012. № 1 (41). С. 67–71.

16. Ляскова Е.А. Управление инновационным развитием предприятия по показателям устойчивости: автореф. дис.... д-ра экон. наук: 08.00.05. Челябинск, 2009. 42 с.

17. Лясников Н.В. Обеспечение стратегической устойчивости предприятий на основе формирования механизма потребительского поведения: дис.... д-ра экон. наук: спец. 08.00.05. М., 2009. 220 с.

18. Мартельянов Ю.Ф. Лазарева Т.Я. Экспертные методы принятия решений: учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2010. С. 80.

19. Мельникова Д.С. Определение устойчивого развития предприятия. Сб. науч. тр. XI Международной науч.-практ. конф. «Экономические науки и прикладные исследования: фундаментальные проблемы модернизации экономики России» / Нац. исслед. Томск. политехн. ун-т. Томск, 2014. С. 90–94.

20. Сидоров А.В. Математическая модель устойчивого развития предприятия // Науковедение. 2012. №3. С.1–22.

21. Федеральная служба государственной статистики: наука и инновации. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 10.07.2014).

22. Филиппенко Д.С. Организационно-экономическое обеспечение устойчивого развития предприятий в условиях глобализации экономики: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Нижний Новгород, 2014. 178 с.

23. Шестаков А.Б. Механизм планирования устойчивого развития промышленного предприятия: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2015. 23 с.

24. Шестерикова Н.В. Формирование стратегии устойчивого развития предприятия на основе системы сбалансированных показателей: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. Нижний Новгород, 2009. 24 с.

25. Шубина К.С. Оценка устойчивости и условия устойчивого развития промышленного предприятия: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. Хабаровск, 2011. 34 с.

26. Яруллина Г.Р. Методология обеспечения устойчивого развития промышленного предприятия. Казань: Казан. ун-т, 2010. С. 357.

Получено: 09.07.2015

References

1. Alferova T.V., Tretyakova E.A. Metodicheskie podkhody k otsenke ustoychivogo razvitiya promyshlennykh predpriyatiy [Methodological approaches to the assessment of sustainable development of industrial enterprises]. *Aktual'nye problemy jekonomicheskikh, juridicheskikh i social'no-gumanitarnykh nauk: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, 23 marta 2015 g.* [Actual problems of economic, legal and socio-humanitarian

Sciences: materials of scientific-practical conference, 23 March, 2015]. Perm, Perm Institute of Economics and Finance Publ., 2015, pp. 71–73.

2. Alferova T.V., Tretyakova E.A. Kontseptualnoe modelirovanie opredeleniya kategorii "ustoychivoe razvitie" [Conceptual modeling the definition of "sustainable development"]. *Jekonomicheskaja teorija* [Economic theory], 2012, no. 4, pp. 46–52.

3. Asaul M.A. *Obespechenie ustoychivosti predprinimatelskikh struktur investitsionno-stroitel'noy sfery* [Sustainability of business structures investment and construction sector]. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk. St. Petersburg, 2008. 49 p.

4. Baranov A.V. *Metody i instrumentariy obespecheniya ustoychivogo innovatsionnogo razvitiya promyshlennykh predpriyatiy* [Methods and tools of sustainable innovative development of industrial enterprises]. Avtoref. diss. cand. ekon. nauk. St. Petersburg, 2013. 19 p.

5. Barkanov A.S. *Problemy obespecheniya ustoychivogo funktsionirovaniya i strategicheskogo razvitiya predpriyatiy stroitel'noy otrasli* [Problems of ensuring sustainable operation and strategic development of the construction industry]. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk. Moscow, 2008. 43 p.

6. Bukreev V.V. *Upravlenie sotsialnoy ustoychivostyu predpriyatiya na osnove proizvodstvennoy demokratrii: teoriya i praktika* [Management of social stability of the enterprise on the basis of industrial democracy: theory and practice]. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk. Moscow, 2008. 48 p.

7. Gonova O.V. *Metody i modeli diagnostiki ustoychivogo razvitiya regional'nogo agroproizvodstvennogo kompleksa* [Methods and models for diagnosing sustainable development of the regional agro industrial complex]. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk. Ivanovo, 2011. 35 p.

8. Gracheva E.S. *Formirovanie organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma povysheniya konkurentosposobnosti promyshlennykh predpriyatiy* [Formation of the organizational-economic mechanism of increase of competitiveness of industrial enterprises]. Diss. cand. ekon. nauk. Samara, 2012. 45 p.

9. Grashin S.A. *Formirovanie ekonomicheskoy ustoychivosti postavshchikov uslug na osnove obespecheniya innovatsionnogo razvitiya* [Formation of the economic sustainability of service providers on the basis of innovative development]. Diss. cand. ekon. nauk. Moscow, 2013. 24 p.

10. Gusev S.A. *Monitoring sostoyaniya ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya* [Condition Monitoring of sustainable development of industrial enterprises]. *Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekonomika* [Vestnik of Chelyabinsk state University. Economy], 2012, no. 24 (278), Vol. 39, pp. 83–88.

11. Denisov K.A. *Metody formirovaniya strategii ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya na innovatsionnoy osnove* [Methods of forming the strategy of sustainable development of industrial enterprises on the basis of innovation]. Diss. cand. ekon. nauk. St. Petersburg, 2014. 131 p.

12. Dubkov S.V. *Modeli i metody obespecheniya ustoychivosti innovatsionnogo razvitiya eksportoorientirovannykh predpriyatiy* [Models and methods of ensuring the sustainability of innovative development of export-oriented enterprises]. Avtoref. diss. cand. ekon. nauk. Moscow, 2015. 25 p.
13. Il'ichev A.V. *Formirovanie mekhanizma otsenki ustoychivogo razvitiya territorialno-promyshlennogo kompleksa* [Formation evaluation mechanism of sustainable development of territorial-industrial complex]. Avtoref. diss. cand. ekon. nauk. Moscow, 2014. 24 p.
14. Kislinsky M.V., Kislinsky V.B. *Sbalansirovannaya otsenka effektivnosti upravleniya konkurentosposobnostyu promyshlennykh predpriyatiy* [Balanced assessment of effectiveness of management of competitiveness of industrial enterprises]. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravleniya)* [Journal of University (State University of management)], 2012, Vol. 1, no. 10-1, pp. 45–52.
15. Korchagina E.V. *Metody otsenki ustoychivogo razvitiya regionalnykh sotsialno-ekonomicheskikh sistem* [Methods of evaluation of sustainable development of regional socio-economic systems]. *Problemy sovremennoj jekonomiki* [Problems of modern economy], 2012, no. 1 (41), pp. 67–71.
16. Laskowska E.A. *Upravlenie innovatsionnym razvitiem predpriyatiya po pokazatelyam ustoychivosti* [Management of innovative development of the enterprise for sustainability]. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk. Chelyabinsk, 2009. 42 p.
17. Lesnikov N.V. *Obespechenie strategicheskoy ustoychivosti predpriyatiy na osnove formirovaniya mekhanizma potrebitelskogo povedeniya* [Ensuring strategic stability of enterprises on the basis of formation of the mechanism of consumer behavior]. Diss. dokt. ekon. nauk. Moscow, 2009. 220 p.
18. Martemyanov Y.F. *Ekspertnye metody priyatiya resheniy: ucheb. posobie* [Expert decision-making methods: textbook]. Tambov, Izdatel'stvo Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta Publ., 2010. 80 pp.
19. Melnikov D. S. *Opreделение ustoychivogo razvitiya predpriyatiya* [The Definition of sustainable development of the enterprise]. *Sbornik nauchnykh trudov XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* “*Ekonomicheskie nauki i prikladnye issledovaniya: fundamentalnye problemy modernizatsii ekonomiki Rossii*” [Proceedings of the XI International scientific-practical conference “Economic science and applied research: fundamental problems of modernization of the Russian economy”]. Tomsk, National research Tomsk Polytechnic University Publ., 2014, pp. 90–94.
20. Sidorov V.A. *Matematicheskaya model ustoychivogo razvitiya predpriyatiya* [Mathematical model of sustainable development of the enterprise]. *Naukovedenie* [The science of Science], 2012, no. 3, pp. 1–22.
21. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki: nauka i innovatsii*. [Federal state statistics service: science and innovations]. Available at: <http://www.gks.ru> (accessed 10.07.2014).
22. Filippenko D.C. *Organizatsionno-ekonomicheskoe obespechenie ustoychivogo razvitiya predpriyatiy v usloviyakh globalizatsii ekonomiki* [Organizational-economic sustainable development of enterprises in the globalized economy]. Diss. cand. ekon. nauk. Novgorod, 2014. 178 p.
23. Shestakov A.B. *Mekhanizm planirovaniya ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya* [Scheduling mechanism for sustainable development of industrial enterprises]. Avtoref. diss. cand. ekon. nauk. Moscow, 2015. 23 p.
24. Shesterikov N.V. *Formirovanie strategii ustoychivogo razvitiya predpriyatiya na osnove sistemy sbalansirovannykh pokazateley* [The formation of the sustainable development strategy of the enterprise on the basis of the balanced scorecard]. Avtoref. diss. cand. ekon. nauk. Nizhny Novgorod, 2009. 24 p.
25. Shubin K. S. *Otsenka ustoychivosti i usloviya ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya* [Sustainability assessment and the conditions for sustainable development of industrial enterprises]. Avtoref. diss. cand. ekon. nauk. Khabarovsk, 2011. 34 p.
26. Yarullin G.R. *Metodologiya obespecheniya ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya* [Methodology for the sustainable development of industrial enterprises]. Kazan, Kazan. Univ. Publ., 2010, pp. 357.

The date of the manuscript receipt:
09.07.2015

ASSESSMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES' SUSTAINABLE DEVELOPMENT: ANALYSIS OF METHODS

Elena A. Tretyakova, Doctor of Economic Sciences, Professor

E-mail: E.A.T.pnrpu@yandex.ru

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

Tatyana V. Alferova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Management

E-mail: Talferova@pief.ru

Perm Institute of Economics and Finance; 141, Ekaterininskayast., Perm, 614068, Russia

Yulia I. Pukhova, Master's Student

E-mail: malshakova.ylia@yandex.ru

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

Successful functioning of an enterprise under market conditions is impossible without its sustainable development; formation of the mechanism of sustainable development requires a comprehensive assessment of the enterprise

activity, identifying trends of its development and dynamics of the main indicators. Complex consideration of social, economic and environmental performance of companies has already become a recognized trend in science and practice. However, many problems of sustainable development remain beyond the bounds of research, and there is still a lack of consensus on some categories, such as «sustainability», «development», and many others. To date, there are also no common methodological tools for assessing sustainable development, which can be explained, first, by the complexity of the concept of sustainable development itself (economical, ecological, and social aspects), second, by the difference of views on the problem (from scientific to political), and third, by the nature of the problem being solved (its scale, purpose, object of study, etc.). This article is devoted to the analytical study of the current methodological approaches to assessment of industrial enterprises' sustainable development. The authors examine the features, advantages and disadvantages of methods offered by today's scientists. The results of this study extend theoretical approaches to formation and implementation of the assessment mechanism through combination of statistical and dynamic approaches. This complex approach will allow us not only to comprehensively assess the degree of sustainable development, but also to confirm or refute the results obtained using only either static or dynamic approach.

Keywords: sustainable development; industry; assessment of sustainable development.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Третьякова Е.А., Алферова Т.В., Пухова Ю.И. Анализ методического инструментария оценки устойчивого развития промышленных предприятий // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 132–139.

Please cite this article in English as:

Tretyakova E.A., Alferova T.V., Pukhova Y.I. Assessment of industrial enterprises' sustainable development: analysis of methods // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 3(26). P. 132–139.

УДК 336
ББК 65.261

НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К КОНЦЕПТУАЛЬНОМУ ЗНАНИЮ О СИСТЕМНОМ ФИНАНСОВОМ КОНТРОЛЕ В КОРПОРАЦИЯХ

В.Н. Жуков, канд. экон. наук, доцент кафедры государственного финансового контроля, бухгалтерского учета и аудита

Электронный адрес: vn-zhukov@mail.ru

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Стремянный пер., 36

Предлагаемая вниманию статья посвящена развитию концептуальной формы научного знания о системной организации внутреннего контроля корпоративных финансов. Эта тема имеет особую актуальность, поскольку затрагивает основы всей теории внутреннего финансового контроля. Автором поставлены следующие цели: 1) предложить и обосновать интеграционную концепцию внутреннего системного контроля корпоративных финансов; 2) раскрыть содержание каждого из трех начал интеграционной концепции – управленческого, институционального, когнитивного; 3) показать принципиальные отличия интеграционной концепции от других существующих концепций; 4) разработать концептуальную модель внутреннего системного контроля корпоративных финансов; 5) определить перспективные направления теоретических исследований в области внутреннего системного контроля корпоративных финансов на основе интеграционной концепции. Методической основой исследования являются диалектика, системный анализ, синтез. Благодаря предложенной и обоснованной интеграционной концепции создан фундамент для проведения научных изысканий в области системной организации внутреннего финансового контроля, или в переносном смысле «перевалочный пункт» на пути следования от изучения практики функционирования систем внутреннего финансового контроля в корпорациях к локальным теоретическим обобщениям. Интеграционная концепция выступает исходной (мировоззренческой) формой теоретического знания о системном контроле корпоративных финансов. От остальных существующих ныне концепций она принципиально отличается цельностью подхода к проблеме системной организации внутреннего финансового контроля и высокой глубиной проникновения в содержание формируемых контрольных систем. Концептуальный скачок заключается в рассмотрении системного контроля как сложного, триединого явления (функции управления, экономического института, источника знаний), активно воздействующего на состояние корпоративных финансов и регулирующего финансовые отношения.

Ключевые слова: корпорация, корпоративные финансы, внутренний финансовый контроль, система внутреннего финансового контроля, концепция, интеграционная концепция внутреннего системного контроля, концептуальная модель внутреннего системного контроля.

Согласно общепринятому подходу научная концепция есть многозначная форма знания, выражающая содержательно целостное познание объекта, ориентированное на представление смыслов познавательной деятельности, понимание его результатов. Как понимание концепция – позиция, точка зрения субъекта на соответствующую предметную область, личностное знание. В различных контекстуальных ситуациях по отношению к теории концепция выполняет функции предтеоретического знания, репрезентирует содержательные смыслы теории, образует ее «концептуальное ядро», а в некоторых случаях может выполнять функции теории [14; 20].

По своему содержанию концепция представляет собой диалоговое (декларативное и процедурное) знание, воспроизводящее единство социокультурных, логико-гносеологических и практических аспектов. Декларативные знания соответствуют фактам и могут быть описаны вербально, например, «контроль – это метод оценки правильности использования ресурсов». Процедурные знания основыва-

ются на умениях и навыках, например на умении анализировать с целью оценки правильности контроля как средства оценки эффективности использования ресурсов.

Таким образом, любая концепция воплощает в себе одновременно гносеологию (элемент познания), герменевтику (элемент толкования и интерпретации) и структуру (элемент моделирования) проводимого исследования, что позволяет говорить о многоаспектности концептуальной формы научного знания. Приведенный подход к пониманию научной концепции положен в основу концептуализации системного контроля корпоративных финансов.

В вопросе концептуализации системного контроля корпоративных финансов следует исходить из того, что каждая из трех сосуществующих сегодня концепций (управленческая, риск-ориентированная, оценочная) лишь односторонне раскрывает содержание этого сложного и противоречивого по своей природе явления. Подтверждением сказанному могут служить результаты анализа

научных работ, посвященных системному контролю корпоративных финансов [5; 16].

Выявленные предпосылки и намеченные перспективы развития системного контроля корпоративных финансов [8; 9; 10; 12] дают полное основание сделать вывод о необходимости формулировки качественно новой научной концепции для рассматриваемой области знаний – *интеграционной концепции*.

С позиции интеграционной концепции системный контроль корпоративных финансов предлагается понимать как сложное социально-экономическое явление, объединяющее в себе *три начала* – управленческое, институциональное и когнитивное. Другими словами, внутренний системный контроль выступает одновременно функцией управления финансами корпораций, экономическим институтом и источником знаний.

Дадим обоснование каждому началу интеграционной концепции.

Управленческое начало интеграционной концепции

Управленческое начало развивает традиционное представление о внутреннем системном финансовом контроле *как о функции управления* финансами корпораций. В этом контексте авторская точка зрения следующая: формируемая система внутреннего финансового контроля должна быть имманентна принятой в корпорации модели управления (агентской или унитарной).

Агентская модель управления корпоративными финансами предопределяет существование контрольной системы, объединяющей в себе *два типа внутреннего финансового контроля* [2; 3]:

1) контроль, осуществляемый субъектами корпоративного управления (функция корпоративного управления);

2) контроль, осуществляемый субъектами финансового менеджмента (функция финансового менеджмента).

Типизация контроля по функциональному признаку позволяет более обоснованно разграничить сферы контролирования между субъектами управления, обеспечить охват контролем всего комплекса финансовых отношений корпорации, исключить дублирование в работе контрольных служб.

Корпоративное управление (corporate governance) – деятельность высшего руководства, направленная на стратегическое развитие корпорации и обеспечение консенсуса общественных и индивидуальных интересов в системе отношений между исполнительными органами управления (должностными лицами), участниками (акционерами, учредителями) и стейкхолдерами.

Взросшее значение корпоративного управления, а вместе с этим усиливающая роль его контрольной функции вызваны несколькими причинами, среди которых:

1) Открытость российского бизнеса перед мировым экономическим сообществом.

Свидетельством возросшей геоэкономической открытости российских компаний является внешнеторговый оборот, а также географическая

структура экспорта и импорта. Россия активно ведет торговую деятельность как на развитых, так и на развивающихся рынках. В первом полугодии 2014 г. показатель ее внешнеторгового оборота достиг 408,4 млрд долл., почти вдвое превысив значение 2009 г. При этом доля стран ЕС составила 53,8 %, стран АТЭС – 20 %, стран СНГ – 13,9 % [11]. В условиях расширения внешнеэкономического сотрудничества для высшего руководства многих корпораций наибольшую актуальность приобрел тезис «глобализируйся или стагнируй».

2) Затрудненность привлечения долгосрочных финансовых ресурсов через рынки капитала.

По данным российской Национальной ассоциации участников фондового рынка в России по состоянию на конец первого полугодия 2013 г. насчитывалось 32 203 открытых акционерных общества. Из них только 301 компания (менее 1 %) черпала финансовые ресурсы на внутреннем и внешнем рынках акций. За 6 месяцев 2013 г. капитализация внутреннего рынка акций снизилась на 104 млрд долл. США и составила 713 млрд долл. США [13].

К этому следует добавить существующие ограничения по доступу на европейские рынки капитала, введенные Евросоюзом для ряда российских энергетических, оборонных и финансовых компаний, а также значительный чистый отток за границу частного капитала. Например, только в 2012 г. из России ушло 56,8 млрд долл. США, в 2013 г. – 61 млрд долл., а в 2014 г. – 151,5 млрд долл. [20, с. 9].

3) Активность государства в корпоративном секторе экономики.

Органы исполнительной власти Российской Федерации сегодня оказывают достаточно существенное влияние на решения, принимаемые субъектами корпоративного управления ряда крупных компаний, что повышает финансовые риски от принятия нерыночных решений. Примерами государственного вмешательства могут служить проект «Сила Сибири», шельфовые проекты энергетических корпораций и др.

Финансовый менеджмент (financial management) – административная деятельность исполнительных органов корпорации по управлению финансовыми ресурсами, потоками и инструментами в соответствии с поставленными задачами.

Возрастание роли контрольной функции финансового менеджмента в управлении корпоративными финансами обусловили следующие причины:

1) Появление новых видов финансовых рисков – санкционных и офшорных.

Санкционные риски, ставшие прямым следствием возникновения геополитических противоречий между Россией и Евросоюзом, несут прямую угрозу как отечественному, так и европейскому бизнесу. По оценкам специалистов потери российских компаний, прежде всего энергетического, оборонного и финансового секторов экономики в 2014–2015 гг. могут составить примерно 100 млрд евро, а европейских – 90 млрд евро [4].

Офшорные риски таят в себе угрозу полной или частичной утраты заемного финансиру-

ния. Особенно актуально это стало для российских компаний, контролируемых офшорными холдинговыми центрами, на которые сегодня приходится более 60 % внешней корпоративной задолженности [18, с. 35]. Наглядным уроком может служить кипрский кризис 2012 г. и связанные с ним ограничения на движения капитала.

2) Усиление внимания к вопросам финансовой устойчивости и результативности корпораций.

Финансовое положение российского бизнеса характеризуется снижением финансовой устойчивости и результативности. Так, по данным информационного интернет-портала «Банкротство в РФ» в 2012 г. арбитражными судами России были признаны банкротами 14 072 организации (в том числе – 13 686 корпораций), то есть на 10 % больше, чем в 2011 г. [17]. Если к этому добавить вывод Росстата о том, что каждый третий бизнес в России убыточен, масштаб проблемы становится впечатляющим.

3) Снижение инвестиционной активности корпораций.

В целом ситуация, связанная со структурой инвестиционного портфеля российских корпораций, аналогична общемировой посткризисной тенденции. Глобальная неопределенность вынудила многих инвесторов занять выжидательную позицию и переориентировать вложения с рискованных инструментов на капитальные активы. Однако в России сложилась стагнационная динамика инвестиций также и в капитальные активы, что связано с замедлением темпов экономического роста.

Институциональное начало интеграционной концепции

Функционирование корпоративного бизнеса предполагает тесное взаимодействие различных субъектов, имеющих собственные цели и интересы. Эффективность этого взаимодействия во многом определяется зрелостью институциональной среды.

Многие специалисты убеждены, что плохая институциональная среда выступает сейчас основным ограничителем экономического роста в России. Несовершенством институтов объясняются низкие объемы привлекаемых инвестиций, «бегство» капитала из страны, а в конечном итоге снижение роста ВВП. Повышение качества базовых институтов всего на 1 балл (по десятибалльной шкале рейтинга Венского института менеджмента IMD) способно обеспечить ежегодное повышение темпов роста ВВП как минимум на 0,31 пп. [20, с. 19].

Проведенный анализ внутренней и внешней институциональной среды функционирования корпоративного бизнеса дает основание рассматривать систему внутреннего финансового контроля *в качестве экономического института* [1]. С принятием Федерального закона от 06 декабря 2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» институциональный статус внутреннего контроля существенно возрос, претерпев формальную эволюцию. Согласно ст. 19 названного документа с 1 января 2013 г. каждый экономический субъект обязан организовывать и осуществлять внутренний контроль совершаемых

фактов хозяйственной жизни, что прямо относится к системному финансовому контролю.

Системный контроль корпоративных финансов принадлежит к многофункциональным институтам, выполняющим одновременно несколько функций – главные и дополнительные. На современном этапе главной функцией рассматриваемого института становится *обеспечение финансовой сбалансированности корпораций*, то есть поддержание равновесного соотношения между финансовыми и нефинансовыми ресурсами, доходами и расходами, операционно-инвестиционной и финансовой деятельностью, реализуемыми проектами и их финансовым обеспечением. В условиях действия агрессивной внешней среды финансовая сбалансированность выступает гарантом целостности каждого автономного экономического субъекта.

Наряду с главной функцией обеспечения финансовой сбалансированности институт внутреннего системного контроля корпоративных финансов выполняет следующие *дополнительные функции*:

1) Координирующая функция.

Существование института контроля предоставляет субъектам управления возможность локализовать неопределенность, исходящую от внешней среды бизнеса, одновременно повышая степень предсказуемости принимаемых ими решений.

2) Побуждающая функция.

С позиции контрактной теории фирмы институт контроля призван побуждать индивидов точно выполнять взятые на себя обязательства. Тем самым происходит подчинение индивидуального поведения коллективным действиям.

3) Коммуникативная функция.

Институт контроля облегчает внутрикорпоративные взаимодействия, а также взаимоотношения корпораций с внешней средой посредством передачи сгенерированной контрольной информации.

4) Функция оптимизации агентских отношений.

Агентская модель управления корпоративными финансами значительно расширяет роль института контроля, делая его инструментом обеспечения прозрачности отношений между принципалами и агентами, равно как и локализатором происходящих конфликтов. Речь идет об агентских отношениях в системах «собственники – менеджеры», «стейкхолдеры – собственники» и др.

Когнитивное начало интеграционной концепции

Когнитивное начало постулирует новый подход к пониманию внутреннего системного контроля корпоративных финансов, формирующийся под влиянием «революции знаний». С позиции экономики знаний весь внутренний контроль необходимо рассматривать *в качестве самостоятельного источника знаний* о реальном состоянии, потенциале и тенденциях развития управляемых объектов. Ровным счетом это относится к внутреннему системному контролю корпоративных финансов.

Знания, накапливаемые в процессе осуществления контрольных мероприятий, формируют человеческий капитал корпораций, который в экономике знаний становится главной движущей силой социально-экономического развития и атрибутом общественного богатства. О возросшей значимости когнитивного начала убедительно свидетельствуют следующие факты.

Согласно индексу экономики знаний (*The Knowledge Economy Index*) Всемирного банка в 2012 г. Россия заняла 55-е место среди 145 государств. По оценке профессора Р.И. Капелюшникова в 2010 г. человеческий капитал России составлял свыше 600 трлн руб., или примерно 6 млн руб. в расчете на душу населения. Его величина в 13 раз превосходила объем ВВП страны и в 5,5 раза объем физического капитала. За восемь лет (с 2002 по 2010 гг.) в реальном выражении российский человеческий капитал вырос вдвое. Эти данные, хотя и значительно ниже аналогичных показателей для США, но вполне сопоставимы с показателями для других развитых стран и существенно превышают показатели для постсоциалистических стран (в частности, Польши и Румынии) [7, с. 24, 38].

Превращение системного контроля корпоративных финансов в самостоятельную область знаний стало результатом интеллектуализации внутренней контрольной деятельности. Сегодня эта закономерность все больше находит свое выражение в появлении инновационных направлений, объектов и методов контроля.

