

ISSN 1994-9960

2019



ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.

Серия **ЭКОНОМИКА**

Том 14. № 2

Vol. 14. No. 2

PERM UNIVERSITY HERALD.
ECONOMY

ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
PERM STATE UNIVERSITY



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

Включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по отрасли науки 08.00.00 Экономические науки и научным специальностям 08.00.01 Экономическая теория; 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством (Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; Региональная экономика); 08.00.12 Бухгалтерский учет, статистика; 08.00.13 Математические и инструментальные методы экономики

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

Тематика статей журнала 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 предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов, представителей общественности, бизнеса и государственных служащих всех уровней власти.

Подробные сведения о журнале, его редакционная политика и условия публикации размещены на интернет-сайте Вестника: <http://economics.psu.ru/>

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свид. о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-66483 от 14 июля 2016 г.

Подписной индекс журнала «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика» = Perm University Herald. ECONOMY» в каталогах «Пресса России» 41030

Адрес учредителя и издателя: 614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15
Адрес редакции: 614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15, ПГНИУ, Экономический факультет.
E-mail: vestnik.economy@econ.psu.ru и vestnik.psu.economy@gmail.com
Web-site: <http://economics.psu.ru/>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Миролюбова Т.В., докт. экон. наук, проф., зав. каф. мировой и региональной экономики, экономической теории, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Базуева Е.В., докт. экон. наук, доц., проф. каф. мировой и региональной экономики, экономической теории, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Деметьев В.Е., докт. экон. наук, проф., чл.-корр. РАН, руководитель научного направления, ФГБУН «Центральный экономико-математический институт Российской академии наук», Москва, Россия

Домошницкий А.И., канд. физ.-мат. наук, проф., зав. каф. математики, декан факультета естественных наук, Ариэльский Университет, Ариэль, Израиль

Донован П., PhD in Management, проф. Школы бизнеса, Национальный университет Ирландии, Майнот, Ирландия

Клейнер Г.Б., докт. экон. наук, проф., чл.-корр. РАН, зам. научного руководителя, ФГБУН «Центральный экономико-математический институт Российской академии наук», Москва, Россия

Ключков В.В., докт. экон. наук, канд. техн. наук, директор департамента стратегии и методологии управления созданием научно-технического задела, ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Институт им. Н.Е. Жуковского», Жуковский, Россия

Мантенья Р.Н., PhD in Physics, проф., Университет Палермо, Палермо, Италия

Крисан-Митра К.С., PhD in Management, доцент кафедры менеджмента, Университет Бабеш-Бойяи, Клуж-Напока, Румыния

Нистор Р.Д., PhD in Reliability, директор департамента «Менеджмент», Университет Бабеш-Бойяи, Клуж-Напока, Румыния

Погано Р., PhD in Management, ведущий преподаватель Школы бизнеса, Манчестерский университет «Метрополитен», Манчестер, Великобритания

Кузнецов Ю.А., докт. физ.-мат. наук, проф., зав. каф. математического моделирования экономических процессов, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

Латыгин Ю.И., докт. экон. наук, проф., проф. каф. менеджмента, Владимирский филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Владимир, Россия

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

Панкова С.В., докт. экон. наук, проф., проректор по экономике и стратегическому развитию, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия

Попов Е.В., докт. экон. наук, проф., чл.-корр. РАН, главный научный секретарь, Уральское отделение ФГБУН «Институт экономики Российской академии наук», Екатеринбург, Россия

Поспелов И.Г., докт. физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. РАН, зав. отделом, ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», Москва, Россия

Сухарев О.С., докт. экон. наук, проф., зав. лабораторией, ФГБУН «Институт проблем рынка Российской академии наук», Москва, Россия

Тургель И.Д., докт. экон. наук, проф., зам. директора по науке Высшей школы экономики и менеджмента, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия

Фалько С.Г., докт. экон. наук, проф., зав. каф. экономики и организации производства, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия

Шерешева М.Ю., докт. экон. наук, проф. каф. прикладной институциональной экономики, зав. лабораторией институционального анализа, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия

Шенюкова Т.Г., докт. экон. наук, проф., проф. каф. учета, аудита и экономического анализа, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Бабеев Б.Д., докт. экон. наук, проф., проф. Межвузовского центра гуманитарного образования, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Иваново, Россия

Балашиха Е.С., докт. экон. наук, доц., проф. Высшей школы управления и бизнеса, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия

Городилов М.А., докт. экон. наук, доц., декан экономического факультета, зав. каф. учета, аудита и экономического анализа, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

Ермолаев М.Б., докт. экон. наук, проф., проф. каф. экономики и финансов Института управления, финансов и информационных систем, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Иваново, Россия

Лётчиков А.В., докт. физ.-мат. наук, проф., зав. каф. математических методов Института экономики и управления, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, Россия

Максимов В.П., докт. физ.-мат. наук, проф., проф. каф. информационных систем и математических методов в экономике, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия

Мизурин Л.А., докт. экон. наук, проф., зав. каф. национальной экономики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», Санкт-Петербург, Россия

Орлова Е.Р., докт. экон. наук, проф., зав. отделом информационных технологий оценки эффективности инвестиций, ФГАОУ ВО «Институт системного анализа Российской академии наук», Москва, Россия

Петренко С.Н., докт. экон. наук, проф., зав. каф. бухгалтерского учета, ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского», Донецк, Украина

Суглобов А.Е., докт. экон. наук, проф., проф. департамента учета, анализа и аудита, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, Россия

Третьякова Е.А., докт. экон. наук, проф., проф. каф. охраны окружающей среды, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия

Трофимов О.В., докт. экон. наук, проф., зам. директора Института экономики и предпринимательства, ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