Инновационными направлениями контроля выступают превентивный контроль, стратегический контроль, стоимостной контроль, инвестиционно-интеллектуальный контроль, потенциальный контроль, риск-ориентированный контроль, сквозной контроль.

В число инновационных объектов контроля входят стоимость корпорации, ее капитализация, транзакционные издержки, человеческий капитал, финансовый потенциал, финансовые риски.

К инновационным методам контроля относятся моделирование, диагностика, экспертные оценки, построение сценариев, тестирование.

Концептуальная модель внутреннего системного контроля корпоративных финансов

Средством формализации предлагаемой концепции является концептуальная модель внутреннего системного контроля корпоративных финансов, с помощью которой воспроизводится его предназначение, раскрывается содержание, обеспечивается наглядное восприятие. По нашему мнению, роль концептуальной модели системного контроля корпоративных финансов должен выполнять *правильный тетраэдр* – трехмерная геометрическая фигура, гармонично сочетающая в себе четыре вершины, четыре грани и шесть ребер [15] (см. рисунок).

Представленная концептуальная модель образно копирует интеграционную концепцию и базируется на положениях новой системной парадигмы. Многогранная форма тетраэдра позволяет рассматривать системный контроль корпоративных

финансов как цельное и в то же время сложное, разностороннее социально-экономическое явление. В содержательном плане каждый элемент этой модели (вершины, грани, ребра) символизирует качественное состояние контрольной системы.

Вершины тетраэдра отождествляют собой четыре главных критерия, по которым предлагается оценивать результаты работы системы внутреннего финансового контроля, а именно определенность, системность, комплексность, коэволюционизм.

Определенность – способность контрольной системы обеспечить ясность в отношениях «субъект управления – объект управления», «контролирующий субъект управления – контролируемый субъект управления», «закон (нормативно-правовой акт) – контролируемый субъект управления». Особое значение этот критерий приобретает в условиях усилившейся финансовой неопределенности и возросшей ответственности руководителей всех уровней за принятие необоснованных управленческих решений.

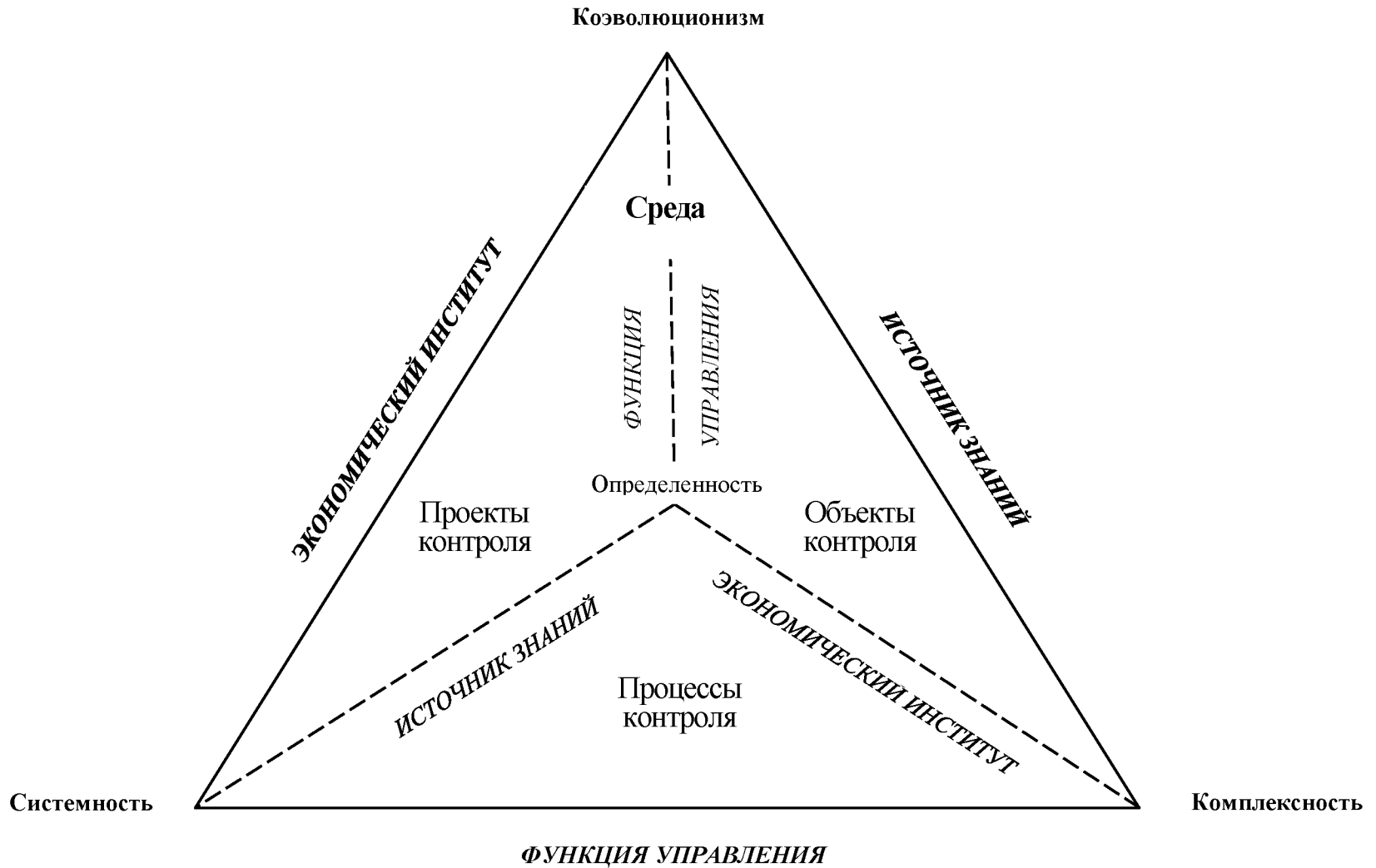
Системность – целевая направленность функционирования контрольной системы, выражающаяся в способности сосредотачиваться на решении конкретных задач. В равной мере этот критерий предполагает высокую степень организованности контрольной системы, то есть наличие у нее внутренней структуры и налаживание согласованной работы всех составных частей (элементов).

Комплексность – многосторонний подход к контролю корпоративных финансов, выражающийся в ориентации на использование широкого спектра контрольных средств для решения поставленных задач, включая сочетание различных форм, видов, методов, уровней контроля.

Коэволюционизм – способность контрольной системы обеспечить совместное развитие всех составных элементов. Результатом такой согласованности становится кооперация и координация действий субъектов контроля, а также их рабочих органов; выявление новых направлений, объектов, методов контроля; адекватное реагирование на изменения, происходящие во внешней и внутренней среде бизнеса.

Грани тетраэдра, являющиеся его трехугольными основаниями, воплощают в себе четыре функциональные стороны системы внутреннего финансового контроля – проекты, объекты, процессы и среду. Все стороны находятся в постоянном взаимодействии между собой, обеспечивая тем самым работу контрольной системы.

Проектная сторона выполняет проблемно-постановочную функцию, отвечает за постановку целевых приоритетов и формулировку задач контроля. Объектная сторона осуществляет подбор контрольных средств, требуемых для достижения поставленных целей и задач. Процессная сторона отвечает за организацию проведения необходимых контрольных действий. Средовая сторона создает культурные, нормативные, информационные и иные условия, обеспечивающие возможность осуществления контрольной деятельности в корпорации.



Концептуальная модель внутреннего системного контроля корпоративных финансов

Ребра тетраэдра символизируют собой управленческое, институциональное и когнитивное предназначение формируемой системы внутреннего финансового контроля. Четырехгранное строение концептуальной модели обуславливает наличие в ней шести ребер. Таким образом, триединое начало интеграционной концепции проецируется одновременно на каждую из четырех граней, задавая число ребер системы кратное двум.

Заключение

Предложенная интеграционная концепция системного контроля корпоративных финансов и выражающая ее модель правильного тетраэдра выступает *исходной (мировоззренческой) формой теоретического знания* об этом явлении. От существующих ныне управленческой, риск-ориентированной и оценочной концепций интеграционную концепцию принципиально отличают:

1) цельный подход к проблеме системного контроля корпоративных финансов, нацеливающий на исследование финансовой, управленческой, институциональной и когнитивной природы контрольных систем;

2) высокая глубина проникновения в структуру и содержание формируемых систем внутреннего финансового контроля, дающая возможность выявить и охватить исследованием каждый системный элемент;

3) качественный скачок в понимании роли и места системы внутреннего финансового контроля, выражающийся в переходе от рассмотрения системного контроля с позиций пассивной управленческой функции к осмыслению его как сложного, триединого явления (функции управления, экономического института, источника знаний), оказывающего активное воздействие на состояние корпоративных финансов и регулирующего финансовые отношения.

Интеграционная концепция системного контроля корпоративных финансов не поддается однозначной интерпретации с позиции устоявшейся типологии концептуального знания. Ровным счетом ее можно отнести к корреспондентской, когерентной (согласованной) и прагматической теории истины и соответствующим им типам концепций. Однако каждый стандартный тип концепции в состоянии обеспечить лишь монохромное соответствие предмету настоящего исследования.

Так, согласно корреспондентскому (классическому) типу концепции формируемая система внутреннего финансового контроля должна быть тождественна существующим особенностям функционирования корпоративных финансов. Когерентный тип концепции делает упор на обеспечение внутренней согласованности между всеми элементами контрольной системы. Только в этом случае обеспечивается непротиворечивость знаний об исследуемом предмете. С точки зрения прагматического типа концепции истинными являются исключительно полезные в практическом плане знания о системе внутреннего финансового контроля. Тем

самым подчеркивается конструктивный характер получаемых знаний, а также идеализируется созидательная роль субъекта исследований.

По своему характеру интеграционная концепция системного контроля корпоративных финансов носит многоцелевой характер, так как имеет непосредственное отношение к трем существующим типам концепции (корреспондентской, когерентной, прагматической). Более того, есть все основания утверждать, что интеграционная концепция системного контроля корпоративных финансов соответствует новому (единому) типу концептуального знания, получившему распространение в последние годы. Следовательно, интеграционная концепция не только развивает теорию системного контроля корпоративных финансов, но также вносит вклад в общую теорию научной истины.

То же самое справедливо и для концептуальной модели системного контроля корпоративных финансов. Форма правильного тетраэдра, традиционно проявляющаяся в живых организмах и технических устройствах, благодаря интеграционной концепции находит свое применение в экономической сфере действительности.

Интеграционная концепция открывает новые перспективы для проведения теоретических исследований в области системного контроля корпоративных финансов. Программа этих исследований должна включать в себя пять *главных направлений*:

1) теоретико-аналитическое направление, нацеленное на выделение типов систем внутреннего финансового контроля, проведение их внешнего и внутреннего анализа;

2) теоретико-стратегическое направление, определяющее перспективы применения системного контроля в сфере стратегического управления корпоративными финансами, связанного с повышением стоимости и капитализации корпораций;

3) теоретико-тактическое направление, раскрывающее потенциал системного контроля в сфере текущего финансового управления, прежде всего при обеспечении финансовой безопасности и повышении эффективности финансовых потоков корпораций;

4) теоретико-социальное направление, ориентированное на использование возможностей системного контроля в сфере оптимизации взаимодействия корпораций со своими участниками, а также стейкхолдерами при локализации агентских конфликтов и снижении транзакционных издержек;

5) теоретико-когнитивное направление, нацеливающее на изучение управленческого потенциала контрольной информации, инновационных направлений, объектов и методов системного контроля.

В свою очередь, каждое из представленных направлений должно определять предметную область проводимых исследований.

Список литературы

1. Болдырев Ю.Ю. Институциональные аспекты бухгалтерского учета и контроля. М.: ГОУ ВПО «РЭА им. Г.В. Плеханова», 2009. 428 с.
2. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. М.: Олимп-Бизнес, 2012. 1008 с.
3. Бригхем Ю., Гапенски Л. Финансовый менеджмент. Полный курс: в 2 т. СПб.: Экономическая школа, 2005. 1166 с.
4. Возможные потери России от санкций оценили в 100 миллиардов евро // lenta.ru: ресурс электронного периодического издания «Лента.ру». URL: <http://www.lenta.ru/news/2014/07/28/eulossess/> (дата обращения: 20.06.2015).
5. Гританс Я.М. Система внутреннего контроля. М. Берлин: Инфотропик Медиа, 2011. 304 с.
6. Капелиушников Р.И. Сколько стоит человеческий капитал России? // Вопросы экономики. 2013. № 1. С. 27–47.
7. Капелиушников Р.И. Сколько стоит человеческий капитал России? // Вопросы экономики. 2013. № 2. С. 24–46.
8. Клейнер Г.Б. Системная парадигма и системный менеджмент // Российский журнал менеджмента. 2008. Т. 6, № 3. С. 27–50.
9. Клейнер Г.Б. Системное управление в трансформирующейся экономике // Эффективное антикризисное управление. 2014. № 5. С. 54–58.
10. Когденко В.Г. Развитие концепции внутреннего контроля // Международный бухгалтерский учет. 2013. № 15. С. 41–51.
11. Платежный баланс и внешний долг Российской Федерации. Январь-июнь 2014 года // cbr.ru: ресурс Департамента статистики Центрального банка Российской Федерации. URL: http://www.cbr.ru/statistics/credit_statistics/bp.pdf (дата обращения: 21.06.2015).
12. Ронжина М.А. Предпосылки модификации системы внутрифирменного финансового контроля в производственных компаниях // Аудит и финансовый анализ. 2009. № 2. С. 50–53.
13. Российский фондовый рынок: первое полугодие 2013 года. События и факты [Электронный ресурс] // naufor.ru: Обзор Национальной ассоциации участников фондового рынка. URL: http://www.naufor.ru/download/pdf/factbook/ru/RFR_2013_1.pdf (дата обращения: 20.06.2015).
14. Рыжко В.А. Научные концепции: социокультурный, логико-гносеологический и практический аспекты. Киев: Наукова думка, 1985. 184 с.
15. Скопец З.А., Понарин Я.П. Геометрия тетраэдра и его элементов. Ярославль: Ярославский гос. пед. ин-т им. К.Д. Ушинского, 1974. 240 с.
16. Снегирева Л.И. Внутренний контроль // Бухгалтерский учет. 2014. № 4. С. 79–84.
17. Учет и анализ, статистика банкротств в России // bankrotstvovrf.ru: ресурс информационного интернет-портала «Банкротство в РФ». URL: http://www.bankrotstvovrf.ru/Statistika_bankrotstv_v_2012_godu.pdf (дата обращения: 22.06.2015).
18. Хейфец Б.А. Деофшоризация экономики: мировой опыт и российская специфика // Вопросы экономики. 2013. № 7. С. 29–48.
19. Чудинов Э.М. Природа научной истины. М.: URSS, 2010. 312 с.
20. Ясин Е.Г. и др. Состоится ли новая модель экономического роста в России? // Вопросы экономики. 2013. № 5. С. 4–39.

Получено: 26.06.2015

References

1. Boldyrev Yu.Yu. [et al.]. *Institucional'nye aspekty buhgalterskogo ucheta i kontrolja* [Institutional Aspects of Accounting and Control]. Moscow, REA imeni Plekhanova Publ., 2009. 428 p.
2. Brealey R., Mayers S. *Principy korporativnyh finansov* [Principles of Corporate Finance]. Moscow, Olimp-Business Publ., 2012. 1008 p.
3. Brigham E., Gapenski L. *Finansovyy menedzhment. Polnyj kurs. V 2-h tomah* [Intermediate Financial Management. Complete course. In two volumes]. St. Petersburg: EkonomicheskayashkolaPubl., 2005. 1166 p.
4. *Vozmozhnye poteri Rossii ot sankcij ocenili v 100 milliardov evro*. Resursj elektronno go periodicheskogo izdaniya "Lenta.ru" [Possible losses from sanctions Russia was estimated at 100 billion euros. Resource electronic periodical "to Lenta.ru."]. Available at: <http://www.lenta.ru/news/2014/07/28/eulossess/> (accessed 20.06.2015).
5. Gritans Y.M. *Sistema vnutrennego kontrolja* [The system of internal control]. Moscow-Berlin, Infotropik Media Publ., 2011. 304 p.
6. Kapeliushnikov R.I. *Skol'ko stoit chelovecheskij kapital Rossii?* [Russia's Human Capital: What Is It Worth?]. *Voprosy ekonomiki* [Economics Issues], 2013, no 1, pp. 27–47.
7. Kapeliushnikov R.I. *Skol'ko stoit chelovecheskij kapital Rossii?* [Russia's Human Capital: What Is It Worth?]. *Voprosy ekonomiki* [Economics Issues], 2013, no 2, pp. 24–46.
8. Kleiner G.B. *Sistemnaja paradig i sistemnyj menedzhment* [System paradigm and system management]. *Rossiyskiy journal managmenta* [Russian Management Journal], 2008, Vol. 6, no 3. pp. 27–50.
9. Kleiner G.B. *Sistemnoe upravlenie v transformiruyusheysya ekonomiki* [Systematic management in a transforming economy] // *Effektivnoe antikrizisnoe upravlenie* [Effective Crisis Management Journal]. 2014. no 5. pp. 54–58.
10. Kogdenko V.G. *Razvitie koncepcii vnutrennego kontrolja* [Development of concept of internal control]. *Mezhdunarodnyj buhgalterskiy uchet* [International accounting], 2013, no 15, pp. 41–51.
11. *Platzehnyj balans i vneshnij dolg Rossijskoj Federacii. Janvar'-ijun' 2014 goda*. Resurs Departamenta statistiki Central'nogo banka Rossijskoj Federacii [Balance of payments and external debt of the Russian Federation. January-June 2014. The resource of the Statistics Department of the Central Bank of the Russian Federation]. Available at: http://www.cbr.ru/statistics/credit_statistics/bp.pdf (accessed 21.06.2015).
12. Ronzhina M.A. *Predposylki modifikacii sistemy vnutrifirmennogo finansovogo kontrolja v proiz-*

vodstvennyh kompanijah [Background modification system of financial control in-house production companies]. *Audit i finansovyj analiz* [Audit and financial analysis], 2009, no 2, pp. 50–53.

13. *Rossijskij fondovyj rynek: pervoe polugodie 2013 goda. Sobytiya i fakty*. Obzor Nacional'noj asociacii uchastnikov fondovogo rynka [Russian stock market: first half of 2013. Events and facts. Review of the National Association of Securities Market Participants]. Available at: http://www.naufor.ru/download/pdf/factbook/ru/RFR2013_1.pdf (accessed 20.06.2015).

14. Ryzhko V.A. *Nauchnye koncepcii: sociokul'turnyj, logiko-gnoseologicheskij i prakticheskij aspekty* [Scientific concepts: sociocultural, logical-epistemological and practical aspects]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1985. 184 p.

15. Skopets Z.A., Ponarin J.P. *Geometrija tetraedrai ego jelementov* [The geometry of the tetrahedron and its elements]. Yaroslavl, Yaroslavl State. ped. Int. them. K.D. Ushinskogo Publ., 1974. 240 p.

16. Snegiryova L.I. *Vnutrennij kontrol'* [Internal control]. *Buhgalterskij uchet* [Accounting], 2014, no 4, pp. 79–84.

17. *Uchet i analiz, statistika bankrotstv v Rossii*. Resurs informacionnogo internet-portala "Bankrotstvo v RF" [Accounting and analysis of statistics of bankruptcies in Russia. Resource information Internet portal "Bankruptcy in Russia"]. Available at: http://www.bankrotstvovrf.ru/Statistika_bankrotstv_v_20_12_godu.pdf (accessed 22.06.2015).

18. Kheyfets B.A. *Deofshorizacija jekonomiki: mirovoj opyt i rossijskaja specifika* [De-offshorization of Economy: International Experience and Russian Specifics]. *Voprosi Ekonomiki* [Economic Issues], 2013, no 7, pp. 29–48.

19. Chudinov E.M. *Priroda nauchnoj istiny* [The nature of scientific truth]. Moscow, URSS Publ., 2010. 312 p.

20. Yasin Ye.G. [et al.]. *Sostoitsja li novaja model' jekonomicheskogo rosta v Rossii?* [Will a New Model of Economic Growth Take Place in Russia?]. *Voprosi Ekonomiki* [Economic Issues], 2013, no 5, pp. 4–39.

The date of the manuscript receipt:
26.06.2015

SCIENTIFIC APPROACHES TO CONCEPTUAL KNOWLEDGE OF FINANCIAL CONTROL SYSTEMS IN CORPORATIONS

Vladimir N. Zhukov, *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

E-mail: vn-zhukov@mail.ru

Plekhanov Russian University of Economics; 36, Stremyanny pereulok, Moscow, 117997, Russia

The article considers development of a conceptual form of scientific knowledge concerning system organization of internal control over corporate finance. This topic is particularly relevant as it affects the foundations of the whole theory of internal financial control. The objectives of the research are the following: 1) to propose and justify the integration concept of the corporate finance internal control system; 2) to reveal the content of each of the three principles of the integration concept - managerial, institutional, and cognitive; 3) to show the fundamental differences between the integration concept and other existing concepts; 4) to develop a conceptual model of the corporate finance internal control system; 5) to determine the promising areas of theoretical research in the field under study on the basis of the integration concept. The methodological basis of the study are dialectics, system analysis, synthesis. The proposed and justified integration concept provides the foundation for scientific research in the sphere of system organization of internal control over corporate finance or, in a figurative sense, provides a "staging post" on the way from the study of how internal financial control systems function in corporations to local theoretical generalizations. The integration concept appears to be an original (worldview) form of theoretical knowledge of corporate finance control systems. In contrast to other currently existing concepts, it provides a holistic approach to the problem under consideration and a deep penetration into the content of the generated control systems. The conceptual leap can be seen in consideration of the system control as a complex, three-pronged phenomenon (functions of management, an economic institution, the source of knowledge) actively influencing the state of corporate finance and regulating financial relations.

Keywords: corporation, corporate finance, internal financial control, internal financial control system, concept, integration concept of the internal control system, conceptual model of the internal control system.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Жуков В.Н. Научные подходы к концептуальному знанию о системном финансовом контроле в корпорациях // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 140–147.

Please cite this article in English as:

Zhukov V.N. Scientific approaches to conceptual knowledge of financial control systems in corporations // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 140–147.

УДК 336.7:330
ББК 65.262+65.010

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРЕДИТОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ*

А.В. Молодчик, докт. экон. наук, профессор, зав. кафедрой менеджмента и маркетинга
Электронный адрес: perm062@gmail.com

В.П. Севастьянов, канд. экон. наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга
Электронный адрес: texuniver@gmail.com

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, Комсомольский пр-т, 29

Инновационное развитие предприятий и территорий возможно при наличии источников финансирования этих процессов. Особую значимость имеют те элементы инфраструктуры регионов, которые кредитуют инновационные программы предприятий, в частности коммерческие банки. Целью данной статьи является поиск границ экономической целесообразности кредитования банками и иными кредитующими структурами инновационной деятельности промышленных предприятий. Разработана ориентированная на практическое применение методика экспресс-анализа инновационных программ предприятий, позволяющая находить экономически целесообразные масштабы их кредитования. Она может быть использована как банками и иными кредиторами, так и заемщиками. В качестве критерия целесообразности кредитования инновационных проектов выступает требование прироста прибыли, получаемого при внедрении инновационных программ предприятий, в размерах, превышающих сумму кредита и затрат на его обслуживание. Достоинства и новизна методики заключается в том, что анализ всего многообразия параметров, характеризующих, с одной стороны, инновационные программы предприятий, а с другой, – возможные варианты кредитования, удалось свести к анализу ограниченного числа показателей, отображающих экономическую суть анализируемых процессов. Учитывается также динамика действующих инфляционных трендов на протяжении периодов времени, соответствующих жизненным циклам производимой продукции. Принятый подход обеспечил компактность методики. Она позволяет в короткие сроки анализировать множество допустимых вариантов кредитования предприятий. В свою очередь, это дает возможность оперативно находить наиболее приемлемые варианты кредитной поддержки предприятий, оптимальные как с точки зрения кредитующих структур, так и с точки зрения заемщиков. В конечном счете методика дает возможность формировать некие нормативные соотношения, определяющие объективно обусловленные границы экономической целесообразности кредитования инновационной деятельности предприятий. Такие нормативные параметры целесообразно закладывать в локальные нормативные акты и регламенты, регулирующие функционирование промышленных корпораций, а также субъектов инновационной инфраструктуры, призванных обеспечить кредитную поддержку инновационной деятельности предприятий.

Ключевые слова: инновации, промышленные предприятия, инновационная инфраструктура, модернизация, кредит, инвестиции, окупаемость, экономическая целесообразность.

Инновационное развитие предприятий и территорий невозможно без достаточно развитой инновационной инфраструктуры. Особую значимость имеют те ее элементы, что обеспечивают финансовую поддержку инновационной деятельности предприятий – коммерческие банки, венчурные фонды, фонды прямых инвестиций, разного рода инвестиционные фонды, частные инвесторы, а также государственные институты, призванные обеспечить финансовую поддержку инновационной деятельности [1; 6; 7].

Для эффективного функционирования этих структур важно понимать, при каких условиях целесообразны инвестиции в инновационное развитие, когда они могут дать экономическую выгоду.

Необходим поиск условий и параметров, определяющих экономическую целесообразность инвестиций в инновации.

В ранее опубликованных по этой проблеме статьях [4; 5] нами рассмотрены варианты государственной поддержки инновационной деятельности предприятий. Не меньшую роль для инновационного развития корпораций и территорий играет банковское кредитование. Для предприятий, не имеющих доступ к бюджетным финансам, кредиты банков зачастую являются единственным источником финансирования их инновационных программ.

Данная публикация посвящена поиску методики нахождения границ экономической целесо-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ (проект 14-12-59013 «Формирование системы взаимодействия субъектов инновационной инфраструктуры в интересах стратегического развития региона»).

образности кредитования инновационных программ промышленных предприятий.

Чтобы представить экономические условия и ограничения, в рамках которых осуществляется инновационное развитие предприятий и отраслей, проанализируем некоторые статистические данные о фактическом состоянии инновационной деятельности на примере одного из промышленно развитых регионов России, – Пермского края [12; 15; 16].

Среди организаций, предоставивших в 2013 г. отчетность об инновационной деятельности, каждое восьмое (12,7%) указывает на наличие технологических инноваций. В числе предприятий,

относящихся к категории обрабатывающих производств, доля таких предприятий 16 %. Больше всего предприятий, осуществляющих технологические инновации, среди химических и металлургических (31 %), а также занятых производством нефтепродуктов (33%). В сфере производства машин и оборудования их доля значительно ниже – 19% [17].

Негативным является тот факт, что удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, из года в год уменьшается (график на рис. 1). Если в 2008 г. их было 26,2 %, то в 2013 г. в 2 раза меньше – 12,7 %.

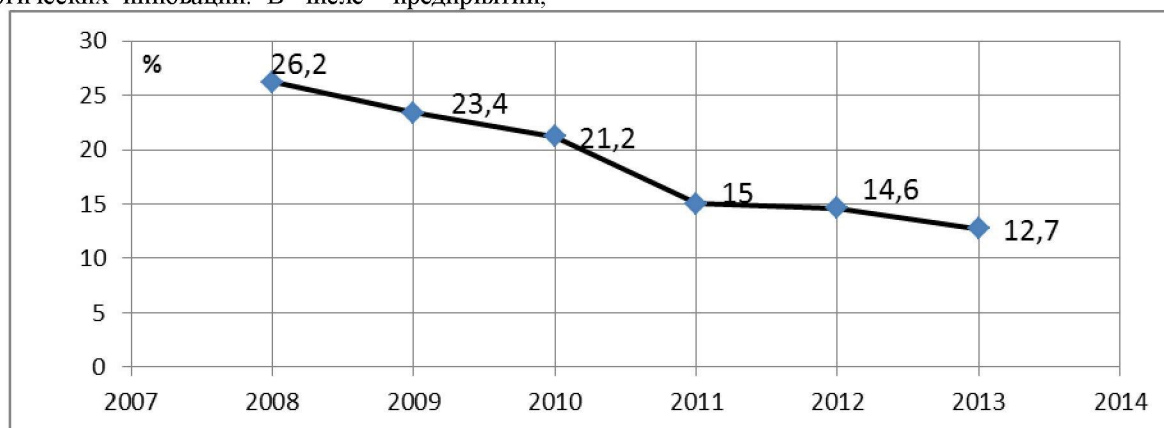


Рис. 1. Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных предприятий

Тем не менее удельный вес инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем объеме отгруженных товаров, работ и услуг несколько увеличился с 17,6 % в 2008 г. до 22,1 % в 2013 г. (хотя в 2009, 2011 и 2012 гг. их доля падала до 6–9 %) [16]. Очевидно, это можно объяснить тем, что группа предприятий, ориентированных на выпуск инновационной продукции, наращивает объемы производства такой продукции, но общее число инновационных предприятий сокращается [9].

Суммарный объем отгруженных инновационных товаров, работ и услуг предприятий и организаций, осуществляющих технологические инновации, был в 2008 г. на уровне 62570,8 млн руб.,

что составляло 17,6 % от общего объема отгруженной этими предприятиями продукции. Через 5 лет, в 2013 г., производство таких товаров выросло в 2,75 раза – до 171876,9 млн руб. и составило 22,1 % от общего объема отгруженной этими предприятиями продукции. В соответствии с нормативными документами органов государственной статистики инновационными считаются товары, работы, услуги, новые или подвергавшиеся в течение последних трёх лет технологическим изменениям разной степени [17].

Затраты на технологические инновации в целом по Пермскому краю также растут. С кризисного 2008 г. по 2013 г. их сумма выросла в 2,5 раза: с 11254,5 до 26916,6 млн руб. (рис. 2).

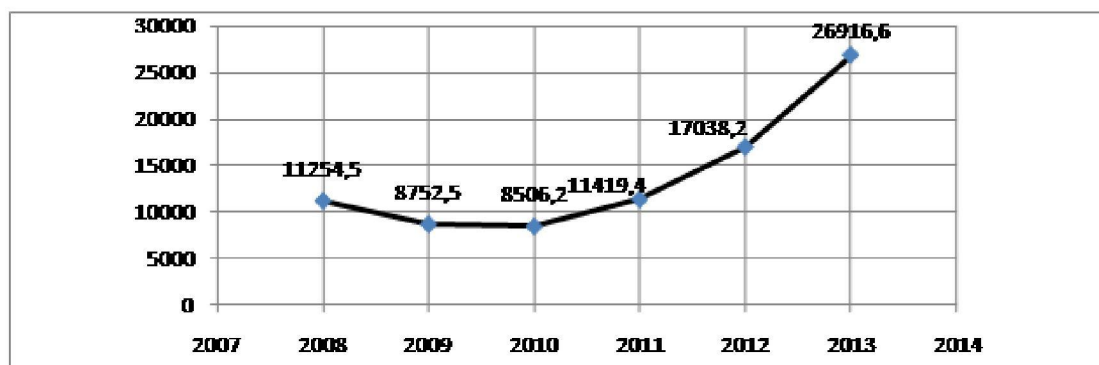


Рис. 2. Затраты на технологические инновации, млн руб.

При этом удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных

товаров, работ и услуг остается примерно на одном, довольно низком, уровне. В 2008 г. – 3,3 %, а в 2013 г. – 3,6 %.

Степень инновационности производимой предприятиями продукции непосредственно сказывается на цене и рентабельности продаваемых изделий [10].

В России рентабельность по промышленности в целом в относительно благополучном 2012 г. составляла 11,3 %. Высокую доходность демонстрируют преимущественно компании сырьевого сектора (15–19 %). Предприятия несырьевых отраслей имеют значительно меньшую рентабельность. Производство машин и оборудования – 4,8 %. Текстильное и швейное производство – 3,4 %. Обработка древесины и производство изделий из дерева – 2,5 % [17].

Весьма высока доля убыточных предприятий, у которых рентабельность меньше нуля. По данным Росстата, доля таких организаций в 2012 г. составляла 35% [17].

В Пермском крае удельный вес убыточных предприятий и организаций в 2013 г. – 27,6 % от общего их числа. Доля убыточных предприятий категории «Обрабатывающие производства» – 29,3 %. Среди них больше всего (60,4 %) предприятий, занятых производством, передачей и распределением пара и горячей воды (тепловой энергии). Довольно много нерентабельных предприятий (44,8 %) в сфере целлюлозно-бумажного производства, издательской и полиграфической деятельности, а также предприятий, занятых обработкой древесины и производством изделий из дерева – 42,9 %. Доля убыточных предприятий, производящих машины и оборудование – 27,5 % [15].

Рост цены и рентабельности продукции возможны за счет модернизации продукции, улучшения ее потребительских качеств [2; 13]. Это, в свою очередь, требует серьезных инвестиций.

Источниками финансирования затрат на технологические инновации в организациях добывающих, обрабатывающих производств, по производству и распределению электроэнергии, газа и воды являются преимущественно собственные средства предприятий и организаций. Их доля составляла в 2013 г. 64,2% от общей суммы финансирования. Удельный вес средств федерального бюджета – 7,2%. Доля бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов за последние 10 лет не превышала 0,3%. Удельный вес кредитов банков из года в год колеблется на уровне 3,5–6 % [17].

Внедрение инновационных технологий – длительный процесс, продолжающийся иногда многие годы. Ниже приведена статистика по срокам их внедрения [17]. Предприятия Пермского края в 2013 г. используют 4395 передовых производственных технологий. Из них большая часть – 55,8 % от общего их числа – внедрялись в производство шесть и более лет. 19,3 % внедрялись за 4–5 лет. Примерно такая же доля – 18,1 % – внедряется за 1–3 года, и только 6,8 %, то есть лишь одна из

15 передовых технологий, внедряется за время, не превышающее один год [17].

Приведенные данные дают некоторое представление о фактически сложившихся соотношениях параметров, характеризующих инновационную деятельность предприятий. Используя эти соотношения как некие ориентиры, проведем исследования условий и границ экономической целесообразности банковского кредитования в целях реализации инновационных программ промышленных предприятий.

В настоящее время предлагаются всевозможные методики оценки окупаемости инвестиций в инновации [3; 8; 11; 14]. Они позволяют учесть практически все многообразие обстоятельств, связанных с их финансированием, разработкой и внедрением. Наряду с ними необходимо иметь относительно простые методики оценки инновационных проектов, позволяющие предприятиям и инвесторам оперативно, без детальной их проработки, рассматривать множество вариантов и принимать решения о целесообразности инвестирования, в том числе и банковского кредитования инновационных предприятий. Поиску таких экспресс-методов анализа инновационных программ предприятий на предмет целесообразности их кредитования посвящена настоящая публикация.

При разработке методов экспресс-анализа инновационных программ предприятий желательно получить универсальные рекомендации, пригодные для предприятий разных сфер и масштабов деятельности. Одним из способов достижения такой универсальности является использование относительных величин и параметров, которые играют роль неких нормативов, определяющих границы экономической целесообразности инвестиций в инновации и пригодны для использования при любых масштабах инвестирования, справедливы для предприятий как малых и средних, так и крупных.

Учитывая это, масштабы кредитования предприятий будем характеризовать с помощью коэффициента масштаба инвестирования (кредитования) K_m , представляющего собой отношение суммы кредита к размерам годовой прибыли, получаемой предприятием в обычном режиме (до начала реализации инновационных программ). При умножении годовой прибыли на этот коэффициент получим денежное выражение суммы кредита.

Кредит предоставляется предприятию в первый год реализации его инновационной программы на срок T_k лет. В последующем изложении будем считать, что он равен числу лет реализации инновационной программы предприятия T . Все приведенные в данной публикации выводы и формулы справедливы для общего случая, когда срок кредитования T_k отличается от T .

Важным параметром, характеризующим инновационный проект, являются не только срок его разработки и внедрения T , но и период продаж новой (модернизированной) продукции, то есть период получения дополнительной прибыли после внедрения проекта. По существу, это жизненный цикл модернизированного (нового) изделия, соз-

данного в результате внедрения инновационного проекта. Число лет, в течение которых этот обновленный товар имеет спрос и продается на соответствующем рынке, обозначим через T_1 .

Считаем, что каждое предприятие производит (и продает) продукцию в объеме V единиц в год, по цене Z денежных единиц за штуку, при себестоимости изделий C денежных единиц. При этом рентабельность производимых изделий r , определяемая как отношение прибыли к себестоимости изделия в долях единицы, равна $r = \frac{Z - C}{C}$.

Реализуя инновационные программы, предприятия добиваются снижения себестоимости продукции, повышения ее качества и иных потребительских свойств. Делается это ради возможности продавать усовершенствованную продукцию по более высокой цене ($Z_1 > Z$) в течение последующих нескольких лет (T_1). За счет роста цены нового (модернизированного) изделия прибыль, получаемая с единицы продукции, возрастет на разницу цен $Z_1 - Z$.

Повышение качества продукции требует применения новых материалов, новых технологий и методов организации производства. Это требует дополнительных затрат. Поэтому повышение качества при одновременном снижении себестоимости – весьма сложная задача. Но даже если затраты останутся на прежнем уровне, рентабельность возрастет от $r = \frac{Z - C}{C}$ до $r_1 = \frac{Z_1 - C}{C}$.

Отношение рентабельности изделия до и после внедрения инноваций назовем коэффициентом роста рентабельности продукции $k = \frac{r_1}{r}$.

Если после внедрения инноваций существенно изменится (снизится или увеличится) себестоимость изделий (до уровня C_1), то рентабельность станет $r_1 = \frac{Z_1 - C_1}{C_1}$. Изменение себестоимости необходимо учесть при расчете коэффициента рентабельности модернизированной продукции. Следует ввести параметр $c = C_1/C$, учитывающий этот фактор. Тогда $k = \frac{r_1}{r} c$.

При использовании указанных коэффициентов прибыль, получаемая с единицы продукции (до внедрения инноваций), можно определять как произведение rC , а после внедрения – как rkC .

Рассмотрим вариант, когда предприятию предоставлен кредит на T_k лет. Кредит предоставляется в первый год реализации инновационной программы предприятия. По условиям кредитного договора с банком предприятие будет ежемесячно (или ежеквартально) возвращать равными долями сумму основного долга по кредиту, а также уплачивать проценты за пользование кредитом по ставке B процентов годовых, или, в долях единицы, – b .

Чтобы не загромождать изложение расчетами процентов по кредиту, всю их сумму за все годы пользования кредитом удобно выразить единственным коэффициентом – a . Назовем его «коэффициент стоимости кредита». При умножении на него размера кредита получим сумму процентов, которые предприятие выплатит банку за весь период кредитования.

Найдем формулы для расчета коэффициента a для разных вариантов начисления процентов по кредиту. Как правило, в кредитных договорах с банками предусматривается начисление процентов либо ежемесячно, либо поквартально. Число периодов выплаты кредита в течение всего периода кредитования обозначим через M . При сумме кредита D в каждый такой период заемщику надо выплатить сумму основного долга в размере $q = D/M$, а также проценты, соответствующие установленной годовой ставке платы за кредит b . Если проценты выплачиваются поквартально, они начисляются каждый квартал по ставке $h = b/4$, если ежемесячно $h = b/12$.

Сумма процентов, выплачиваемых в каждый m -й период (значения m от 1 до M) определяется выражением $P_m = [D - q(m - 1)]h$.

При поквартальной выплате процентов и сроке кредитования один год сумма выплаченных процентов P_s будет равна сумме следующих слагаемых:

$$\begin{aligned} P_s &= (D-0)h + (D-q)h + (D-2q)h + (D-3q)h = 4Dh \\ &\quad - 6qh = 4D \frac{b}{4} - 6q \frac{b}{4} = \\ &= 4D \frac{b}{4} - 6 \frac{D}{4} \frac{b}{4} = Db \frac{10}{16} = 0,625 Db. \end{aligned}$$

Тогда коэффициент стоимости кредита a , определяемый как отношение суммы процентов, выплаченных за весь период кредитования к величине выданного кредита D равен $a = 0,625 Db / D = 0,625b$. $a = 0,625b$.

Если проделать подобную цепочку расчетов для периода кредитования в два года ($M = 8$), выражение для расчета коэффициента a примет вид $a = 1,125b$.

Универсальная формула для расчетов коэффициента стоимости кредита a при сроке кредитования T_k лет и поквартальными платежами процентов по кредиту имеет вид $a = b(0,125 + 0,5T_k)$.

Аналогичные расчеты для кредитования с ежемесячной выплатой процентов приводят к выводу следующей формулы расчета коэффициента стоимости кредита: $a = b(0,041667 + 0,5T_k)$.

Обе формулы отличаются только величиной одного из чисел. В дальнейших расчетах обозначим его через L . Тогда $a = b(L + 0,5T_k)$. (1)

В случае поквартальных платежей по процентам за кредит $L = 0,125$, а при ежемесячном начислении процентов $L = 0,041667$.

За годы внедрения T и последующих лет продаж новой продукции T_1 предприятие получит прибыль в размере $rCVT + rkCVT_1$. При этом при-

быль, остающаяся в распоряжении предприятия (чистая прибыль), составит $P_1 = rCVT(1-s) + rkCVT_1(1-s)$, где s – ставка налога на прибыль (в долях единицы).

Эту сумму прибыли сравним с той, что предприятие получило бы за эти же годы, не внедряя каких-либо инновационных программ: $P_0 = rCV(T+T_1)(1-s)$.

Для предприятия экономически выгоден вариант, когда уровень доходности, достигаемой в рамках реализуемого предприятием инновационного проекта, обеспечит прирост чистой прибыли, перекрывающий размер кредита и процентов по нему. Для этого должно быть выполнено условие $P_1 - P_0 > rCV K_m(1+a)$, или $rCVT(1-s) + rkCVT_1(1-s) - rCV(T+T_1)(1-s) > rCV K_m(1+a)$.

В этом выражении составляющая $rCV K_m$ определяет размер кредита, задаваемый величиной коэффициента масштабов инвестирования K_m , а множитель $1+a$ характеризует сумму процентов за годы пользования кредитом.

После преобразования неравенства получим соотношение для расчета коэффициента масштаба инвестирования K_m :

$$K_m < \frac{(1-s)T_1(k-1)}{1+a} \quad (2)$$

Подставив вместо a формулу для ее расчета (1) получим

$$K_m < \frac{(1-s)T_1(k-1)}{1+b(L+0,5T_k)} \quad (3)$$

Если в результате реализации инновационной программы вырастут также объемы производства и продаж модернизированной продукции от V до V_1 , то в последнюю формулу необходимо ввести коэффициент $f = V_1 / V$, учитывающий это обстоятельство. Тогда условие прироста прибыли в раз-

мере, перекрывающем кредит с процентами, изменится следующим образом:

$$rCVT(1-s) + rkCVT_1(1-s) - rCV(T+T_1)(1-s) > rCV K_m [1 + b(L+0,5T_k)].$$

После преобразования последнего неравенства получаем:

$$K_m < \frac{(1-s)T_1(kf-1)}{1+b(L+0,5T_k)} \quad (4)$$

Максимальный размер кредита должен быть не более суммы, задаваемой расчетным значением коэффициента масштаба инвестирования K_m , а именно суммы, численно равной произведению этого коэффициента K_m на размер годовой прибыли предприятия до внедрения инновационного проекта. При кредитовании свыше этой границы расходы предприятия на кредит и его обслуживание уже не окупаются.

Вышеприведенные формулы справедливы при неизменных ценах. Они не учитывают фактор инфляции. В реальной практике цены ежегодно растут.

Период разработки и внедрения инноваций и последующей продажи новых (модернизированных) изделий зачастую длится много лет. Как свидетельствует вышеприведенная статистика, большинство инновационных проектов представляют собой варианты со сроком внедрения до 6 лет. Последующий период их продаж также до 6 и более лет. Всего это продолжается 12 и более лет. При столь длительном сроке существенно воздействие инфляционных процессов. Необходимо учесть ежегодный рост цен. Поэтому последующие расчеты проводим в текущих ценах, растущих в соответствии со среднегодовыми темпами инфляции. В табл. 1 представлены данные о фактическом уровне инфляции в России за последние 10 лет.

Таблица 1

Темпы инфляции в экономике России за 2005–2014 гг. (в процентах)

2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднегодовая
10,91	9,00	11,87	13,28	8,80	8,78	6,10	6,58	6,45	11,36	9,313

Как показано в табл. 1, фактические темпы инфляции в кризисный 2008 г. достигали 13,28 %. Через четыре года, к 2012 г. они составили 6,45 %, а в 2013 г. 6,55 %, то есть инфляция стабилизировалась на уровне 6,5 % в год. В 2014 г. темпы инфляции резко возросли до 11,36 %. Обусловлено это не только экономическими причинами, но и политической обстановкой. По прогнозам правительства последующие два года инфляция может быть на уровне 12–14 % в год. Далее ожидается некоторое ее снижение.

Если предположить, что масштабы кризисных явлений (в настоящее время) сопоставимы с имевшими место в период кризиса 2008 г., то уро-

вень инфляции на ближайшие 10 лет можно прогнозировать на уровне, среднем за предыдущее десятилетие, то есть 9,313 % в год. Дальнейшие расчеты будем вести исходя из этого предположения.

Для отражения динамики инфляционного роста цен используем показатель среднегодовых темпов инфляции $e = (1 + i/100)$.

При уровне инфляции $i = 9,313$ % в год $e = 1 + 9,313 / 100 = 1,09313$.

Если принять уровень сегодняшних цен за единицу, то, за последующие 8 лет они удвоятся, а за 10 лет вырастут в 2,4362 раза (табл. 2).

Таблица 2

Уровень цен по годам при темпе инфляции 9,313 % в год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,0931	1,1949	1,3062	1,4279	1,5608	1,7062	1,8651	2,0388	2,2287	2,4362

Используя показатель среднегодовых темпов инфляции $e = (1 + i/100)$, запишем выражение

для расчета суммы прибыли, остающейся в распоряжении предприятия (P) за годы внедрения инно-

ваций (Т): $P = rCVwe^{\wedge 1} + rCVwe^{\wedge 2} + \dots + rCVwe^{\wedge T} = rCVw(e^{\wedge 1} + e^{\wedge 2} + \dots + e^{\wedge T})$.

Здесь 1, 2...Т – показатель степени, в которую возводится показатель инфляции e , чтобы определить уровень прироста цен в 1-й, 2-й, ..., Т-й годы реализации инновационной программы; w – коэффициент, определяющий долю прибыли, остающейся в распоряжении предприятия (после уплаты налога на прибыль). Рассчитывается как $w = 1 - s$, где s – ставка налога на прибыль в долях единицы.

Цепочку коэффициентов, отражающих ежегодный инфляционный рост цен, обозначим через $E = e^{\wedge 1} + e^{\wedge 2} + \dots + e^{\wedge T}$. Тогда $P = rCVwE$.

Сумма прибыли, остающейся в распоряжении предприятия за годы продаж модернизированной продукции T_1 , когда рентабельность продаваемых изделий увеличилась в k раз, составит $P_1 = rkCVwe^{\wedge T+1} + rCVwe^{\wedge T+2} + \dots + rCVwe^{\wedge T+T+1} = rCVw(e^{\wedge T+1} + e^{\wedge T+2} + \dots + e^{\wedge T+T+1})$.

Выражение в скобках обозначим через E_1 . При этом $P_1 = rkCVwE_1$.

В исходном варианте (без внедрения каких-либо инноваций) выражение для расчета суммы прибыли, остающейся в распоряжении предприятия P_0 за весь рассматриваемый период $T+T_1$ лет, определяется соотношением

$P_0 = rCVwe^{\wedge 1} + rCVwe^{\wedge 2} + \dots + rCVwe^{\wedge T+T+1} = rCVw(e^{\wedge 1} + e^{\wedge 2} + \dots + e^{\wedge T+T+1})$.

Последовательность слагаемых в скобках обозначим через E_0 . Формула расчета прибыли, остающейся в распоряжении предприятия в базовом варианте, примет вид $P_0 = rCVwE_0$.

Следует иметь в виду, что чем выше уровень инфляции, тем выгоднее для предприятия получать кредиты, особенно если он получен на достаточно длительный срок 3, 4, 5, 6 лет. Это обусловлено тем, что в кредитных договорах с банками инфляция в явном виде не учитывается. При этом размер кредита, задаваемого величиной коэффициента масштабов инвестирования K_m , рассчитывается, как и прежде, по ранее приведенной формуле 4.

Получение кредита для реализации инновационной программы выгодно для предприятия, если прирост чистой прибыли за счет внедрения

этой программы перекроет сумму взятого кредита и выплачиваемых по нему процентов:

$$rCVwE + rkCVwE_1 - rCVwE_0 > rCVK_m(1+a).$$

Сократим все составляющие неравенства на rCV . Оно примет вид:

$wE + kwE_1 - wE_0 > K_m(1+a)$. Подставив вместо a выражение для ее расчета (1), а также учитывая, что $E_0 = E + E_1$ преобразуем записанное неравенство.

В итоге получим выражение для расчета коэффициента масштаба кредитования, учитывающего инфляционный рост цен:

$$K_m < \frac{(1-s)E_1(kf-1)}{1+b(L+0,5T_k)}. \quad (5)$$

K_m определяет максимально допустимый в условиях данного инфляционного роста цен размер кредита, при котором прирост прибыли, обусловленный внедрением инноваций, перекроет сумму взятого кредита и выплачиваемых по нему процентов. Если же предприятие возьмет кредит больший, чем допускает расчетное значение K_m , средств для полной выплаты кредита и процентов не хватит.

Полученная методика определения допустимых масштабов кредитования позволяет проводить оперативный экспресс-анализ инновационных проектов предприятий, финансируемых за счет заемных средств.

Она удобна тем, что для экспресс-оценки целесообразности кредитования любого инновационного проекта достаточно знать несколько цифр: рост рентабельности производимой предприятием продукции, достигаемый при внедрении проекта k ; срок кредитования T_k , срок разработки и внедрения проекта T и период продаж модернизированной продукции T_1 , характеризующий ее жизненный цикл. В случае роста объемов производства также $f = V_1/V$.

Параметры, отражающие темпы инфляции, при сегодняшнем ее уровне сведены в справочную табл. 3, из которой можно взять необходимый для расчетов коэффициент E_1 в зависимости от сочетаний сроков внедрения инновационных проектов T и периода продаж модернизированной продукции T_1 .

Таблица 3

Коэффициенты E_1 при уровне инфляции 9,313 % в год

Годы внедрения (Т)	Т ₁ – Период продаж инновационной продукции (в годах)					
	1	2	3	4	5	6
1	1,3062	2,7341	4,2949	6,0011	7,8662	9,9050
2	1,4279	2,9887	4,6949	6,5600	8,5988	10,8275
3	1,5608	3,2670	5,1321	7,1709	9,3996	11,8359
4	1,7062	3,5713	5,6101	7,8388	10,2750	12,9381
5	1,8651	3,9039	6,1326	8,5688	11,2319	14,1431
6	2,0388	4,2675	6,7037	9,3668	12,2779	15,4602

В формулах 1–5 использованы преимущественно относительные величины (коэффициент масштаба кредитования, рост рентабельности). Поэтому полученные выводы и методы расчетов удобны в применении и носят универсальный характер. Они пригодны при любых масштабах инвестирования, справедливы для предприятий как малых и средних, так и крупных. По существу, по-

лученные соотношения представляют собой нормативы, определяющие границы экономической целесообразности инвестиций в инновации. Эти нормативные величины целесообразно закладывать в локальные нормативные акты, регулирующие деятельность государственных и частных структур, связанных с вопросами кредитования инновационной деятельности предприятий.

Так, табл. 4 содержит значения допустимого коэффициента масштаба инвестирования при любых сочетаниях сроков реализации проекта (T от 1 до 6 лет) и периодов продаж обновленной про-

дукции (T_1 также от 1 до 6 лет), при указанном значении параметра k , характеризующего рост рентабельности продаж обновленной продукции.

Таблица 4

Допустимые значения коэффициента масштаба кредитования K_m (в процентах от размера годовой прибыли предприятия до начала внедрения его инновационной программы) в зависимости от сроков внедрения T и периода продаж обновленной продукции T_1 , при росте рентабельности $k = 1,3$

Т – годы внедрения	Т ₁ – период продаж инновационной продукции (в годах)					
	1	2	3	4	5	6
1	28,2%	59,0%	92,7%	129,5%	169,7%	213,7%
2	14,2%	29,8%	46,9%	65,5%	85,8%	108,0%
3	9,7%	20,2%	31,8%	44,4%	58,2%	73,3%
4	7,4%	15,5%	24,3%	34,0%	44,6%	56,2%
5	6,1%	12,7%	20,0%	27,9%	36,6%	46,1%
6	5,2%	10,9%	17,2%	24,0%	31,4%	39,6%

Экономически оправданные масштабы кредитования, при прочих равных условиях, зависят в основном от коэффициента роста рентабельности продукции за счет внедрения инновационной программы предприятия k .

Ниже представлен график соотношений параметров роста рентабельности продукции k и коэффициента масштаба кредитования K_m , при $T=3$ и $T_1=6$ лет.

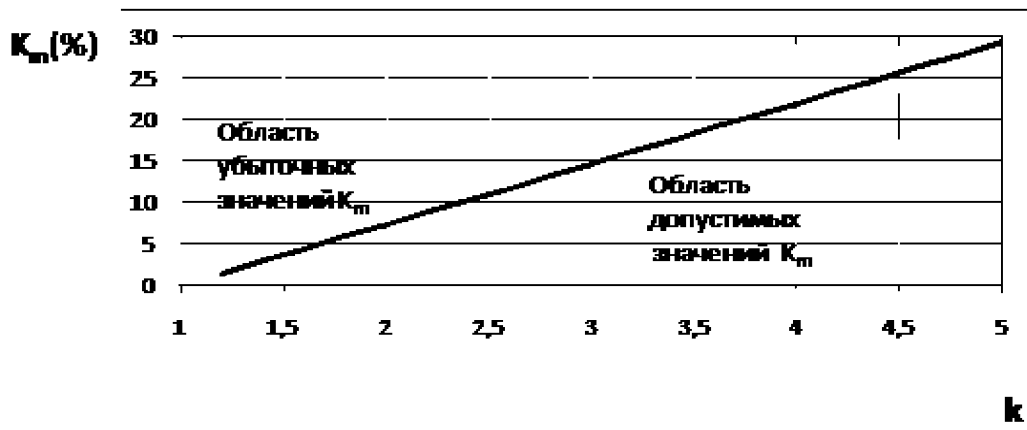


Рис. 3. Области допустимых и убыточных значений коэффициента масштаба кредитования

Ниже прямой линии находится область допустимых значений коэффициента масштаба кредитования K_m , при которых выполняется условие окупаемости кредитных сумм. Выше прямой – область убыточных значений K_m , при которых расходы по кредитованию не окупятся.

На стадии, когда предприятие принимает решение о реализации своей инновационной про-

граммы за счет привлечения заемных средств, важно знать допустимую в данных конкретных условиях ставку банковского кредитования. Исходя из формулы (5) можно найти выражение для ее расчета:

$$b < \frac{(1-s)E_1(kf-1) - K_m}{K_m(L + 0,5T_k)} \quad (6)$$

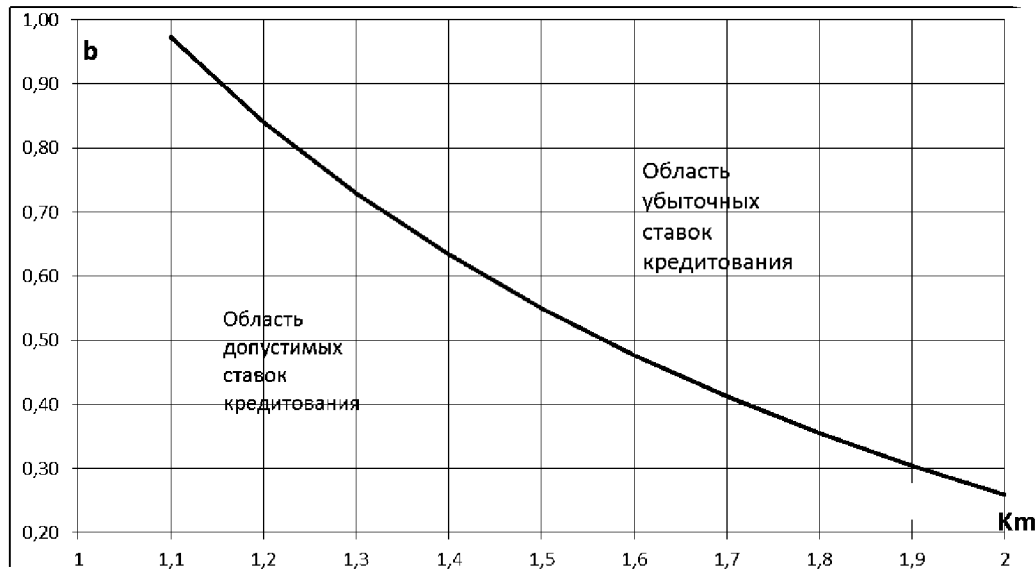


Рис. 4. Область допустимых и убыточных ставок кредитования

Если точка, соответствующая ставке по кредиту, ниже граничной линии (из области допустимых ставок кредитования), то кредит и проценты по нему будут перекрыты дополнительной прибылью, полученной в результате внедрения инновационной программы предприятия.

Вышеизложенные соотношения позволяют находить границы безубыточного кредитования инновационных предприятий. Но, принимая решение о кредитовании, инвестор и кредитуемое предприятие могут рассчитывать на некий более высокий уровень доходности, нежели просто окупаемость проекта. Например, ставить цель получения на каждый рубль привлеченных заемных средств более чем один рубль дополнительной прибыли. В этом случае в формулу для расчета коэффициента масштабирования необходимо ввести показате-

ль d , называемый «требуемым уровнем доходности». Он задает количество денежных единиц дополнительной прибыли, которые надо получить в расчете на одну денежную единицу заемных средств. Выражение для расчета коэффициента масштабирования при этом изменится следующим образом:

$$K_m < \frac{(1-s)E_1(kf-1)}{d[1+b(L+0,5T_k)]} \quad (7)$$

На рис. 5 представлен веер прямых линий, каждая из которых отсекает область допустимых значений коэффициента масштабирования, при которых достигается необходимый уровень доходности.

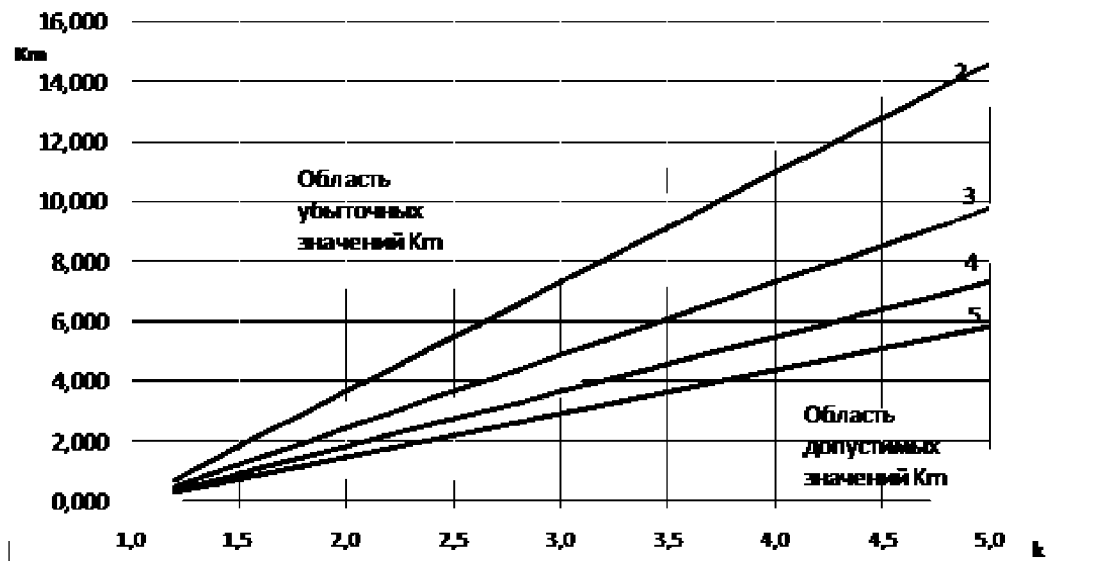


Рис. 5. Области допустимых и убыточных значений коэффициента масштабирования при заданных значениях уровня доходности инвестиций

Так, ниже линии 2 находится область допустимых значений коэффициента масштабирования K_m , при которых обеспечивается доходность более двух денежных единиц на единицу вложенных заемных средств, а ниже линии 3 область допустимых значений K_m , при которых доходность более трех денежных единиц на единицу инвестиций. Между этими двумя линиями лежат точки, соответствующие значениям коэффициента масштабирования K_m , при которых обеспечивается доходность от двух до трех денежных единиц на единицу инвестиций.

Можно решать и обратную задачу: в зависимости от размера кредита (заданном коэффициентом масштабирования K_m) рассчитать сумму прироста прибыли, получаемую на каждый рубль привлекаемых заемных средств d :

$$d = \frac{(1-s)E_1(kf-1)}{K_m[1+b(L+0,5T_k)]} \quad (8)$$

Эту зависимость отображает график на рис. 6.

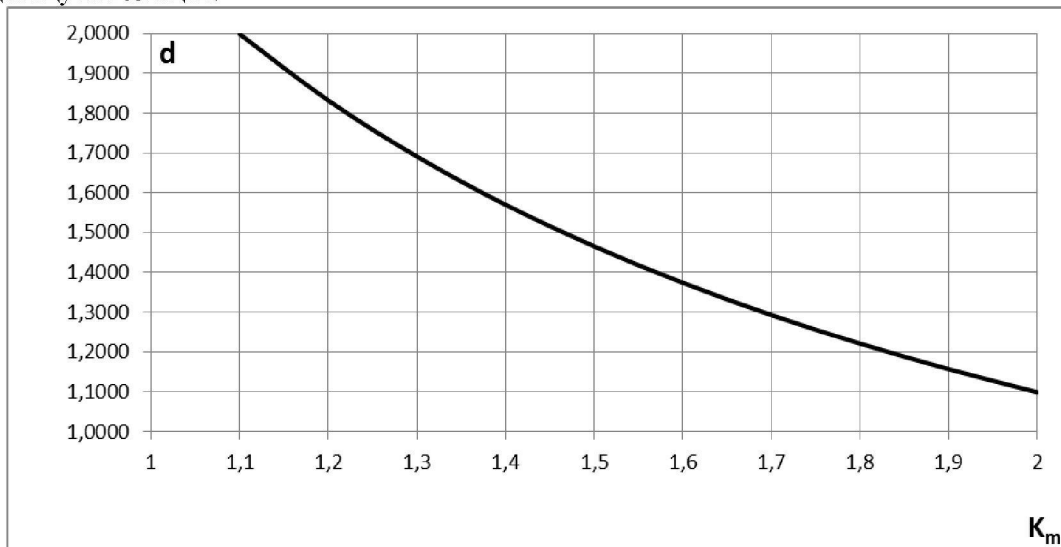


Рис. 6. Прирост прибыли на рубль привлекаемых заемных средств d в зависимости от коэффициента масштабирования K_m

Предельно допустимая ставка банковского кредитования при условии обеспечения доходности более чем один рубль на единицу инвестиций ($d > 1$) может быть рассчитана по видоизмененной формуле 8:

$$b < \frac{(1-s)E_1(kf-1) - K_m d}{K_m d(L+0,5T_k)} \quad (9)$$

На рис. 7 представлены графики, разделяющие всю совокупность точек, отображающих величины возможных ставок кредитования, на область убыточных и допустимых ставок кредитования (при заданных значениях доходности привлекаемых предприятием заемных средств).

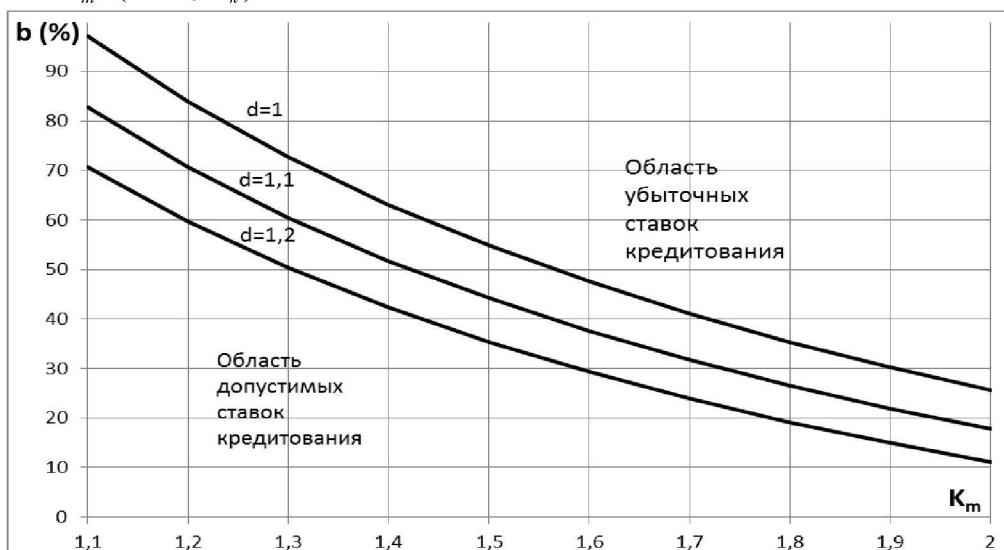


Рис. 7. Области допустимых и убыточных ставок кредитования при заданных значениях уровня доходности привлекаемых кредитных ресурсов

Так, ниже линии, помеченной выражением $d = 1,1$, лежат точки, соответствующие значениям ставок кредитования, при которых достигается доходность в 1,1 руб. на каждый рубль привлекаемых заемных средств, при указанных на горизонтальной оси масштабах кредитования. Соответственно ниже линии $d = 1,2$ точки, отображающие значения ставок кредитования, при которых достигается доходность более чем в 1,2 руб. на каждый рубль привлекаемых заемных средств.

В качестве выводов по проведенному исследованию констатируем следующее.

1. Существуют объективно обусловленные границы экономической целесообразности кредитования инновационных предприятий, при которых обеспечивается баланс интересов кредитующих банков и потребностей инновационных предприятий.

2. Размеры кредитных ресурсов, предоставляемых инновационным предприятиям, должны определяться из условия, что расходы по кредитованию и обслуживанию кредита окупаются за счет прироста прибыли при внедрении инновационных программ у этих предприятий.

3. Указанный принцип реализует изложенная в данной статье методика экспресс-анализа инновационных программ предприятий. Она ориентирована на практическое применение и может быть использована как банками (и иными кредитующими структурами), так и заемщиками.

4. Предлагаемая методика позволяет и предприятиям и банкам за ограниченное время анализировать множество вариантов кредитования инновационного предприятия, варьируя показателями суммы и сроков кредитования, ставок оплаты за пользование кредитом, параметрами доходности инновационных программ предприятий. Это позволяет оперативно подбирать варианты кредитования, приемлемые как для кредиторов, так и для заемщиков.

5. Достоинство и новизна методики заключаются в том, что анализ всего многообразия параметров, характеризующих, с одной стороны, инновационные программы предприятий, а с другой – возможные варианты кредитования, удалось свести к анализу ограниченного числа показателей, отображающих экономическую суть анализируемых процессов (причем в условиях действующих инфляционных трендов).

Это обеспечило компактность методики и возможность в короткие сроки анализировать множество возможных вариантов кредитования инновационных предприятий. В свою очередь, это позволяет быстро находить наиболее приемлемые варианты кредитной поддержки инновационных предприятий, оптимальные как с точки зрения кредитующих структур, так и с точки зрения заемщиков.

6. Получаемые по данной методике соотношения представляют собой некие нормативы, определяющие границы экономической целесообразности кредитования инновационных предприятий. Эти нормативные величины целесообразно

закладывать в локальные нормативные акты, регулирующие деятельность промышленных корпораций, а также субъектов инновационной инфраструктуры, кредитующих инновационные предприятия.

Список литературы

1. Ахметова М.И. Подход к оценке уровня развития инновационной системы региона // Экономические и социальные науки: прошлое, настоящее и будущее: материалы III Междунар. заоч. науч.-практ. конф. 30 апреля 2014 г. М.: Экономическая газета, 2014. С. 330–334.

2. Дубровская Ю.В. National-private partnership as the basis of territorial budgets equilibrium achievement // Actual problems of economics. 2014. №12. URL: <http://eco-science.net> (дата обращения: 11.03.2015).

3. Иерархический анализ социально-экономических систем: подходы, модели, приложения // Коллективная монография под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Ю.К. Перского в 2 ч. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012.

4. Молодчик А.В., Севастьянов В.П. Границы экономической целесообразности налоговых льгот для инновационных предприятий // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2014. № 3. С. 58–65.

5. Молодчик А.В., Севастьянов В.П. О целесообразности субсидирования инновационных программ промышленных предприятий // Вестник УрФУ. Серия «Экономика и управление». 2014. № 6. С. 36–45.

6. Об инновационной деятельности в Пермском крае: Закон Пермского края от 11.06.2008 N 238-ПК. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

7. О науке и научно-технической политике в Пермском крае: Закон Пермского края от 02.04.2008 № 220-ПК. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

8. Перский Ю.К., Ахметова М.И. Подход к оценке уровня развития инновационной системы региона в его социально-экономической среде // Электронный вестник МГУ «Государственное управление». Москва. 2014. № 46. С. 122–139. URL: http://e-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/2014/vipusk_46_oktjabr_2014_g._persky_akhmetova.pdf (дата обращения: 03.03.2015).

9. Перский Ю.К., Дубровская Ю.В. Гармонизация интересов экономических субъектов в системе иерархических взаимосвязей экономики // Журнал экономической теории. 2011. №1. С. 24–37.

10. Перский Ю.К., Дубровская Ю.В. Институциональная структура гражданского общества как важнейшая составляющая системы взаимодействия субъектов экономики // Государственное управление: электронный вестник. 2014. № 43. URL: <http://e-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/>

2014/vipusk_43_aprel_2014_g/ekonomicheskie_vo_prosi_upravleniya/persky_dubrovskaya.pdf (дата обращения: 01.03.2015).

11. Перский Ю.К., Дубровская Ю.В. Институты местного самоуправления как фактор гармонизации интересов субъектов экономики: монография. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014.

12. Севастьянов В.П. Динамика инновационного развития предприятий Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2012. № 16 (41). С. 174–194.

13. Семенова Е.В., Перский Ю.К., Ахметова М.И. Построение типологического ряда регионов по признаку инновационного потенциала // Научное обозрение. 2014. № 8. С. 407–415.

14. Семенова Е.В., Перский Ю.К., Ахметова М.И. Social- 5 economic determinants of territorial innovative development // X международный форум «Крым НИ-ТЕСН – 2014»: сборник тезисов докладов. 25–27 сентября 2014 г. Севастополь, 2014.

15. Социально-экономическое положение Пермского края. Официальное издание / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Пермь, 2014.

16. Статистический ежегодник Пермского края / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Пермь, 2014.

17. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Пермь, 2013. URL: <http://permstat.gks.ru/> сайт (дата обращения: 04.03.2015).

Получено: 03.06.2015

References

1. Ahmetova M.I. Podhod k ocenke urovnya razvitiya innovacionnoj sistemy regiona. Jekonomicheskie i social'nye nauki: proshloe, nastojashhee i budushhee [Approach to assessment of the regional innovative system. Economic and social studies: past, present, future]. *Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii „30 aprelya 2014 g.* [Proc. of III International scientific and practical conference, 30 April. 2014]. Moscow, Izdatel'skij dom “EHkonomicheskaya gazeta”, 2014, pp. 330–334.

2. Dubrovskaya Y.V. National-private partnership as the basis of territorial budgets equilibrium achievement. *Actual problems of economics*, 2014, no. 12. Available at: <http://eco-science.net/> (accessed 11.03.2015).

3. Ierarhicheskij analiz social'no-ehkonomicheskikh sistem: podhody, modeli, prilozheniya. Kollektivnaya monografiya pod obshch. red. d-ra ekon. nauk, prof. Y.K. Perskogo v 2-h chastyah [Hierarchical analysis of socio-economic systems: approaches, models, supplement: monography] Edited by prof. Y.K. Persky. Perm, Izd-vo Perm. nac. issled. politekh. un-ta. 2012.

4. Molodchik A.V., Sevast'yanov V.P. Graniцы ehkonomicheskoy celesoobraznosti nalogovyh l'got dlya innovacionnyh predpriyatij [The borders of economic expediency of the taxation for innovative enterprises]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy* [Perm University Herald. Economy], 2014, no. 3, pp. 58–65.

5. Molodchik A.V., Sevast'yanov V.P. O celesoobraznosti subsidirovaniya innovacionnyh programm promyshlennyh predpriyatij [On expediency of financing the innovative programs of the industrial enterprises]. *Vestnik UrFU. Seriya “Ekonomika i upravlenie”* [Vestnik UFY. Economy and Management], 2014, no. 6. pp. 36–45.

6. Zakon Permskogo kraja ot 11 ijunja 2008 g. № 238-ПК “Ob innovacionnoj deyatel'nosti v Permskom krae” [The law of the Perm region of 11 June 2008 № 238-ПК “On innovation activity in Perm region” (In Russian).

7. Zakon Permskogo kraja ot 02 aprelya 2008 g. № 220-ПК “O nauke i nauchno-tekhnicheskoy politike v Permskom krae” [The law of the Perm region of 02 April, 2008 № 220-ПК “On Science and Science and Technology Policy in the Perm region” (In Russian).

8. Perskij Y.K., Ahmetova M.I. Podhod k ocenke urovnya razvitiya innovacionnoj sistemy regiona v ego social'no-ehkonomicheskoy srede [Approach to assessing the level of development for innovative system in the region in the social economic context]. *Jelektronnyj vestnik MGU “Gosudarstvennoe upravlenie”* [Public administration], 2014, no. 46, pp. 122–139.

9. Perskij Y.K., Dubrovskaya Y.V. Garmonizaciya interesov ehkonomicheskikh sub'ektov v sisteme ierarhicheskikh vzaimosvyazej ehkonomiki [Harmonizing the interests of economic subjects in the system of hierarchical economic interrelations of the subjects]. *Zhurnal ehkonomicheskoy teorii* [The economic theory journal], 2011, no. 1, pp. 24–37.

10. Perskij Y.K., Dubrovskaya Y.V. Institucional'naya struktura grazhdanskogo obshchestva kak vazhnejshaya sostavlyayushchaya sistemy vzaimodejstviya sub'ektov ehkonomiki [Institutional structure of the civil society as a significant component of the system of economic interrelations of the subjects]. *Zhurnal “Gosudarstvennoe upravlenie. EHlektronnyj vestnik”* [Public administration], 2014, no. 43.

11. Perskij Y.K., Dubrovskaya Y.V. *Instituty mestnogo samoupravleniya kak faktor garmonizacii interesov sub'ektov ehkonomiki: monografiya* [Institutions of local self management as a harmonizing factor of interest for the subjects in economy: monography]. Perm, Izd-vo Perm. nac. issled. politekh. un-ta, 2014.

12. Sevast'yanov V.P. Dinamika innovacionnogo razvitiya predpriyatij Permskogo kraja [Dynamics of innovative development of the enterprises in the Permskiy Kriy]. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhicheskogo universiteta. Social'no-ehkonomicheskie nauki* [The state national research polytechnic university vestnik. Social and economic sciences], 2012, no. 16(41), pp. 174–194.

13. Semenova E.V., Perskij Y.K., Ahmetova M.I. Postroenie tipologicheskogo ryada regionov po priznaku innovacionnogo potentsiala [Constructing the typological grid of regions by the feature on innovation potential]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific review], 2014, no. 8, pp. 407–415.

14. Semenova E.V., Perskij Y.K., Ahmetova M.I. Social-economic determinants of territorial innovative development. *Sbornik tezisov dokladov X mezhdunarodnyj forum "Krym HI-TECH – 2014"*, 25–27 sentyabrya, 2014 g. [Proc. of X International forum "Crimea HI-TECH-2014", 25–27 September, 2014]. Sevastopol'. 2014.

15. *Social'no-ehkonomicheskoe polozhenie Permskogo kraja*. Oficial'noe izdanie [Social-

economic situation of Perm Krai. Formal edition]. Perm, Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Permskomu krayu Publ., 2014.

16. *Statisticheskij ezhegodnik Permskogo kraja* [Statistical Yearbook of the Perm Krai]. Perm, Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Permskomu krayu Publ., 2014.

17. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki po Permskomu krayu* [Federal State Statistics Service in Perm Krai]. Available at: <http://permstat.gks.ru/> (accessed 04.03.2015).

The date of the manuscript receipt:
03.06.2015

GRANTING CREDITS FOR INNOVATIVE PROGRAMS AT INDUSTRIAL ENTERPRISES: EFFICIENCY CONDITIONS

Anatoly V. Molodchik, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Management and Marketing

E-mail: perm062@gmail.com

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

Valery P. Sevastyanov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

E-mail: texuniver@gmail.com

Perm National Research Polytechnic University; 29, Komsomolsky prospekt, Perm, 614990, Russia

Innovative development of enterprises and territories becomes possible when there are suitable financial resources. Here special importance is acquired by the infrastructure elements that ensure financing innovative programs at enterprises, particularly by commercial banks. This article aims at exploring the limits of economic expediency for banks and other financial institutions when crediting innovative activity of industrial enterprises. A special practice-oriented technique has been designed to determine economically expedient crediting volumes, which can be used by both banks and other financial institutions. The expediency criterion suggested for selecting the innovative projects worth crediting is profit increment requirement. The sum expected should exceed the loan received and the expenses for implementation of the innovative program at the enterprise. As for the advantages and novelty of the proposed technique, it allows for reducing analysis of the variety of parameters, which characterize both the innovation aspect and crediting options, to analyzing a set of core indicators. The accepted approach ensures conciseness of the technique. Using this technique, it is possible to conduct a comprehensive analysis of a wide range of available options within a short time, which, in its turn, gives an opportunity to quickly select the crediting organization, meeting the demands of the lender and the borrower. In the long-term perspective the suggested technique lays the foundation for regulatory norms that could objectively formulate the bounds of economic expediency for crediting industrial enterprises' innovative activity. Such normative parameters are advised to be inserted thereafter into the acts and statutes that should regulate functioning of industrial enterprises, as well as of all entities involved in providing financial support for innovation work at industrial enterprises.

Keywords: innovation; industrial enterprises; innovative infrastructure; modernization; crediting; loan; investments; recoument; economic expediency.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Молодчик А.В., Севастьянов В.П. Условия эффективности кредитования инновационных программ промышленных предприятий // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 148–159.

Please cite this article in English as:

Molodchik A.V., Sevastyanov V.P. Granting credits for innovative programs at industrial enterprises: efficiency conditions // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 148–159.

УДК 001.891:331.215.3
ББК 65.245в7

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ТРУДА

**А.В. Модорский, начальник отдела организации труда и заработной платы
ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»**

Электронный адрес: modorsky@list.ru,
ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», 614000, г. Пермь, ул. Ленина, 62

Г.Г. Модорская, канд. экон. наук, доцент

Электронный адрес: modorskay@psu.ru
Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Отражена предлагаемая авторами методика оценки эффективности систем стимулирования. Методика предполагает проведение четырехступенчатого анализа системы стимулирования. При реализации методики осуществляется последовательное проведение социологического исследования, изучение экспертного мнения, расчет общих и специальных показателей оценки эффективности системы стимулирования. При социологическом исследовании с помощью анкеты анализируется мнение работников предприятия об эффективности системы стимулирования. Итоги социологического исследования обрабатываются с помощью SWOT-анализа. В качестве экспертов в методике предлагается использовать руководителей высшего и среднего звена управления. Описаны применяемые в практике общие показатели оценки эффективности системы стимулирования, такие как зарплатоемкость, зарплатоотдача и др. Приведены основные недостатки подобных показателей. Для преодоления недостатков, свойственных общим показателям оценки эффективности, предложено использование специальных показателей оценки эффективности системы стимулирования, в том числе интегрального показателя оценки эффективности и корреляционного показателя. Под «интегральным показателем» понимается средневзвешенная оценка выполнения ключевых показателей деятельности по подразделению за период, отнесенная к премиальным выплатам по подразделению за соответствующий период в расчете на одного работника. Под «корреляционным показателем» понимается показатель, отражающий уровень линейной корреляции между средневзвешенной оценкой выполнения KPI по подразделению за ряд периодов и премиальными выплатами в расчете на одного работника за соответствующие периоды с учетом соотношения между заработной платой отдельных групп работников. Каждая ступень предлагаемой методики, давая свою характеристику системы стимулирования, в совокупности формирует всестороннюю картину. Осуществлена апробация предлагаемой методики на примере одного из нефтегазодобывающих предприятий. Использование авторской методики позволяет вовремя выявлять недостатки в функционировании систем стимулирования, а, следовательно, позволит своевременно предотвратить отрицательные последствия и повысить эффективность системы стимулирования труда на предприятии.

Ключевые слова: система стимулирования, показатели эффективности, оценка стимулирования, оплата труда, эффективность стимулирования, анализ стимулирования, нефтегазодобывающие предприятия.

Осложнение внешнеэкономической ситуации, в том числе введение санкций со стороны США и Евросоюза по отношению к России [3], понижение кредитного рейтинга государства и ряда крупнейших отечественных компаний ведущими мировыми рейтинговыми агентствами [17] ведет к увеличению стоимости привлечения внешних заемных ресурсов и в целом негативно влияет на капитализацию компаний, что подтверждается падением стоимости акций основных отечественных компаний, представляющих ТЭК [6; 7; 8]. Это, в свою очередь, заставляет отечественные компании изыскивать внутренние резервы для развития. Одним из возможных путей формирования таких резервов является сокращение затрат на персонал. Одновременно с этим снижение уровня заработной платы может привести к возникновению социаль-

ной напряженности в коллективе. Поэтому компаниям целесообразно, не снижая заработную плату, сформировать или совершенствовать существующую систему стимулирования работников так, чтобы она позволила повысить производительность труда при тех же затратах на персонал.

Чтобы выстроить качественную программу совершенствования системы стимулирования особенно важно правильно определить основные элементы системы, которые в настоящее время функционируют недостаточно эффективно. Что же следует понимать под эффективностью? С точки зрения ряда американских ученых, эффективность – мера затрат на достижение поставленных целей [12, с. 321]. Отечественный академик Л.И. Абакин под эффективностью понимает отношение результата производства (продукта) к произведенным на его

достижение затратам [9]. Современный экономический словарь определяет термин «эффективность» как относительный эффект, результативность процесса, операции, проекта, определяемые как отношение эффекта, результата к затратам, расходам, обусловившим, обеспечившим его получение [10].

Учитывая подходы к определению термина «эффективность», определим трактовку термина «эффективность системы стимулирования». Под эффективностью системы стимулирования будем понимать максимизацию производительности труда при оптимизации расходов на систему стимулирования работников.

Обозначив теоретические подходы к трактовке термина «эффективность», перейдем к изло-

жению четырехступенчатой методики, предлагаемой для проведения оценки эффективности системы стимулирования (рис. 1):

1. На первой ступени необходимо провести социологическое исследование с целью анализа динамики удовлетворенности работников системой материального стимулирования.

2. На второй ступени следует изучить мнение экспертного сообщества по поводу эффективности системы стимулирования.

3. На третьей ступени необходимо провести расчет общих показателей оценки эффективности системы стимулирования (далее – ОЭСС).

4. На четвертой ступени необходимо провести расчет специальных показателей ОЭСС.

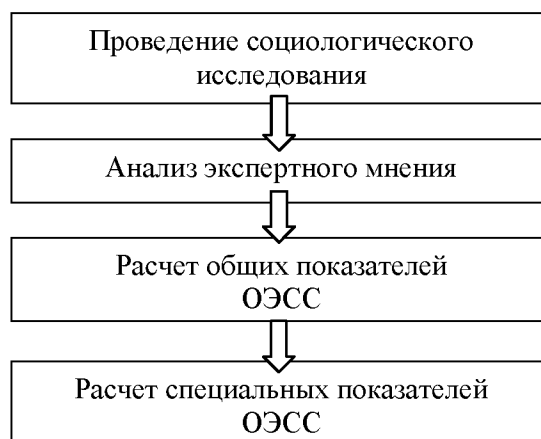


Рис. 1. Четырехступенчатая методика оценки эффективности системы стимулирования

Опишем более подробно каждый этап оценки.

Первая ступень предполагает проведение социологического исследования работников предприятия с целью определения состояния системы стимулирования. При этом при создании опросного листа необходимо придерживаться следующей логики: опросный лист должен позволить HR-менеджменту компании провести SWOT-анализ системы стимулирования. Таким образом, вопросы для респондентов должны быть сформулированы таким образом, чтобы ответы на них последовательно отражали следующие направления:

- S (strengths) – сильные стороны;
- W (weaknesses) – слабые стороны;
- O (opportunities) – возможности;
- T (threats) – угрозы [4].

В качестве примеров вопросов можно указать следующие: «Насколько система стимулирования мотивирует Вас хорошо работать?», «Соответствует ли Ваша заработная плата выполняемым Вами функциям?» и т.д.

В дальнейшем потребуется всесторонний анализ проведенного исследования с целью формирования результатов SWOT-анализа и сопоставления сильных и слабых сторон системы, а также возможностей и угроз.

Вторая ступень предполагает анализ экспертного мнения руководителей предприятия на предмет эффективности системы стимулирования

путем их анкетирования, ее соответствия основным целям и задачам, стоящим перед предприятием. При этом выборка экспертов должна носить достаточный характер, чтобы оставаться репрезентативной. В нее должны быть включены руководители разных уровней управления от топ-менеджмента до линейных руководителей, также немаловажно уделить особое внимание включению в состав экспертного сообщества представителей различных функциональных направлений деятельности. При проведении анализа экспертного мнения существенным является доведение до экспертов результатов первого этапа (социологического опроса) с целью участия экспертного сообщества в его анализе и формировании выводов по его результатам.

Третья ступень заключается в динамическом анализе общих показателей оценки эффективности системы стимулирования.

Исходя из вышеприведенных определений понятия «эффективность» одним из основных методов оценки эффективности системы стимулирования можно считать сопоставление выпущенного объема продукции и затраченного для обеспечения выпуска данного объема продукции фонда заработной платы. Данный показатель в экономической теории называется зарплатоотдачей.

Недостатком анализа эффективности системы стимулирования на основе зарплатоотдачи является тот факт, что рост объемов выпуска может быть связан с затратами не только в области оплаты

труда, но и в сфере расширения производства и др. При этом данный метод может быть использован при анализе системы стимулирования в подразделениях с сопоставимыми технологиями, условиями производства и т.п.

Кроме показателя зарплатоотдачи широкое распространение получил обратный ему показатель – коэффициент зарплатоемкости труда [1]. Зарплатоемкость (англ. *own-product real wage*) – доля реальной заработной платы в цене продукта фирмы, отрасли [11].

В целом для экономики этот показатель имеет важнейшее значение. С одной стороны, по данным статистики в РФ достаточно высокий уровень зарплатоемкости (в 2010 г. составил 39,5 %,

увеличившись за 10 лет на 16 %), несмотря на высокий уровень зарплатоемкости, который выше, чем во многих развитых странах – Бельгия (38,1 %), Норвегия (37,5 %), Италия (30,9 %) и Испания (37,7 %) [13]. Россия отстает от них по уровню жизни. Это связано с тем, что повышение доли заработной плат не поддерживалось в течение этого периода соответствующим ростом производительности труда.

Также для оценки эффективности системы стимулирования используется ряд других показателей (табл. 1), которые рассчитываются путем деления показателей финансово-хозяйственной деятельности к фонду заработной платы.

Таблица 1

Показатели, используемые при анализе системы стимулирования [1, 11]

№	Описание	Формула
П1	Коэффициент отношения чистой прибыли к фонду заработной платы (далее – ФЗП)	$\frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{ФЗП}}$
П2	Коэффициент отношения инвестиций к ФЗП	$\frac{\text{Инвестиции}}{\text{ФЗП}}$
П3	Доля расходов на оплату труда в себестоимости выпущенной продукции	$\frac{\text{ФЗП}}{\text{Себестоимость вып. продукции}}$
П4	Коэффициент отношения индекса роста объема производства к индексу роста ФЗП	$\frac{\Delta V \cdot 100\%}{\Delta \text{ФЗП}}$
П5	Коэффициент отношения индекса роста чистой прибыли к индексу роста ФЗП	$\frac{\Delta \text{Чистая прибыль} \cdot 100\%}{\Delta \text{ФЗП}}$
П6	Коэффициент отношения индекса роста инвестиций к индексу роста ФЗП	$\frac{\Delta \text{Инвестиции} \cdot 100\%}{\Delta \text{ФЗП}}$

На вышеперечисленные показатели влияют конъюнктурные сдвиги, которые могут существенно изменять указанные соотношения безотносительно к изменению эффективности системы стимулирования. Так, например, рост мировых цен на энергоносители приведет к росту показателя зарплатоотдачи на предприятиях топливного комплекса, однако эффективность систем стимулирования на указанных предприятиях в таком случае может не измениться. Еще одним недостатком общих показателей является невозможность их применения к отдельным структурным подразделениям предприятия. Они характеризуют в целом уровень эффективности системы на предприятии, в отрасли, в экономике. При этом существует объективная необходимость контроля эффективности стимулирования работников в каждом подразделении.

Для преодоления недостатков общих показателей предлагается использовать следующую степень методики.

Четвертая ступень предполагает расчет и анализ специальных показателей ОСС, в том числе интегрального показателя ОСС и показателя корреляционной ОСС.

1. Интегральный показатель ОСС – средневзвешенная оценка выполнения ключевых показателей деятельности или *key performance indicators* (далее – *KPI*) по подразделению за период, отнесенная к премиальным выплатам по подразделению за соответствующий период в расчете на одного работника.

Дадим определение термину *KPI*:

Key Performance Indicators are quantifiable measurements, agreed to beforehand, that reflect the critical success factors of an organization [14].

Key performance indicator is a business metric used to evaluate factors that are crucial to the success of an organization [15].

Key performance indicators are a vital means by which firms can judge how well they are performing. They allow businesses to identify some of their most important metrics, and provide a standardised way of determining whether or not they are meeting their goals, targets and objectives [16].

Таким образом, мы видим, что в целом суть трактовки данного термина едина, авторы сходятся во мнении, что *KPI* – это такой набор показателей, который позволяет определить, насколько достигнуты цели предприятия.

Для решения вопроса о сопоставимости величин оценок *KPI* между собой предлагается разработать и использовать пять уровней выполнения *KPI*. Наихудшему уровню «не выполнено» присвоить оценку $O_1=1$, а наилучшему выполнению *KPI* «идеально» присвоить оценку $O_5=5$. Применение данного подхода потребует сравнить соотношение между фактическим и плановым исполнением *KPI* ($KPI_{ф}/KPI_{пл}$) с уровнями выполнения *KPI* и поставить соответствующую оценку – O_i . При этом формула расчета (ИП_{оСС}) примет следующий вид:

$$\text{ИП}_{\text{оСС}} = \left(\sum_{i=1}^n (O_i \cdot V_i) \right) / (\text{Pr} \cdot K_i / q), \quad (1)$$

где V_i – удельный вес показателя с учетом его значимости;

Pr – объем премирования за период в подразделении;

K_i – коэффициент пересчета объема премирования с учетом соотношения между заработной платой отдельных групп работников,

q – количество работников в подразделении.

2. Показатель корреляционной ОСС ($KП_{OCC}$) – показатель, отражающий уровень линейной корреляции между средневзвешенной оценкой выполнения KPI по подразделению ($x = O_i \cdot V_i$) за ряд периодов и премиальными выплатами в расчете на одного работника за соответствующие периоды с учетом соотношения между заработной платой отдельных групп

работников ($y = Pr \cdot K_i / q$) [5].

$$KП_{OCC} = (\overline{x \cdot y} - \overline{x} \cdot \overline{y}) / \sigma_x \cdot \sigma_y \quad (2)$$

Если корреляция между объемом премиальных выплат и эффективностью работы подраз-

деления стремится к единице, следовательно, за более эффективный труд работники получают большую премию, в противном случае данный показатель говорит либо об отсутствии взаимосвязи между данными показателями, либо об обратной взаимосвязи между ними.

Апробируем предложенную четырехступенчатую методику оценки эффективности системы стимулирования на примере одного из нефтедобывающих предприятий.

Во-первых, приведем итоги анализа социологического исследования, проведенного во всех структурных подразделениях предприятия методом стандартизированного (формализованного) выборочного анкетирования. В рамках исследования ежегодно проводился опрос более 20 % работников предприятия, что позволяет говорить о достаточно высокой степени репрезентативности выборки и валидности исследования (рис. 2).

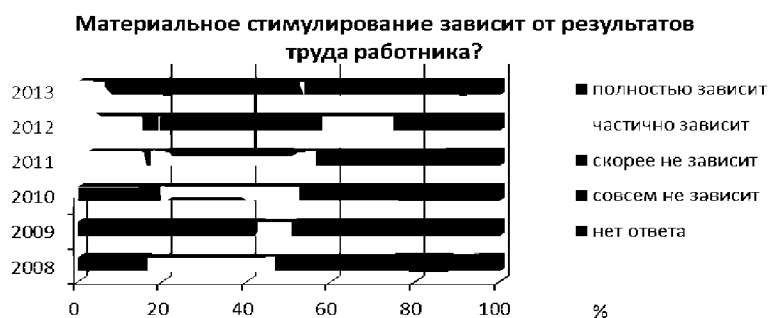


Рис. 2. Результаты социологического опроса

Как видно на рис. 2, доля работников, которые считают, что заработная плата зависит от результатов их труда (частично или полностью), начала сокращаться с 2011 г. – в течение трех лет она уменьшилась на 5 %. Результаты говорят о том, что почти половина работников не считают существующую систему оплаты труда справедливой,

что отрицательно влияет на производительность их труда.

Перейдем к анализу экспертного мнения руководителей предприятия по вопросу оценки эффективности системы стимулирования. Отметим, что выборка экспертов производилась по той же схеме, что и отбор работников для социологического исследования (рис. 3).

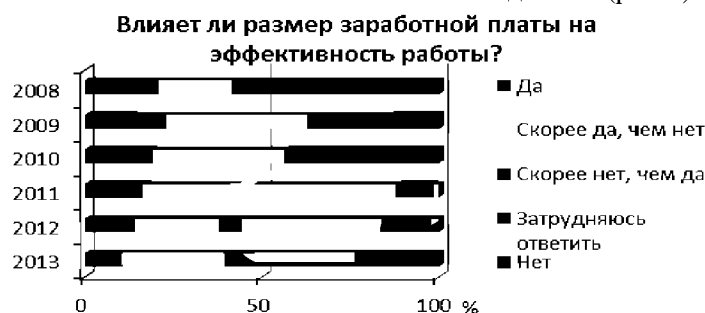


Рис. 3. Результаты анализа экспертного мнения

Как видно из приведенного рисунка, экспертная оценка влияния размера заработной платы на эффективность работы имеет негативную тенденцию. Так, количество экспертов, считающих, что размер заработной платы влияет на эффективность работы, снизилось с 62,8 % в 2009 г. до 39,4 % в 2013 г. Такая характеристика экспертами скла-

дывающейся ситуации говорит о снижении эффективности системы стимулирования на протяжении последних лет.

Перейдем к следующему этапу и произведем анализ эффективности системы стимулирования, произведя расчет общих показателей оценки эффективности системы стимулирования (рис. 4).

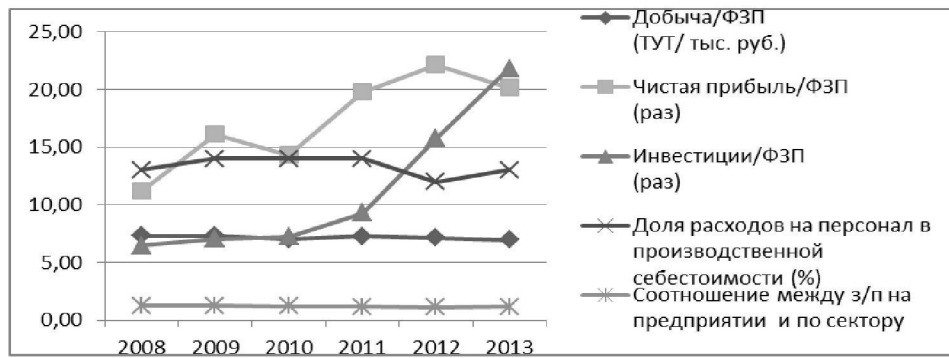


Рис. 4. Динамика общих показателей эффективности

Анализ данных, представленных на рис. 4, показывает незначительное снижение показателя зарплатоотдачи на 5,5 % с 7,3 т условного топлива (далее – ТУТ)/тыс. руб. до 6,9 ТУТ/тыс. руб. за последние пять лет. Одновременно с этим происходит рост соотношения между чистой прибылью и фондом заработной платы с 11,2 раз до 20,2 раза, или на 90 % по сравнению с базовым периодом. Все это происходит на фоне изменения курса стоимости барреля нефти на мировых рынках (рис. 5). В целом из рис. 4 и 5 видна существенная корреляция между стоимостью одного барреля нефти на мировых рынках и коэффициентом, отражающим соотношение между чистой прибылью и фондом заработной

платы, а также между инвестициями и фондом заработной платы. Несмотря на увеличение объемов инвестирования, а также наращивания соотношения между чистой прибылью предприятия и фондом заработной платы на протяжении последних шести лет существует тенденция к снижению рассчитанного нами соотношения между заработной платой на предприятии и заработной платой по сектору с 1,26 до 1,17 раз, кроме того, доля расходов на персонал в производственной себестоимости за последние несколько лет существенно не менялась и колебалась на уровне 10–11 %. Все это говорит о снижении эффективности системы стимулирования.



Рис. 5. Динамика барреля нефти (brent) [13]

Резюмируя итоги анализа первой части общих показателей оценки системы стимулирования, отметим, что мы не наблюдаем роста основного показателя – зарплатоотдачи, темпы изменения физических объемов производства не опережают темпы роста ФЗП. Принимая во внимание падение

цены одного барреля нефти в конце 2014 г., хочется предположить, что оно так же, как и ее рост, не отразится на уровне заработной платы работников.

Перейдем к анализу второй части общих показателей, отраженных на рис. 6.

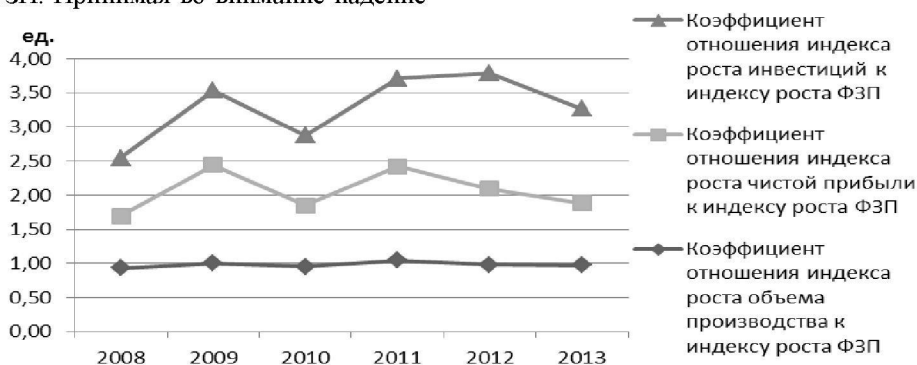


Рис. 6. Общие показатели эффективности

Рис. 6 подтверждает сделанный нами вывод о низкой эффективности системы стимулирования, так как рост инвестиций, вызывающий рост нагрузки на персонал предприятия, не обеспечивается соответствующим ростом заработной платы, что негативно влияет на эффективность стимулирования работников. Кроме того, темпы роста объема производства в физических единицах только без учета инфляционной составляющей равны темпам роста заработной платы. С учетом инфляционной темпы роста заработной платы отстают от объема производства.

Перейдем к следующему этапу анализа системы стимулирования, а именно к расчету специальных показателей. В качестве примера используем результаты деятельности шести подразделений:

1. Первая группа – подразделения, курирующие бизнес-процессы (далее – БП), входящие в цепочку добавления потребительной стоимости:

– управление технологии добычи нефти, далее – УТДН;

– управление по бурению, далее – УБ.

2. Вторая группа – подразделения, курирующие обеспечивающие БП поддержки производства:

– управление охраны труда промышленной и экологической безопасности, далее – УОТ-ПиЭБ;

– управление механоэнергетического и метрологического обеспечения, далее – УМЭМО.

3. Третья группа – подразделения, курирующие обеспечивающие управленческие процессы:

– управление персоналом, далее – УП;

– управление корпоративной безопасности, далее – УКБ.

На рис. 7 представлена динамика премиальных выплат, входящих в состав заработной платы соответствующих подразделений в сравнимых ценах.

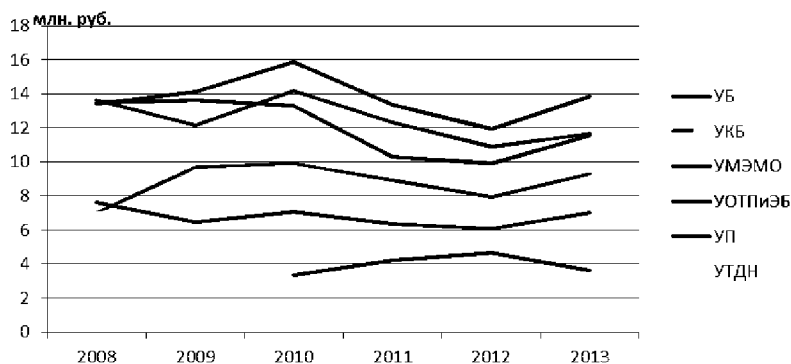


Рис. 7. Динамика объема премирования по подразделениям

На основе анализа премиальных выплат можно сделать вывод о их сравнительном постоянстве для всех подразделений на протяжении пяти лет. Постоянство премиальных выплат должно свидетельствовать о сравнительном постоянстве в выполнении основных показателей деятельности указанных структурных подразделений при соответствии условию постоянства численности подразделений, так как на совокупный объем премирования влияет и численность, и качество выполнения показателей.

Приведем динамику совокупного объема премирования в расчете на одного работника соответствующих подразделений в сравнимых ценах в условных денежных единицах (рис. 8). Выражения заработной платы в условных денежных единицах вызвано необходимостью соблюдения конфиденциальности информации о реальной заработной плате на предприятии. Зарплата переводится из рублей в условные денежные единицы путем ее деления на коэффициент K .

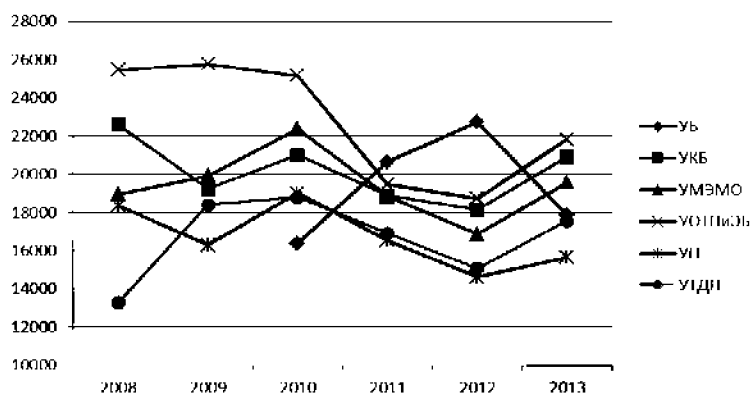


Рис. 8. Динамика совокупного премирования в расчете на одного человека

В целом мы видим, что на протяжении последних лет численность подразделений существенно не изменялась, поэтому анализ показывает достаточно стабильный уровень премирования, который колеблется на уровне 16–22 ден. ед. на 1 работника в год. Информация, представленная на рис. 8, не позволяет сделать вывод об эффективно-

сти системы стимулирования, так как размер премии может не соответствовать степени выполнения установленных показателей деятельности.

Отразим выполнение основных *KPI* одного из подразделений по итогам работы в 2012 и 2013 гг. (рис. 9).

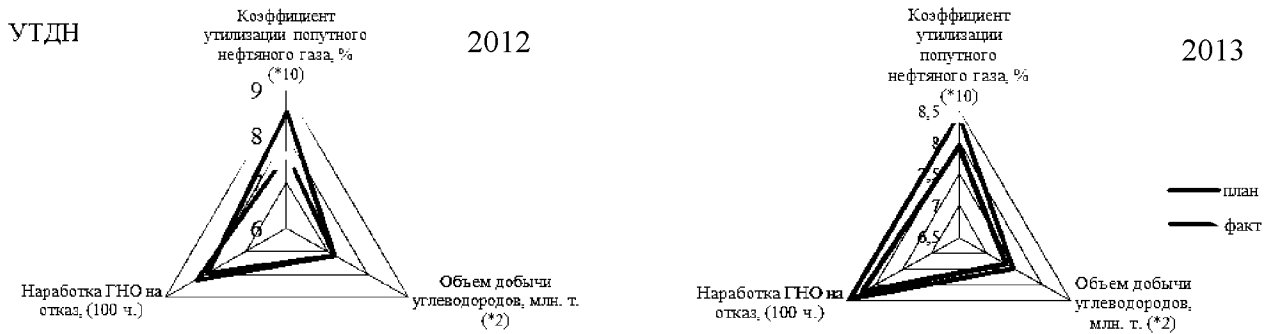


Рис. 9. План/факт выполнение *KPI* подразделениями

Анализ информации, отраженной на рис. 9, говорит о том, что в целом *KPI*, поставленные перед подразделениями, выполняются. В ряде случаев практика показывает, что даже незначительные отклонения от поставленных целей в процентном выражении оцениваются акционером как существенные с точки зрения влияния на достижение ос-

новных целей предприятия. Для достижения сопоставимости выполнения показателей осуществим

расчет $\overline{KPI} = \sum_{i=1}^n (O_i \cdot K_i)$ за период с 2008 по 2013 гг. (рис. 10).

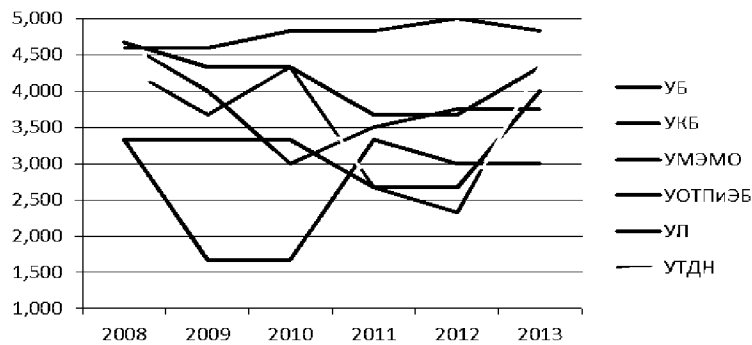


Рис. 10. Средневзвешенная оценка выполнения *KPI*

Сравнительный анализ информации, представленной на рис. 9 и 10, позволяет сделать вывод о том, что незначительные в процентном выражении отклонения в 2012 г. по показателям УТДН с точки зрения акционера являются существенными, поэтому средневзвешенная оценка выполнения *KPI* УТДН по итогам 2012 г. находится на уровне ниже

среднего, итоги деятельности УТДН в 2013 г. гораздо выше.

Для целей оценки системы стимулирования произведем расчет интегрального показателя по годам в разрезе структурных подразделений (рис. 11).

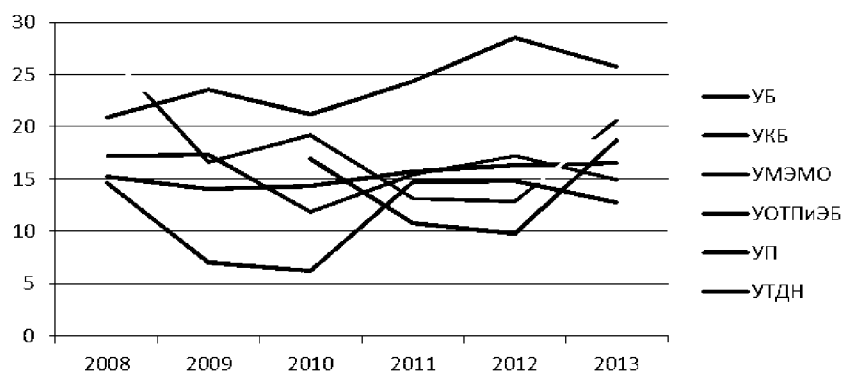


Рис. 11. Динамика интегрального показателя

Следует принять во внимание уровень оплаты труда для различных категорий работников. Так, в среднем оплата труда работников подразделений, влияющих на цепочку добавления потребительской стоимости и курирующих обеспечивающие БП поддержки производства в среднем на 8,5%

выше, чем оплата труда работников подразделений, курирующих обеспечивающие управленческие процессы. Применим коэффициент перехода для исключения влияния указанного фактора. Окончательная динамика интегрального показателя примет следующий вид (рис. 12).

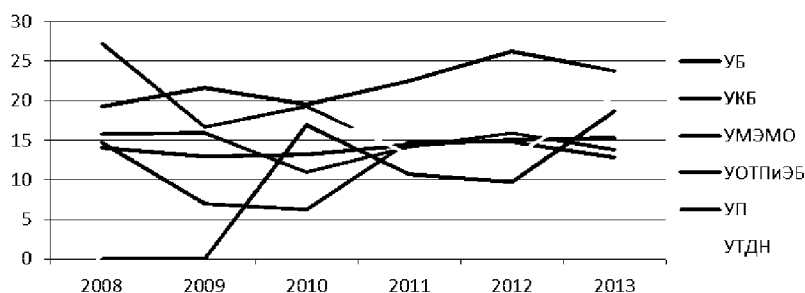


Рис. 12. Динамика интегрального показателя

Фактические значения интегрального показателя по итогам 2013 г. говорят о большей эффективности системы стимулирования для работников, курирующих вопросы управления персоналом, при этом для остальных подразделений система стимулирования имеет меньшую эффективность. Причем лидеры эффективности 2012 г. в 2013 г. стали аутсайдерами и наоборот. Все это говорит о возмож-

ности развития системы стимулирования на предприятии.

Произведем расчет показателя корреляционной оценки эффективности согласно формуле (2). За X примем средневзвешенную оценку выполнения KPI по подразделению, а объясняемой Y будем считать уровень премиальных выплат за соответствующий период в расчете на одного работника (табл. 2).

Таблица 2

Расчет показателя корреляционной оценки

Подразделение \ Показатель	\bar{X}	\bar{Y}	$\bar{X \cdot Y}$	σ_x	σ_y	ρ_{xy}
	2	3	4	5	6	7
УБ	3,17	0,23	0,72	0,55	0,03	-0,75
УКБ	3,78	0,24	0,92	0,50	0,02	0,37
УМЭМО	2,67	0,23	0,61	0,72	0,02	-0,70
УОТПиЭБ	4,17	0,27	1,15	0,37	0,03	0,89
УП	4,78	0,20	0,96	0,14	0,02	-0,48
УТДН	3,61	0,20	0,73	0,83	0,02	0,17

Показатель корреляционной оценки эффективности заработной платы ни в одном из случаев не равен единице, а в 5 из 6 подразделений ниже 0,5 единиц, поэтому можно отметить, что нет линейной взаимосвязи между эффективностью выполнения KPI и объемом получаемых премиальных выплат.

Благодаря четырехступенчатой методике анализа системы стимулирования на предприятии был выявлен ряд недостатков в системе стимулирования нефтегазодобывающего предприятия. Своевременное выявление дисбаланса в системе стимулирования позволит предприятиям выбрать механизм его преодоления. Качественная система сти-

мулирования, отвечающая внешним и внутренним вызовам, позволит предприятию интенсивно развиваться в конкурентной среде за счет высокой производительности труда работников, их нацеленности на результат при выполнении должностных обязанностей.

Список литературы

1. Волгин Н.А. Рынок труда и доходы населения. URL: <http://bibliotekar.ru/rynok-truda-i-dohody/67.htm> (дата обращения: 14.01.2015).
2. Динамика стоимости барреля нефти. URL: <http://www.finam.ru/analysis/profile04C1100008/> (дата обращения: 09.02.2015).
3. Информационное телеграфное агентство России. URL: <http://itar-tass.com/infographics/7931> (дата обращения: 09.02.2015).
4. Майсак О.С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 1 (21). С. 151–157.
5. Модорский А.В. Анализ эффективности системы стимулирования в нефтегазодобывающем предприятии // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2014. № 2. С. 63–69.
6. Официальный сайт компании Лукойл. URL: www.lukoil.ru (дата обращения: 09.03.2015).
7. Официальный сайт компании Роснефть. URL: www.gosneft.ru (дата обращения: 10.03.2015).
8. Официальный сайт компании Газпром-нефть. URL: www.gazprom-neft.ru (дата обращения: 08.03.2015).
9. Политическая экономия: учебник для вузов / под ред. В.А. Медведева. М.: Политиздат, 1988. 736 с.
10. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М, 1999. 479 с.
11. Словари и энциклопедии на «Академике». URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/rus_orthography/24973 (дата обращения: 16.01.2015).
12. Смелик Р.Г. Эффективность труда в условиях государственной монополии // Экономические науки. 2007. № 36. С. 321–324.
13. Ходыревская В.Н. Мотивационная роль заработной платы и ее экономическая эффективность // Вестник Курск. гос. с.-х. академии. Т. 1. 2012. № 1. С. 36–38.
14. Reh, J How an organization defines and measures progress toward its goals. URL: <http://management.about.com/cs/generalmanagement> (дата обращения: 06.04.2014).
15. Search Customer Relationship Management. URL: <http://searchcrm.techtarget.com/definition/key-performance-indicator> (дата обращения: 03.04.2014).
16. Simply business. URL: <http://www.simplybusiness.co.uk/knowledge/articles> (дата обращения: 01.04.2014).
17. S&P снизило кредитный рейтинг России. URL: <http://lenta.ru/news/2014/04/25/prognoz> (дата обращения: 20.01.2015).

Получено: 14.09.2015

References

1. Volgin V.A. *Runok tryda i doxody naseleniya* [Labour market and income]. Available at: <http://bibliotekar.ru/rynok-truda-i-dohody/67.htm> (accessed 14.01.2015).
2. *Dinamica stoimosti barrelya nefiti* [Finam: The dynamics of the cost of a barrel of oil]. Available at: <http://www.finam.ru/analysis/profile04C1100008/> (accessed 09.02.2015).
3. *Informatcionnoe telegrafnoe agenstvo Russia* [Information Telegraph Agency of Russia] Available at: <http://itar-tass.com/infographics/7931> (accessed 09.02.2015).
4. Maisak O.S. SWOT-analiz: ob'ekt, faktory, strategii. Problemy poiska svyazei mezhdy faktorami // *Priskaspijskij zhurnal: upravlenie i visokie tehnologii* [Caspian magazine: management and high technology], 2013, no. 1 (21), pp. 151–157.
5. Modorskiy A.V. *Analyz effektivnosti sistemy stimulirovaniya v neftegazodobyvayshem predpriyatii* [Analysis of the effectiveness of the incentive scheme in the oil and gas company]. *Perm University Herald. Economy*, 2014, no. 2, pp. 63–69.
6. *Ofitcialniy sait kompanii Lukoil* [The official website of Lukoil]. Available at: www.lukoil.ru (accessed 09.03.2015).
7. *Ofitcialniy sait kompanii Rosneft* [The official website of Rosneft]. Available at: www.rosneft.ru (accessed 10.03.2015).
8. *Ofitcialniy sait kompanii Gaspromneft* [The official website of Gaspromneft]. Available at: www.gazprom-neft.ru (accessed 08.03.2015).
9. *Politicheskaya ekonomia: ychebnik dlya vuzov* [Political Economy: a book for high schools]. Edit by V.A. Medvedeva. Moscow, Politizdat Publ., 1988. 736 p.
10. Raisberg B.A., Lozovskii L.H., Starodybtseva E.B. *Sovremnnyi ekonomicheskij slovar* [Modern Dictionary of Economics]. Moscow, INFRA-M Publ., 1999, 479 p.
11. *Slovary i inciklopedyy na academice* [Dictionaries and encyclopedias on the “Academics”]. Available at: http://dic.academic.ru/dic.nsf/rus_orthography/24973 (accessed 16.01.2015).
12. Smelik R.G. *Effektivnost tryda v ycloviakh gosydarstvennoy monopolii* [The effectiveness of work in the conditions of state monopoly]. *Ekonomicheskie nauki* [Economics], 2007, no. 36, pp. 321–324.
13. Hodyrevskaya V.N. *Motivatcionnaya rol zarabotnoi platy i ee ekonomicheskaya effektivnost* [Motivational role of wages and its economic efficiency]. *Vestnik Kurskou gosydarstvennoi s. akademii* [Kursk s. academy herald], 2012, Vol. 1, no. 1, pp. 36–38.

14. Reh J *How an organization defines and measures progress toward its goals*. Available at: <http://management.about.com/cs/generalmanagement> (accessed 06.04.2014).

15. *Search Customer Relationship Management*. Available at: <http://searchcrm.techtarget.com/definition/key-performance-indicator> (accessed 03.04.2014).

16. *Simply business*. Available at: <http://www.simplybusiness.co.uk/knowledge/articles> (accessed 01.04.2014).

17. *S&P snizilo kreditniy reiting Russia* [S&P lowered the credit rating of Russia] Available at: <http://lenta.ru/news/2014/04/25/prognoz> (accessed 20.01.2015).

The date of the manuscript receipt:
14.09.2015

EFFECTIVENESS OF THE INCENTIVE SYSTEM: METHODS OF ASSESSMENT

Alexander V. Modorskiy, Head of the Department of Organization of Labor and Wages

E-mail: modorsky@list.ru

Lukoil-Perm; 62, Lenina st., Perm, 614000, Russia

Galina G. Modorskaya, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

E-mail: modorskay@psu.ru

Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

In the article the authors propose their own methods of assessing effectiveness of incentive systems. The technique involves a four-stage analysis of such a system, which consists in successive conducting social research, studying expert opinion, calculating general and specific indicators to measure the incentive system effectiveness. The questionnaires used for the social research allow for finding out the employees' opinion on the incentive system at their company. The research results are studied with the help of the SWOT-analysis. It is proposed to engage senior and middle managers in acting as experts. The article describes commonly applied general indicators of the incentive system effectiveness, such as «zarplatoemkost», «zarplatootdacha», and others. Main disadvantages of these indicators are also shown. In order to overcome these disadvantages, it is suggested to use specific indicators, including the integral index of effectiveness evaluation and the correlation index. By the «integral indicator» is meant a weighted average estimate of implementing key performance indicators (KPI) for a company's department over a certain period divided by the bonus payment per employee (also calculated for this department for the corresponding period). The term «correlation index» refers to an indicator of the level of linear correlation between the weighted average estimate of KPI implementation for the department over a number of periods and bonus payment per employee for the corresponding periods, with regard to the ratio of wages earned by separate groups of workers. The article presents the process and results of testing the proposed methodology at an oil and gas company. The use of the authors' methods will make it possible to detect shortcomings in the functioning of incentive systems in time, and thus to prevent negative consequences as well as improve effectiveness of the incentive system at the enterprise.

Keywords: incentive system, performance indicators, assessment of incentives, remuneration, effectiveness of incentives, analysis of incentives, oil and gas companies.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Модорский А.В., Модорская Г.Г. Методика оценки эффективности системы стимулирования труда // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 160–169.

Please cite this article in English as:

Modorskiy A.V., Modorskay G.G. Effectiveness of the incentive system: methods of assessment // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 160–169.

РАЗДЕЛ V. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА, АУДИТА И ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

УДК 657.22
ББК 65.052

МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЁТА И ОТЧЕТНОСТИ: ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КОМПОНЕНТА

С.Н. Петренко, докт. экон. наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета

Электронный адрес: Petrenko777@yandex.ru

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 31

В.О. Бессарабов, ассистент кафедры бухгалтерского учета

Электронный адрес: bessarabov93@gmail.com

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 31

Развитие экономики должно обеспечивать гармоничное развитие общества в целом, способствовать повышению уровня социальной защищенности населения. Вектор развития любого общества требует достижения максимально возможного уровня согласования общественных интересов. В этих условиях, ведение бухгалтерского учета, который бы учитывал не только финансовые результаты деятельности компании, но и социальные (экологические, трудовые), обеспечивал достоверной и полной информацией, является крайне необходимым. В связи с этим статья посвящена изучению процесса моделирования бухгалтерского учета, который был положен в основу формирования модели социально ориентированного бухгалтерского учета. Анализируется сущность моделирования в бухгалтерском учете в понимании ряда ученых: от моделирования отдельных учетных записей до выделения моделирования в элемент метода бухгалтерского учета. Предложенная авторами модель социально ориентированного бухгалтерского учета включает в себя три компоненты – организационную, техническую и методическую. Детально рассматриваются особенности реализации организационной компоненты, а именно рассмотрено несколько организационных моделей социально ориентированного бухгалтерского учета: их преимущества и недостатки, порядок формирования показателей для составления финансовой и социальной отчетности. Сформирована и описана модель организации социально ориентированного бухгалтерского учета и отчетности, в основу которой положено создание отдельного локального участка по учету расходов на социально ответственную деятельность при помощи системы аналитических счетов. Исследование организационной компоненты модели социально ориентированного бухгалтерского учета предопределило направления дальнейших исследований, касающихся изучения технической и методической компонентов данной модели.

Ключевые слова: моделирование бухгалтерского учета, социально ориентированный бухгалтерский учет, финансовая отчетность, социальная (нефинансовая) отчетность.

С развитием социальных отношений меняются требования хозяйствующих субъектов к информации, на основе которой принимаются управленческие решения. В связи с этим возникает необходимость формирования такой информации в системе бухгалтерского учета, которая бы в полной мере раскрывала социально ответственную деятельность компаний.

Сейчас под влиянием становления социально ориентированной экономики не возникает никаких сомнений в необходимости расширения границ бухгалтерского учета и традиционной финансовой отчетности. Ведение социально ориентированного бухгалтерского учета и формирование

социальной отчетности расширяет возможности предоставления информации на долгосрочную перспективу деятельности компании.

Однако несмотря на это, исследованиям социально ориентированного бухгалтерского учета уделяется очень мало внимания. Остается нерешенным ряд задач организационного характера по вопросам социально ориентированного бухгалтерского учета и отчетности.

В этой связи исследования, направленные на построение модели социально ориентированного бухгалтерского учета, приобретают большое практическое значение для формирования информации, которая бы в полной мере раскрывала резуль-

таты взаимодействия субъекта хозяйствования и общества в условиях современного развития экономики.

Большое научно-практическое значение имеют комплексные исследования проблем построения моделей бухгалтерского учета Л. Абастовой, Е.К. Хильде, В.И. Кокорева, В.Ф. Паляя, Р.С. Рашитова, В.М. Рашковского, Я.В. Соколова, С.А. Стукова, А.А. Шапошников [3; 5; 8; 10; 12].

Практические аспекты организации бухгалтерского учета отражены в работах Ф.Ф. Бутынца, А.М. Герасимовича, З.В. Гуцайлюка, Г.Г. Кирейцева, В.М. Костюченко, Н.М. Малюги, М.С. Пушкаря, В.В. Сопко, М.М. Шигун [1; 2; 4; 11; 15].

Отсутствие комплексных теоретико-методических разработок в части построения социально ориентированного бухгалтерского учета и отчетности, усиление роли бухгалтерского учета в процессе формирования информации о результатах финансирования социальных программ и мероприятий, научная и практическая значимость модельно-методического инструментария в повышении качества информационного обеспечения управления обуславливают актуальность представленного исследования.

Построение модели социально ориентированного бухгалтерского учёта и отчетности, на наш взгляд, приводит к необходимости решения следующей задачи: проанализировать процесс моделирования бухгалтерского учета и на этой основе сформировать и описать организационную компоненту модели построения социально ориентированного бухгалтерского учета.

Моделирование – это метод научного познания, заключающийся в изучении каких-либо объектов и процессов не прямо и непосредственно, а через специально созданные их изображения, называемые моделями [9].

Основными причинами использования моделей в решении отдельных задач являются, с одной стороны, возможность формализованного исследования сложных объектов, а с другой стороны, возможность экспериментальной проверки альтернативных вариантов.

В целом моделирование считается мощным орудием научного познания и решения практических задач, широко используется как в науке, так и во многих отраслях производственной деятельности. Как общенаучный метод исследования моделирование применяется в теории и практике бухгалтерского учета.

Моделирование как метод бухгалтерского учета нашел широкое применение в работах российских ученых: Е.Е. Сиверс обосновал принципиальную возможность моделирования в учете; Н.А. Блатов осуществил моделирование всех возможных видов обмена в хозяйстве, отражаемых двойной записью (квадрат Блатова); идею балансового моделирования развивал А.П. Рудановский; работа Э.К. Гильде посвящена созданию модели нормативного учета затрат в промышленности. Р.С. Рашитовым на основе формализации и аксиоматизации основ учета создана модель системы учета

(единая логико-математическая модель); Б.В. Алахов проводил моделирование учетных записей (учетные фразы); концепцию моделирования как метода учета успешно развивали Я.В. Соколов, Р.С. Рашитов, К.Н. Нарibaев и А.А. Шапошников [15, с. 222].

В.М. Жук рассматривает моделирование в бухгалтерском учете как комплексное применение его методов и научных подходов для отражения хозяйственных процессов и явлений не прямо или непосредственно, а через специфически созданные символы и описание [4, с. 123]. Моделирование, по мнению ученого, включая разработку методик как упорядоченной системы применения методов бухгалтерского учета для отображения определенного процесса или явления и методических рекомендаций как совокупности алгоритмов, определяет последовательность реализации методик. При этом разработка методик (как упорядоченной системы применения методов учета для отражения определенного процесса или явления) или методических рекомендаций (как совокупности алгоритмов, определяющих последовательность реализации методик) является важной и неотъемлемой составляющей институционального обеспечения развития бухгалтерского учета [4, с. 124].

По мнению В.М. Жука, ошибочно считается, что моделирование должно осуществляться в практическом сегменте учета собственниками и менеджерами предприятий [4, с. 124]. Ученый рассматривает этот процесс как возможность отражения хозяйственных операций, явлений не напрямую, а через специально созданные символы и описание.

Основной задачей моделирования системы бухгалтерского учета, по мнению В.В. Евдокимова, являются действия, связанные со сбором, обработкой данных и их обобщением в виде учетной информации, сущность которой должна соответствовать требованиям релевантности, потребностям и запросам пользователей [3].

Неоднозначного мнения придерживается И.И. Кузь, считая, что, моделируя учетную систему, следует учесть, что ее составляющие крайне редко идентифицируются однородностью относительно определенных критериев хозяйственной деятельности. Отсюда возникает потребность в поиске нового способа реализации учетного моделирования, в частности с позиции формирования структурных элементов учетной системы – кластеров и модулей как четких логических конструкций [6, с. 116].

С.А. Мальцев настаивает на необходимости разработки и применения единой универсальной многомерной модели бухгалтерского учета, которая представляет собой информационный каркас управленческого, финансового и налогового учета, при этом центром модели выступают денежные средства [12].

В. П. Завгородний отмечает, что содержание моделирования заключается в установлении между элементами учетного процесса логических и экономических взаимосвязей, необходимых для

работы системы автоматизированного управления [14]. Так, моделирование в бухгалтерском учете следует понимать как некий метод сочетания в единое целое элементов совокупности, дает возможность позиционировать их относительно потребностей пользователей учета или иных задач. Очевидно, что результативность использования моделирования будет влиять на способность системы не только самодостаточно и полноценно функционировать, но и отвечать критериям информационной системы [14].

Моделирование как метод внутренне при- сущее бухгалтерскому учету, отмечено в работах О.И. Кольвах и И.Н. Воблой. Оно осуществляется посредством инструментов, заключенных в стереотипах его методологии. Основными инструментами моделирования, создающими формы представления бухгалтерской информации, являются:

- созданный специально язык бухгалтерских проводок, определенный на его алфавите – плане счетов;
- учетные процедуры, формирующие сводные бухгалтерские отчеты [8].

Я.В. Соколов утверждает, что моделирование – это метод бухгалтерского учета, который позволяет изучать факты хозяйственной жизни и хозяйственные процессы не прямо и непосредственно, а через специально созданные им образы и описания – символы. И далее: «Следует отметить, что некоторые специалисты в области учета трактуют моделирование как специфически новый, дополнительный элемент бухгалтерского метода» [10].

Как видим, мнения ученых по поводу применения моделирования в бухгалтерском учете разнообразны: от моделирования отдельных учетных записей до выделения моделирования в новый элемент метода бухгалтерского учета. С последним сложно согласиться, так как применение моделирования в бухгалтерском учете позволяет создать определенную его модель (модель организации, техники, методики), которая позволит детально изучить существующие проблемы и противоречия. В свою очередь, для создания такой модели используются элементы метода бухгалтерского учета.

По поводу применения элементов метода бухгалтерского учета для создания моделей Ю. Кузьминский точно отметил: «...последовательное применение пар методов: документации и инвентаризации, оценки и калькуляции, счетов и двойной записи, баланса и отчетности происходит для моделирования предмета...» [7].

Итак, под моделированием в бухгалтерском учете, по нашему мнению, следует понимать процесс построения моделей бухгалтерского учета при помощи элементов его метода с использованием научных методов (эмпирических и теоретических), позволяющих глубже и подробнее рассмотреть существующие проблемы и противоречия.

Стоит отметить, что исследования вышеназванных ученых, несмотря на принципиальные различия подходов, представляют интерес в плане используемого методического инструментария. При

этом уделяется мало внимания вопросам структурных компонентов моделей бухгалтерского учета.

Перспективность решения проблемы построения модели социально ориентированного бухгалтерского учета заключается в необходимости рассмотрения структуры, которая должна включать три компонента – организационную, техническую и методическую.

В контексте данного исследования рассмотрим организационную компоненту модели социально ориентированного бухгалтерского учета.

Стоит отметить, что вопросам моделирования организации бухгалтерского учета в научной литературе уделено достаточно внимания. Научное обоснование проблем моделирования элементов организации бухгалтерского учета достаточно подробно рассмотрено в работах многих авторов [13; 16].

В зависимости от того, какая модель будет выбрана субъектом хозяйствования, зависит организация работы бухгалтерской службы, ее взаимосвязь и взаимодействие с другими структурными подразделениями.

Анализ возможных подходов к организации социально ориентированного бухгалтерского учета позволил нам сформировать 3 модели. Их характеристика, преимущества и недостатки представлены в таблице.

В основу организации первой модели – «Социально ориентированный бухгалтерский учет» – положена информация, которая формируется в системе бухгалтерского учета.

Корректировка и детализация информации о социально ответственной деятельности, необходимая для составления социальной отчетности, усложняется из-за отсутствия четкого выделения расходов на социально ответственную деятельность.

Вторая модель – «Смешанный социально ориентированный бухгалтерский учет» – предусматривает формирование показателей финансовой и социальной отчетности с некоторыми поправками на величину расходов, связанных с ведением социально ответственной деятельности. При применении данной модели могут существовать альтернативные подходы:

1) Использование дополнительной системы аналитических счетов для корректировки величины расходов на социально ответственную деятельность.

В этом случае все показатели финансовой отчетности формируются на основе данных бухгалтерской информации, а показатели социальной отчетности корректируются на основе данных дополнительной системы аналитических счетов и, как следствие, комбинированных учетных регистров, предназначенных для одновременного осуществления синтетического и аналитического учета объектов социально ориентированного бухгалтерского учета. Формирование комбинированного регистра обеспечит возможность отображать расходы на социально ответственную деятельность в аналитическом учете и одновременно получать обобщенные показатели на синтетических счетах.

Характеристика моделей организации социально ориентированного бухгалтерского учета

Модель	Характеристика	Преимущества/ недостатки
Социально ориентированный бухгалтерский учет	Ведется по правилам бухгалтерского учета и основывается на его данных (на протяжении отчетного периода все хозяйственные операции, связанные с ведением социально ответственной деятельности, отображаются только в регистрах бухгалтерского учета, а в конце периода данные бухгалтерского учета трансформируются в показатели финансовой и социальной отчетности)	<p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> – сохранение устойчивой взаимосвязи между социально ориентированным и бухгалтерским учетом. <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> – невозможность получения отдельной информации, которая более уместна и необходима для составления социальной отчетности
Смешанный социально ориентированный учет	Ведется параллельно с бухгалтерским учетом, а показатели финансовой и социальной отчетности формируются на основании данных бухгалтерского учета с некоторыми поправками на величину расходов, связанных с ведением социально ответственной деятельности	<p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> – позволяет наиболее полно учитывать все нюансы расходов, связанных с социально ответственной деятельностью, с целью правильного отражения в социальной отчетности. <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимость дублирования информации в регистрах учета расходов на социально ответственную деятельность
Абсолютный социально ориентированный учет	Ведется параллельно с бухгалтерским учетом и независимо от него на основе одних и тех же информационных потоков	<p>Преимущества</p> <ul style="list-style-type: none"> – позволяет интерпретировать факты хозяйственной жизни (в виде затрат) в соответствии с международными стандартами социальной ответственности. <p>Недостатки</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимость создания специализированной бухгалтерской службы

2) Использование двух систем аналитических счетов учета расходов на социально ответственную деятельность на основе единых первичных документов.

При таком подходе все показатели финансовой отчетности формируются на основе данных учетных регистров бухгалтерского учета (и синтетических и аналитических), а показатели социальной отчетности на основе данных второй системы аналитических счетов по учету расходов на социально ответственную деятельность.

3) Создание отдельного локального участка по учету расходов на социально ответственную деятельность.

Все показатели финансовой и социальной отчетности формируются на основе данных бухгалтерской информации.

Третья модель – «Абсолютный социально ориентированный учет» – предусматривает параллельное ведение с бухгалтерским учетом и независимо от него, но на основании одного и того же массива первичной информации. С точки зрения конечной цели бухгалтерского учета данная модель является наиболее правильной, так как позволяет более детально вести учет расходов на социально ответственную деятельность.

Следовательно, все модели имеют принципиальные отличия, связанные с порядком формирования информационного массива данных для составления финансовой и социальной отчетности.

При использовании субъектом хозяйствования первой модели информационный массив данных формируется в регистрах бухгалтерского учета, схема формирования изображена на рис. 1.

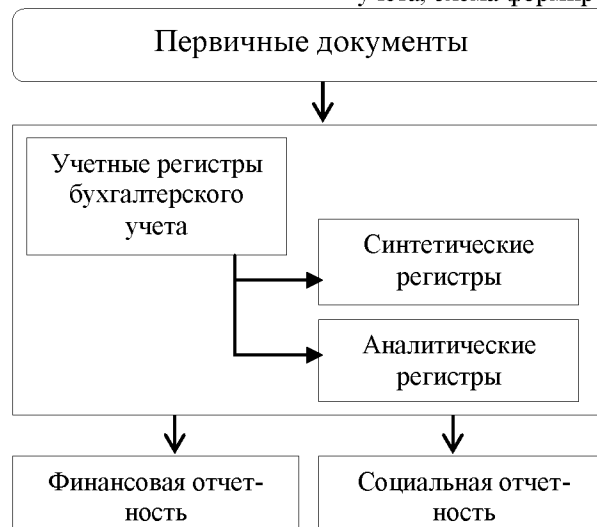


Рис. 1. Порядок формирования информационного массива данных для составления финансовой и социальной отчетности при применении модели социально ориентированного бухгалтерского учета

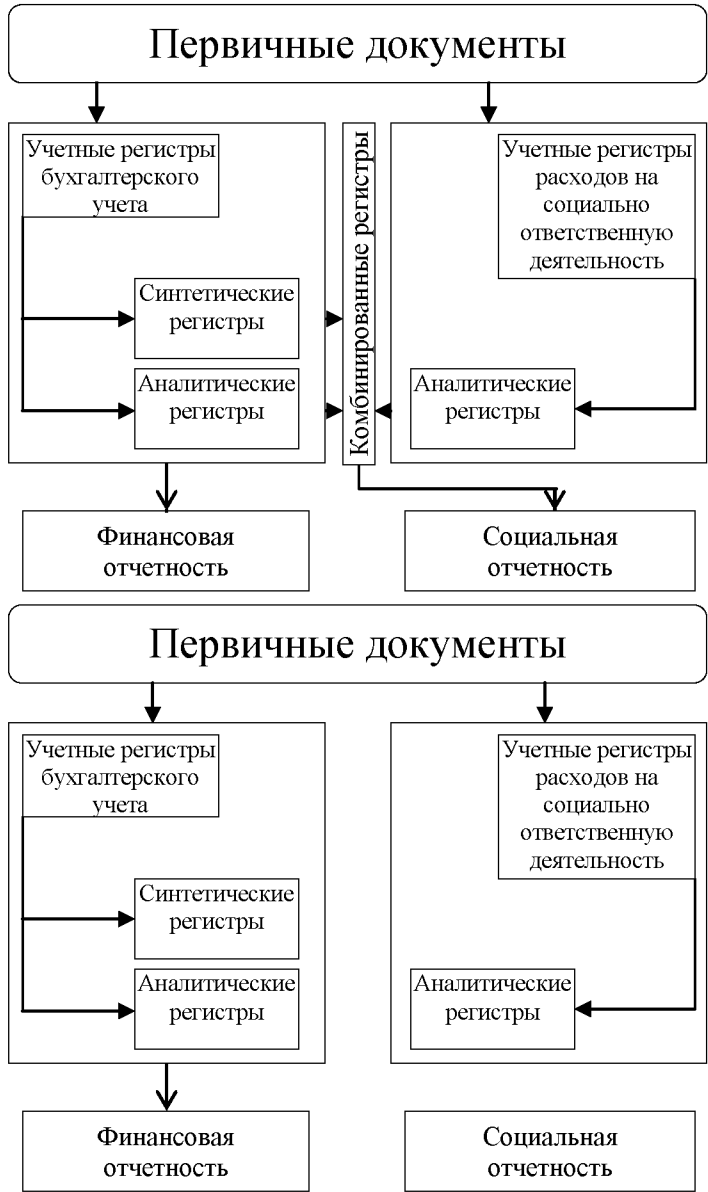
Применение второй модели – «Смешанный социально ориентированный бухгалтерский учет» – предусматривает формирование информационного массива в регистрах бухгалтерского учета, но с некоторыми поправками на величину расходов, связанными с ведением социально ответственной деятельности. На рис. 2 рассмотрен порядок формирования информационного массива данных для составления финансовой и социальной отчетности при применении данной модели субъектами хозяйствования с учетом 3 возможных альтернативных подходов.

При использовании субъектом хозяйствования 3 модели – «Абсолютный социально ориентированный учет», который ведется параллельно с бухгалтерским учетом, предусматривается формирование информационного массива в регистрах бухгалтерского учета, но с некоторыми поправками на величину расходов, связанных с ведением соци-

ально ответственной деятельности. Порядок формирования информационного массива данных для составления финансовой и социальной отчетности при применении третьей модели субъектами хозяйствования представлен на рис. 3.

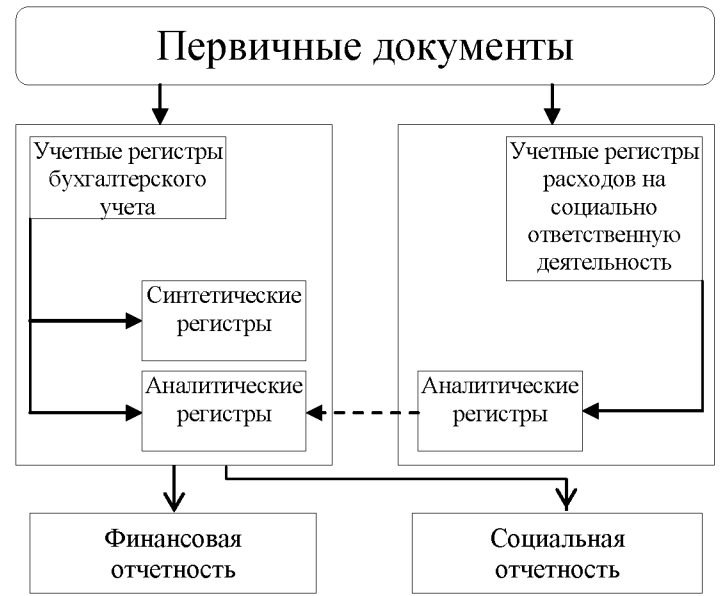
В процессе исследования установлено, что вторая модель организации социально ориентированного бухгалтерского учета с созданием отдельного локального участка по учету расходов на социально ответственную деятельность при помощи системы аналитических счетов является оптимальной.

Главное преимущество использования заключается в том, что в конечном итоге все показатели финансовой и социальной отчетности формируются на основе данных бухгалтерской информации, следовательно, нет необходимости корректировать, дополнять или детализировать информацию о социально ответственной деятельности.



1 подход
Использование дополнительной системы аналитических счетов для корректировки величины затрат на социально ответственную деятельность

2 подход
Использование двух систем аналитических счетов учета затрат на социально ответственную деятельность на основе единых первичных документов



3 подход
Создание отдельного локального участка по учету затрат на социально ответственную деятельность

Рис. 2. Порядок формирования информационного массива данных для составления финансовой и социальной отчетности при применении субъектами хозяйствования модели «Смешанного социально ориентированного бухгалтерского учета»

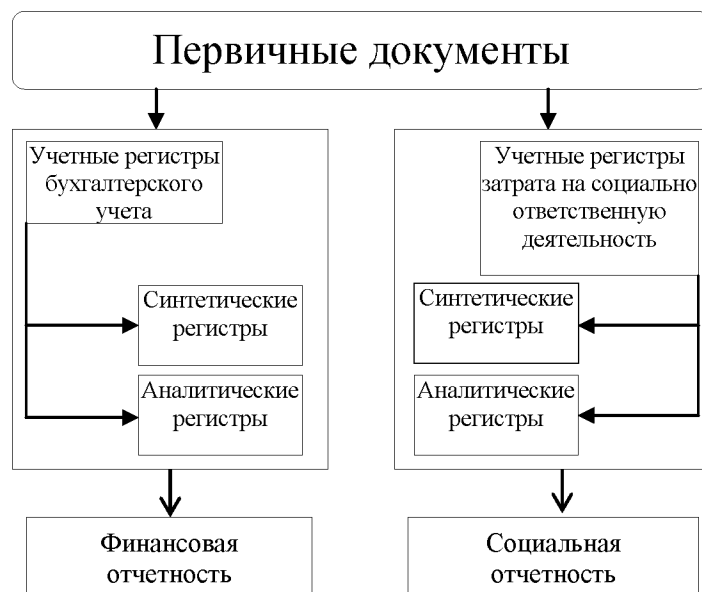


Рис. 3. Порядок формирования информационного массива данных для составления финансовой и социальной отчетности при применении модели «Абсолютный социально ориентированный бухгалтерский учет»

Как уже отмечалось, модель построения социально ориентированного бухгалтерского учета включает три компонента – организационную, техническую и методическую.

Учитывая вышеизложенное, отметим, что организационная компонента во многом предопределяет сущность двух последующих компонент – технической и методической.

Сформированная нами модель организации социально ориентированного бухгалтерского учета с созданием отдельного локального участка по учету расходов на социально ответственную деятельность при помощи системы аналитических счетов обуславливает необходимость разработки методик, позволяющих четко выделить из общей массы расходов те, которые относятся к социально ответственной деятельности.

В свою очередь, техника социально ориентированного бухгалтерского учета предусматривает выбор рабочего плана счетов (с учетом необходимых аналитических счетов для учета затрат на социально ответственную деятельность, учитывающих специфику деятельности субъекта хозяйствования), необходимую технологию обработки данных и т.д.

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

– исследован процесс моделирования бухгалтерского учета, сущность которого заключается в создании моделей бухгалтерского учета посредством применения элементов метода бухгалтерского учета и общенаучных методов (эмпирических и теоретических), позволяющих глубже и подробнее рассмотреть существующие проблемы и противоречия;

– сформирована модель организации социально ориентированного бухгалтерского учета, основой которой является создание отдельного локального участка по учету расходов на социально ответственную деятельность при помощи системы аналитических счетов;

– обозначено направление дальнейших исследований, направленное на изучение технической и методической компоненты модели построения социально ориентированного бухгалтерского учета.

Список литературы

1. Бенько М.М. Актуальные вопросы технологии учетного, контрольного и аналитического процесса в условиях автоматизации // Экономический форум. 2014. № 2. С. 235–239.
2. Бутинец Ф.Ф. Альфа і омега бухгалтерського обліку або моя болісна несповідь. Житомир: Рута, 2007. 328 с.
3. Евдокимов В.В. Моделирование системы бухгалтерского учета: теория и практика, применение: автореф. дис. ... канд. экон. наук. 08.00.09. Киев: КНТЕУ, 2005. 21 с.
4. Жук В.М. Бухгалтерский учет: пути решения проблем практики и науки. М.: НИЦ «Институт аграрной экономики», 2012. 454 с.
5. Кирейцев Г.Г. Развитие бухгалтерского учета: теория, профессия, межпредметные связи. Житомир: ЖДТУ, 2007. 236 с.
6. Кузь И.И. Кластерный подход в моделировании бухгалтерского учета // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2015. №1. С.115–119.

7. Кузьминский Ю. Что такое система бухгалтерского учета? // Бухгалтерский учет и аудит. 2006. № 6. С. 8–11.

8. Малькова Т.Н. Исторический анализ методологии бухгалтерского учета. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов, 1997. 117 с.

9. Мочерный С.В. Экономическая энциклопедия: в 3 т. Киев: Академия, 2001. Т.2. 848 с.

10. Палий В.Ф., Соколов Я.В. Теория бухгалтерского учета. М.: Финансы и статистика, 1988. 279 с.

11. Петрук О.М. Регулирование бухгалтерского учета в Украине: теория, методология, практика. Житомир: ЖДТУ, 2006. 152 с.

12. Рашитов Р.С. Моделирование как метод бухгалтерского учета. Л., 1974. 28 с.

13. Сенча Я.В. Исследование технологии учета расчетов по оплате труда, которая используется на производственных предприятиях Украины // Управление развитием. 2013. № 23. С. 48–50.

14. Сидорова М.И. Развитие моделей бухгалтерского учета в условиях современных информационных технологий: автореф. дис. ... докт. экон. наук. 08.00.12. М.: ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», 2013. 44 с.

15. Соколов Я.В. История бухгалтерского учета. М.: Финансы и статистика, 2004. 272 с.

16. Шигун М.М. Развитие моделирования систем бухгалтерского учета: теория и методология. Житомир: ЖДТУ, 2009. 632 с.

Получено: 30.09.2015

References

1. Benko M. Aktual'nye voprosy tehnologii uchetnogo, kontrol'nogo i analiticheskogo processa v uslovijah avtomatizacii [Actual issues of accounting technology, control and analytical process in terms of automation]. *Ekonomicheskij forum* [Economic Forum], 2014, no. 2, pp. 235–239.

2. Butinec F.F. *Al'fa i omega buhgalters'kogo obliku abo moja bolisna nespovid'* [Alpha and Omega accounting or my painful story]. Zhitomir, Ruta Publ., 2007. 328 p.

3. Evdokimov V.V. *Modelirovanie sistemy buhgalterskogo ucheta: teorija i praktika primenenie*. Avtoref. diss. kand. ekon. nauk [Simulation system of accounting theory and practice application. Cand. econ. sci. author. diss.]. Kiev, 2005. 21 p.

4. Zhuk V.M. *Buhgalterskij uchet: puti reshenija problem praktiki i nauki* [Accounting: solutions to the problems of science and practice]. Moscow, Institute of Agrarian Economics Publ., 2012. 454 p.

5. Kireytsjev G.G. *Razvitie buhgalterskogo ucheta: teorija, professija, mezhpredmetnye svyazi* [The

development of accounting theory, profession, interdisciplinary communication]. Zhitomir, ZHDTU Publ., 2007. 236 p.

6. Kuz I.I. *Klasternyj podhod v modelirovanii buhgalterskogo ucheta* [Cluster approach in the modeling of accounting]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Serija: Gumanitarnye i social'nye nauki* [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Humanities and Social Sciences], 2015, no. 1, pp. 115–119.

7. Kuz'minskii Y. Chto takoe sistema buhgalterskogo ucheta? [What is the accounting system?]. *Buhgalterskij uchet i audit* [Accounting and auditing], 2006, no. 6, pp. 8–11.

8. Malkova T.N. *Istoricheskij analiz metodologii buhgalterskogo ucheta* [Historical analysis of accounting methodology]. St. Petersburg, St. Petersburg State University of Economics and Finance Publ., 1997. 117 p.

9. Mocherny S.V. *Ekonomicheskaja jenciklopedija: V 3-h tomah* [Economic Encyclopedia: 3 volumes]. Kiev, Academy Publ., 2001. Vol. 2. 848 p.

10. Paly V.F., Sokolov Y.V. *Teorija buhgalterskogo ucheta* [Accounting Theory]. Moscow, Finance and Statistics Publ., 1988. 279 p.

11. Petruk O.M. *Regulirovanija buhgalterskogo ucheta v Ukraine: teorija, metodologija, praktika* [Regulation of accounting in Ukraine: theory, methodology, practice]. Zhitomir, ZHDTU Publ., 2006. 152 p.

12. Rashitov R.S. *Modelirovanie kak metod buhgalterskogo ucheta* [Modeling as a method of accounting]. Leningrad, 1974. 28 p.

13. Sencha Y.V. *Issledovanie tehnologii ucheta raschetov po oplate truda, kotoraja ispol'zuetsja na proizvodstvennyh predpriyatijah Ukrainy* [Study technology accounting calculations on a payment, which is used in manufacturing plants of Ukraine]. *Upravlenie razvitiem* [Management of development], 2013, no. 23, pp. 48–50.

14. Sidorova M.I. *Razvitie modelej buhgalterskogo ucheta v uslovijah sovremennyh informacionnyh tehnologij*. Avtoref. diss. doct. ekon. nauk [The development of models of accounting in terms of modern information technologies. Dr. econ. sci. author. diss.]. Moscow, 2013. 44 p.

15. Sokolov Y.V. *Istorija buhgalterskogo ucheta* [The history of accounting]. Moscow, Finance and Statistics Publ., 2004. 272 p.

16. Shigun M. *Razvitie modelirovanija sistem buhgalterskogo ucheta: teorija i metodologija* [Development of modeling systems of accounting theory and methodology]. Zhitomir, ZHDTU Publ., 2009. 632 p.

The date of the manuscript receipt:
30.09.2015

THE MODEL OF SOCIALLY ORIENTED ACCOUNTING AND REPORTING: ORGANIZATIONAL COMPONENTS

Svetlana N. Petrenko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Accounting

E-mail: Petrenko777@yandex.ru

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhayilo Tugan-Baranovsky; 31, Shchor-sa st., Donetsk, 83050, Ukraine

Vladislav O. Bessarabov, Assistant

E-mail: bessarabov93@gmail.com

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhayilo Tugan-Baranovsky; 31, Shchor-sa st., Donetsk, 83050, Ukraine

Economic development should ensure harmonious development of society as a whole and also an increasing level of social protection for the population. Effective development of any society requires achieving the highest possible level of the alignment of public interests. Under these conditions, there is an urgent need for the accounting that would take into consideration not only the financial but also social (environmental, labor) results of a company and would provide reliable and complete information. In this regard, the article is devoted to the study of an accounting modeling process, which was taken as a basis for the formation of a socially oriented model of accounting. The article reveals how different scientists view the essence of modeling in accounting, from simulation of individual accounts to understanding modeling as an element of accounting. The model of socially oriented accounting proposed by the authors includes three components: organizational, technical and methodological. Detailed consideration is given to the implementation of the organizational components. The authors analyze several organizational models of socially oriented accounting, including their advantages and disadvantages, as well as the procedure of formation of indicators for financial and social reporting. The model of organizing socially oriented accounting and reporting that has been formed and described is based on creating a separate local area to incorporate the costs of socially responsible activities by means of analytical accounts. The study of the organizational components of the socially oriented accounting model predetermines the directions for further research, concerning the study of the model's technical and methodological components.

Keywords: accounting modeling, socially oriented accounting, financial reporting, social (non-financial) reporting.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Петренко С.Н., Бессарабов В.О. Модель построения социально ориентированного бухгалтерского учёта и отчетности: организационная компонента // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 170–178.

Please cite this article in English as:

Petrenko S.N., Bessarabov V.O. The model of socially oriented accounting and reporting: organizational components // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 170–178.

УДК [338.45:662.7]:338.24
ББК 65.305.143+65.050

Рецензия

**УНИКАЛЬНЫЙ ОПЫТ ОАО «ГАЗПРОМ» ПО УПРАВЛЕНИЮ
СЛОЖНЕЙШИМИ КРУПНОМАСШТАБНЫМИ
ИНВЕСТИЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ**

Ананенков А.Г., Резниченко В.С., Чугунов Л.С., Ленинцев Н.Н.

Система управления разработкой и реализацией инвестиционных проектов и программ в корпорации и её дочерних обществах: справочное пособие для специалистов. – 2-е изд., доп. и перераб./под общ. ред. профессоров А.Г. Ананенкова и В.С. Резниченко. – М.: Спутник+, 2015. – 518 с.

Общепризнанна потребность во всеобъемлющем описании теории и практики управления инвестиционными проектами с учетом мирового опыта крупных корпораций, осуществляющих реализацию крупномасштабных, высокотехнологичных проектов и программ, а также требований международных стандартов на основе системных подходов к определению их объективной стоимости и социально-экономической эффективности с привлечением иностранных инвестиций. Введение рациональных цен в строительстве, оптимизация на их базе уровня капитальных вложений критически важны в естественных монополиях России, являющихся крупными инвесторами и застройщиками, в частности, для нефтегазового сектора экономики. Особенно остро названные проблемы встают при реализации крупномасштабных высокотехнологичных инвестиционных проектов в труднодоступных и малонаселенных регионах, особенно на полуострове Ямал, Восточной Сибири и Дальнем Востоке, полуострове Камчатка и острове Сахалин, в которых длительное время остро ощущается недостаток рабочей силы, доминируют сложные природно-климатические и другие условия осуществления строительства.

Первое издание книги – результат уникальной пятнадцатилетней деятельности авторского коллектива (В.С. Резниченко, А.Г. Ананенков, Л.С. Чугунов, Н.Н. Ленинцев, А.И. Ким, В.В. Павлов), возглавляемого вице-президентом Российской инженерной академии советником Российской академии архитектуры и строительных наук В.С. Резниченко, – явилось крепким фундаментом для удовлетворения именно этой потребности. Широкое признание и использование первого издания справочного пособия в практике управления инвестиционной деятельностью многих корпораций служит доказательством того, что оно выполнило свою задачу.

Во втором издании сохранена общая структура книги. Книга состоит из двух разделов. В первом ее разделе рассматриваются основы управления инвестиционными процессами, включающие как методологию управления проектами (объекты управления), так и методологию управления инвестиционной деятельностью корпорации и ее дочерних обществ (субъекты управления), включая их организационную структуру. Второй раздел книги посвящен практическим рекомендациям по совершенствованию практики управления инвестиционными процессами с описанием корпоративных регламентов, методик, норм и нормативов, которые могут использоваться корпорациями для повышения эффективности своей деятельности. Указанные рекомендации учитывают передовой мировой опыт и современное российское законодательство.

Во втором издании книги рассматриваются, во-первых, предложения по совершенствованию российского законодательства в области управления инвестиционными процессами и, во-вторых, приведению существующей практики инвестиционно-строительной деятельности в соответствие с действующими руководящими документами. Второе издание книги дополнено четырьмя новыми главами, а старые главы переработаны и обогащены новыми современными материалами, в т.ч. по реализации новых инвестиционных проектов и программ. Это позволило отразить дополнительный опыт, накопленный за прошедшие годы топ-менеджерами высшего звена, руководителями функциональных подразделений корпораций и ее дочерних обществ, а также менеджерами конкретных инвестиционных проектов, входящих в соответствующие команды.

В частности, во втором издании книги рассмотрены следующие новые аспекты:

1. Более глубоко рассмотрен системный подход по декомпозиции системы управления инвестиционными процессами, прежде всего по декомпозиции системы управления инвестиционной деятельностью корпорации и ее дочерних обществ. Разработанная декомпозиция системы легла в основу обоснования предлагаемой прикладной информационной системы для повышения эффективности управления инвестиционными процессами, совершенствования организационной структуры управления инвестиционной деятельностью корпорации и решения других актуальных вопросов.

2. Впервые рассмотрена методология и практика совершенствования организационных структур корпораций и их дочерних обществ, направленные на повышение эффективности их инвестиционной деятельности. Рассмотрены различные варианты оптимизации организационных структур корпораций и их дочерних обществ, особое внимание при этом уделено развитию матричной структуры управления, разработке и соблюдению нормативов управляемости.

3. Отдельная глава книги посвящена методологии создания эффективных информационных систем для совершенствования управления инвестиционной деятельностью корпораций и их дочерних обществ. При этом главное внимание уделено не столько оптимизации выбора информационной платформы, сколько глубине решения прикладных функциональных задач и унификации циркулируемой в системе управления технико-экономической информации (документооборота). Применен системный подход увязки функциональных прикладных задач на основе унифицированного для корпораций и их дочерних обществ информационного обеспечения, базирующаяся на единой системе классификации и кодирования технико-экономической информации.

4. Отдельная глава книги посвящена методологии обоснования достоверности, необходимой точности и преемственности инвестиционных расчетов на всех стадиях жизненного цикла инвестиционных проектов. Новизна предлагаемых подходов и моделей заключается в том, что они позволяют существенно повысить точность сметных, плановых и других инвестиционных расчетов, обеспечивающих возможность перехода на твердые договорные цены, более аргументированное формирование инвестиционных и подрядных договоров. При этом особый акцент сделан на методологию разработки и реализации крупномасштабных высокотехнологичных инвестиционных проектов, осуществляемых в труднодоступных регионах РФ со сложными природно-климатическими условиями, особенно при реализации инвестиционных проектов нефтегазовой промышленности. Важно отметить, что предлагаемые механизмы обеспечивают большую сходимость проектно-сметной информации с планово-договорной, что соответствует передовому мировому опыту и позволяет сделать эффективный шаг вперед в отечественной практике, где сметные и плановые показатели зачастую существенно отличаются, особенно на предварительных стадиях проектирования и годового (двух-, трех-) летнего планирования инвестиционной деятельности корпорации.

5. Более глубоко рассмотрена глава о порядке ценообразования и определения затрат по инвестиционному проекту в целом и стоимости строительной продукции в частности для различных стадий инвестиционных расчетов. Рассмотрены механизмы повышения обоснованности, точности и преемственности сметных расчетов и формирования укрупненных удельных показателей стоимости строительства для различных объектов-представителей, регионов РФ и условий строительства. Приведены современные, обновленные удельные стоимостные показатели (в ценах 2010 г.) строительства наиболее капиталоемких нефтегазовых объектов для большинства регионов РФ.

6. Более подробно рассмотрен полный жизненный цикл инвестиционного проекта, включая прединвестиционные и предпроектные работы, финансирование (с переводом проекта в инвестиционную фазу), проектирование и строительство объектов производственного назначения. В этой связи даны рекомендации по совершенствованию российского законодательства, в особенности по производственно-экономическим вопросам при реализации крупномасштабных инвестиционных проектов, а также приведения практической деятельности участников инвестиционного проекта, инвесторов, застройщиков, заказчиков и подрядчиков капитального строительства в соответствии с руководящими нормативными документами.

7. Отдельный материал посвящен особенностям ценообразования по крупномасштабным и территориально удаленным стройкам, включая актуальные вопросы проектирования, ценообразования, строительства, регистрации, эксплуатации, налогообложения и учета временных зданий и сооружений, на примере нефтегазового строительства, в особенности при сооружении магистральных трубопроводов и обустройстве нефтегазоконденсатных месторождений.

В книге показано, что эффективное управление проектами и деятельностью корпораций в инвестиционной сфере требует, во-первых, отказа от некоторых старых привычек и методов управления и перехода на новые способы достижения поставленных целей в срок и в рамках рационального бюджета. И, во-вторых, обеспечение рационального бюджета и минимизации затрат на реализацию инвестиционных проектов могут быть достигнуты на основе дальнейшего совершенствования инвестиционной деятельности корпораций в синхронизации с реформированием экономики и социальной сферы страны в целом. Экономические и другие интересы работников корпораций и ее дочерних обществ должны быть направлены на повышение эффективности ее деятельности (в том числе увеличение прибыли), а не на увеличение затрат, как зачастую это происходит в настоящее время в отдельных отечественных корпорациях.

Новые подходы, изложенные в книге, проиллюстрированы на материалах реальных инвестиционных проектов, что выгодно ее отличает от книг, в которых представлена только теория и методология разработки и принятия инвестиционных и других управленческих решений. Вместе с тем для крупномасштабного внедрения предлагаемых в книге инноваций, как показывает многолетний практический опыт, необходим анализ и систематизация инвестиционной деятельности конкретной корпорации, а также осуществляемого в ней документооборота, с разработкой проектной документации поэтапного перевода ее деятельности на предлагаемую инновационную систему.

Авторы выражают большую признательность руководству и специалистам ОАО «Газпром» и его дочерних обществ, руководителям крупных научных школ профессорам А.А. Гусакову, В.М. Васильеву, Л.С. Андрееву, авторитетным в мире ученых и практиков профессорам Ю.П. Баталину, С.Н. Булгакову, П.Г. Грабовому, В.М. Серову за результаты совместной работы, которые учтены при подготовке книги.

В заключение можно порекомендовать авторам следующие направления работы:

– при заключении подрядных договоров и установлении договорных цен – учитывать подсистемы корпоративного лимитирования отдельных видов затрат как основу для оптимизации планов капитальных вложений;

– проблемы снижения стоимости крупномасштабного строительства решать в основном за счет повышения эффективности конкурсного отбора инвесторов, подрядчиков и поставщиков ресурсов и оборудования;

– исследование конкретных направлений влияния валютных курсов на ценообразование – окончательную стоимость крупномасштабных и уникальных инвестиционных проектов и программ с участием иностранного капитала.

Некоторые предложения по определению содержания предложенной авторами инновационной системы управления инвестиционно-строительными проектами и программами на всех стадиях инвестиционного процесса являются дискуссионными и требуют проведения дальнейших исследований. Прежде всего недостаточно полно отражено (порой замалчивается) влияние риска во всех его проявлениях (технологического, организационного, финансового, экологического и пр.), с расстановкой приоритетов, на принятие эффективных управленческих решений на всех этапах инвестиционного процесса – от идеи до ликвидации проекта.

Высказанные замечания и пожелания не снижают достоинств рецензируемой книги. В целом она представляет собой уникальный вклад в решение научных и практических проблем ценообразования и управления стоимостью строительства для современной России, а также повышения эффективности планирования капитального строительства и управления инвестиционными проектами. Книга будет полезна работникам органов государственного управления, научных, проектных, строительных, снабженческих и других организаций, занятых в сфере инвестиционно-строительной деятельности, а также профессорско-преподавательскому составу вузов, аспирантам и студентам.

Академик Российской академии естествознания, доктор экономических наук, профессор кафедры общего менеджмента и логистики Северо-Западного института управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»

Сергей Арсеньевич Владимиров

Sergey A. Vladimirov, Academician of the Russian Academy of Natural History, Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of General Management and Logistics of the North-West Institute of Management of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

GAZPROM'S UNIQUE EXPERIENCE IN MANAGING MEGAPROJECTS

A review of the reference book for specialists "The System of Managing the Development and Implementation of Investment Projects and Programs in a Corporation and Its Subsidiaries" by A.G. Ananenko, V.S. Reznichenko, L.S. Chugunov, N.N. Lenintsev

Указатель статей и материалов, опубликованных в 2015 г.

РАЗДЕЛЫ НОМЕРОВ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

ВЫПУСК 2

- Сухарев О.С.* Экономическая теория индустриализации 6–14
Богданович О.И., Меркулов А.С., Рупосов В.Л. Роль университетов в развитии экономики 15–22
Шилова Е.В. Инновации как фактор обеспечения устойчивого развития социально-экономических систем 23–30

ВЫПУСК 3

- Толстоброва Н. А., Осипова М. Ю., Толстобров Д. А.* Установление зависимости «суперциклов» с проблемами развития отечественной социально-экономической модели 6–13
Tolstobrova N. A., Osipova M. Y., Tolstobrov D. A. Establishing dependence of “supercycles” and problems of development of the domestic socioeconomic model 14–20
Шарков А. В. Влияние методологических оснований экономической политики на социальную функцию государства 21–31

ВЫПУСК 4

- Гершанок Г.А., Палкин А.Ф.* Применение концепции жизненного цикла к процессу становления предпринимателя 54–61

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

ВЫПУСК 1

- Шульц Д.Н., Власова Н.В., Ощепков И.А.* Тенденции социально-экономического развития экономики РФ и прогноз на 2015–2017 гг. 5–13

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ВЫПУСК 1

- Yormirzoev M.M.* Determinants of regional migration flows from former soviet republics to Russia 14–19

ВЫПУСК 2

- Матвеевко В.Д., Оленев Н.Н., Шатров А.В.* Моделирование экономического роста различных стран с помощью производственных функций на основе сравнительного анализа динамики взаимодействия социальных групп 31–41
Matveenko V.D., Olenev N.N., Shatrov A.V. Modeling of economic growth of the different countries by means of production functions on the basis of comparative analysis of dynamics of interaction of social groups 42–50
Фролова Н.В., Пахарев А.Н., Оборин М.С. Моделирование структуры факторов влияния на региональное развитие туризма и рекреации 51–58
Кореков А.В. К вопросу об управлении краткосрочной ликвидностью коммерческого банка 59–65
Korekov A.V. To the problem of commercial bank liquidity management 66–70

ВЫПУСК 3

- Кошкин Ю. Л., Шатров А. В.* К вопросу о моделировании трендов временных рядов 32–41
Шейна М.В. Корпоративная социальная ответственность как эффективный сигнал безопасности продуктов питания: результаты экономико-математического моделирования 42–52
Sheina M.V. Corporate social responsibility as an effective signal of food safety: the results of economic and mathematical modelling 53–60

ВЫПУСК 4

- Шориков А.Ф., Буценко Е.В.* Методика оптимизации инвестиционного проектирования на основе сетевого моделирования и ее приложения 62–70
Гребнев М.И. Агрегированная производственная функция с учетом научно-технического прогресса для экономики России 71–79

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

ВЫПУСК 1

- Никулина О.В., Егоров Ю.А.* Возникновение полицентрических структур и их практическое применение в современной экономике 20–27

<i>Nikulina O.V., Yegorov Y.A.</i> The emergence of polycentric structures and their practical application in the modern economy	28–34
<i>Дубровская Ю.В., Губайдуллина Р.В.</i> Государственно-частное партнерство как фактор сбалансированного регионального развития	35–45
<i>Корнейко О.В.</i> Интеграция рыбохозяйственных предпринимательских структур в экономике региона: теоретические и практические аспекты	46–54
<i>Адушев М.Н.</i> Современные проблемы нефтеперерабатывающей промышленности России	55–68
<i>Махмудова М.М., Королева А.М.</i> Анализ современного состояния малого предпринимательства в Тюменской области	69–78
<i>Молчанова М.Ю., Печенкина А.В.</i> Применение сценарного метода при прогнозировании ситуации на рынке жилья г. Перми	79–88

ВЫПУСК 3

<i>Балашова Е. С., Громова Е. А.</i> Генезис и систематизация результатов внедрения бережливого производства в различных секторах российской экономики	61–68
<i>Кутергина Г. В., Латин А. В.</i> Управление развитием моногородов: отечественные и зарубежные подходы к моделированию	69–77

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

ВЫПУСК 2

<i>Пыткин А.Н., Сухих В.А., Урасова А.А.</i> Особенности развития промышленного комплекса в Пермском крае в условиях членства России в ВТО	71–80
<i>Паздникова Н.П.</i> Регулирование некоммерческого сектора социально-экономической системы региона	81–88
<i>Спаская Н.В.</i> Возможности индустриализации экономики России в контексте современной региональной политики	89–98
<i>Кутергина Г.В., Иванова О.Г.</i> Нефтегазовые комплексы и кластеры: идентификация и мониторинг в экономике региона	99–110
<i>Kutergina G.V., Ivanova O.G.</i> Oil and gas complexes and clusters: identification and monitoring	111–119
<i>Суханова П.А.</i> Взаимосвязь региональной инновационной системы и уровня конкурентоспособности региона: методика оценки (на примере регионов Приволжского федерального округа)	120–126
<i>Станишевская С.П., Якупова И.Н.</i> Анализ миграционных потоков в Пермском крае в условиях асимметричности информации	127–134

ВЫПУСК 4

<i>Миролюбова Т.В., Ворончихина Е.Н.</i> Определение ключевых направлений региональной экономической политики на основе эконометрического моделирования и прогнозирования регионального экономического роста	80–91
<i>Суханова П.А.</i> Модель региональной инновационной системы: отечественные и зарубежные подходы к изучению региональных инновационных систем	92–102
<i>Гильтман М.А., Вотякова А.А.</i> Эластичность занятости на региональных рынках труда в России	103–112
<i>Пыткин А.Н., Волков В.И.</i> Исследование факторов влияния на процесс взаимодействия образовательных организаций и работодателей	113–122
<i>Летихина Т.Л., Карпович Ю.В., Оборин М.С.</i> Курортное лечение как форма инвестирования в капитал здоровья	123–131

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

ВЫПУСК 1

<i>Алферова Т.В., Третьякова Е.А.</i> Оценка качества отчетности в области устойчивого развития промышленных предприятий	89–96
<i>Alferova T.V., Tretiakova E.A.</i> Quality assessment of reporting on sustainable development of industrial enterprises	97–102
<i>Перский Ю.К.</i> <i>Летихин В.В., Семенова Е.В.</i> Методика и модели оценки промышленного предприятия как устойчивой системы	103–110
<i>Баяндина В.А., Воронин Д.М.</i> К вопросу об оценке эффективности стратегических инвестиционных проектов на нефтегазодобывающих предприятиях	111–123

Гапонова О.С. Система мотивации персонала как инструмент внутрифирменного планирования в инновационных компаниях ранних фаз развития 124–133

ВЫПУСК 2

Трошина О.В., Баталова Т.Н. Проблемы и перспективы развития внутреннего рынка российских предприятий 135–142

ВЫПУСК 3

Баяндина В. А., Воронин Д. М. Использование опционного мышления в проектном управлении нефтегазодобывающим предприятием 78–91

Хисамова А. И. Оценка организационно-экономического механизма управления предприятием 92–103

Пахомова А. В., Баширзаде Р. Р. Разработка модели оптимизации транспортных затрат предприятия на основе концепции архитектуры интегрированных информационных систем (ARIS) 104–114

Гильмиярова М. Р. Разработка методики управления денежными потоками в корпоративной структуре 115–125

Киселева О. Н. Автоматизация системы управления отечественными предприятиями на основе организационно-управленческих инноваций 126–136

ВЫПУСК 4

Третьякова Е.А., Алферова Т.В., Пухова Ю.И. Анализ методического инструментария оценки устойчивого развития промышленных предприятий 132–139

Жуков В.Н. Научные подходы к концептуальному знанию о системном финансовом контроле в корпорациях 140–147

Молодчик А.В., Севастьянов В.П. Условия эффективности кредитования инновационных программ промышленных предприятий 148–159

Модорский А.В., Модорская Г.Г. Методика оценки эффективности системы стимулирования труда 160–169

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА, АУДИТА И ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

ВЫПУСК 3

Василенко А.А. Применение предпосылок составления бухгалтерской отчетности в процессе выявления и оценки аудиторского риска 145–155

Орлов Д.В., Коняева Т.В. Общение аудитора с руководством клиента на языке международного (ISA 260) и российского (ФПСАД 22) стандартов аудита 156–166

ВЫПУСК 4

Петренко С.Н., Бессарабов В.О. Модель построения социально ориентированного бухгалтерского учёта и отчетности: организационная компонента 170–178

К 100-ЛЕТИЮ ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ВЫПУСК 4

Вступительное слово главного редактора 7

Андрянов Д.Л., Арбузов В.О., Ивлиев С.В., Максимов В.П., Симонов П.М. Динамические модели экономики: теория, приложения, программная реализация 8–32

Andrianov D.L., Arbuzov V.O., Ivliev S.V., Maksimov V.P., Simonov P.M. Economic dynamics models: theory, applications, computer aided implementation 33–53

КРИТИКА

ВЫПУСК 4

Владимиров С.А. Уникальный опыт ОАО «Газпром» по управлению сложнейшими крупномасштабными инвестиционными проектами (рецензия) 179–181

ВЫПУСК 2

Памяти Юрия Калмановича Перского 143–145

ОТ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Выпуск журнала посвящен теоретическим и прикладным проблемам экономики, математическим и инструментальным методам, региональной экономике, контрольно-учетным и аналитическим функциям управления.

Общие условия опубликования

Автор предоставляет Издателю журнала (Пермский государственный университет) право на использование его статьи в составе журнала, а также на включение полнотекстовых вариантов статьи в систему «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

Право использования журнала в целом в соответствии с п. 7 ст. 1260 ГК РФ принадлежит Издателю журнала и действует бессрочно на территории Российской Федерации и за ее пределами.

Объем прав Издателя на использование журнала в целом соответствует объему принадлежащего автору исключительного права, предусмотренного ст. 1270 ГК РФ, Издатель вправе также разрешить использование Издания в целом другим лицам на определенных условиях по его усмотрению.

Авторское вознаграждение за предоставление автором Издателю указанных выше прав не выплачивается.

Автор включенной в журнал статьи сохраняет исключительное право на нее независимо от права Издателя на использование журнала в целом.

Направление автором статьи в журнал означает его согласие на использование статьи Издателем на указанных выше условиях на включение статьи в систему РИНЦ и свидетельствует, что он осведомлен об условиях ее использования. В качестве такого согласия рассматривается также направляемая в редакцию справка об авторе, в том числе по электронной почте.

Редакция размещает фамилию, инициалы автора, название, аннотацию, ключевые слова, полнотекстовые статьи на сайте Пермского университета: <http://www.econom.psu.ru>.

Редакция включает полнотекстовые варианты статей в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Направление автором статьи в адрес редакции является согласием автора на подобное размещение и включение.

Гонорар за публикацию не выплачивается. Авторский экземпляр высылается автору по указанному им адресу.

Плата за публикацию рукописей не взимается.

Редакционная коллегия извещает, что для участия в журнале принимаются статьи на русском и английском языках объемом не менее 0,5 п.л. (20000 знаков) и не более 1 п.л. (40000 знаков) в электронном варианте с сопроводительными документами, оформленные согласно требованиям редакционной коллегии. Полученные редколлегией статьи, поступившие в печатном виде, не возвращаются.

Обязательные требования для рукописей

1. Статьи представляются в электронном виде (в MS WORD посылаются по электронной почте), формат листа А4. Установки: поля – 2 см; шрифт Times New Roman; размер шрифта – 14 пт; интервал – одинарный; таблицы и рисунки приводятся в основном тексте статьи, шрифт таблиц и подписей к рисункам – 12 пт.; все рисунки должны быть в черно-белом исполнении; табличные рамки не должны выделяться жирной чертой.

2. Число авторов не должно превышать трех человек.

3. Печатный экземпляр статьи должен быть подписан всеми авторами на последней странице и в сканированном виде отправлен электронной почтой в редакцию.

4. В начале статьи должен быть указан автор(ы), а также его (их) ученая степень и звание, место работы, должность, адрес и e-mail.

5. Каждая статья должна быть снабжена аннотацией на русском и английском языках. В аннотации должна быть отражена следующая информация: введение, основная идея и цель, методы и подходы, новизна, полученные результаты исследования, выводы. Объем аннотации должен быть от 200 до 250 слов.

6. Название статьи, фамилия и имя автора(ов), сведения об ученой степени и звании, месте работы, должности автора(ов) должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.

7. К каждой статье должны быть даны ключевые слова на русском и английском языках (от 10 слов или словосочетаний), УДК и ББК.

8. В конце статьи помещается список литературы, который оформляется в соответствии с ГОСТ Р.7.0.5-2008 и приводится в алфавитном порядке. Список литературы должен содержать не менее 15–20 источников. Список литературы необходимо транслитерировать и перевести на английский язык. При описании статей из журналов или сборников обязательно указываются страницы, на которых помещена статья (например: Бодров О.Г. Экономическая свобода в условиях неопределенности // Финансы и кредит. 2005. № 2. С. 37–43). При ссылке на литературный источник в тексте приводится порядковый номер работы в квадратных скобках (например, [2], [2; 3]). Если указывается страница (страницы), это оформляется следующим образом: [2, с. 312]; [3, с. 312–320]. При описании электронных ресурсов удаленного доступа (из сети Интернет) после электронного адреса необходимо в круглых скобках указать дату обращения к документу (дата обращения: 01.03.2009). На все приведенные в библиографическом списке источники должны быть ссылки в статье, и наоборот.

9. К каждой статье должны быть приложены Сведения об авторе. В данном документе должно быть отражено следующее: фамилия, имя, отчество; место работы (полное название вуза, кафедры); должность; ученая степень, ученое звание; адрес, по которому следует выслать авторский экземпляр; номер контактного телефона; адрес электронной почты.

10. В сопроводительном письме автору необходимо указать, что он согласен с условиями публикации, что данная статья ранее не публиковалась, что автор не возражает против воспроизведения данной статьи в других средствах массовой информации (включая электронные), подтверждает согласие на безвозмездное размещение полнотекстового варианта статьи в системе «Российского индекса научного цитирования», а также указать раздел, к которому относится публикуемая статья.

11. Статья должна иметь высокий научный уровень, характеризоваться научной новизной (новые теоретические, методологические подходы, новые факты, гипотезы, новые результаты исследований автора...). Необходимо обосновать актуальность ее темы. Язык и стиль статьи – средство для передачи глубины, логики ее содержания, поэтому она должна быть написана хорошим литературным языком. Изложение текста должно быть логически последовательным. Все части (абзацы) статьи должны иметь тесную логическую связь друг с другом. Необходимое условие – правильное, логически четкое определение вводимых понятий, выраженных терминами. Следует избегать синонимов терминов.

12. В случае положительного решения редакции о принятии рукописи к печати автор статьи должен подписать и выслать в редакцию лицензионный договор и акт приема-передачи произведения обычной почтой.

Все статьи рецензируются по системе двойного слепого рецензирования. При отклонении статьи из-за несоответствия тематике, нарушения сроков или требований оформления и при наличии отрицательной рецензии рукописи не публикуются и не возвращаются.

Желающие получить экземпляр журнала или консультацию редакционной коллегии могут обращаться по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15. Пермский государственный национальный исследовательский университет, экономический факультет, каб. 221А, редакция научного журнала «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика» (зам. глав. редактора Базуева Елена Валерьевна, отв. секретарь Ковалева Татьяна Юрьевна). Тел. +7(342) 23-31-969. E-mail: vestnik.psu@yandex.ru и vestnik.psu.economy@gmail.com. Адрес в Интернете: www.econom.psu.ru.

Научное издание

Вестник Пермского университета

**СЕРИЯ
ЭКОНОМИКА**

Выпуск 4(27)

Редактор М.А. Шемякина
Корректор Н.А. Антонова
Компьютерная верстка А.Д. Шарафеевой
Технический секретарь О.Н. Беляева

Подписано в печать 08.12.2015. Формат 60x84 $\frac{1}{8}$.
Дата выхода в свет 22.12.2015
Усл. печ. л. 21,7. Тираж 500. Заказ

Редакция научного журнала «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика»
Тел. (342) 233-19-69

Издательский центр Пермского государственного национального исследовательского
университета
614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Типография ПГНИУ
614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Подписной индекс журнала «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика»
в каталогах «Пресса России» 41030

Цена свободная



ISSN 1994-9960

EAN13: 9771994996594

Фото: Полудницын Анатолий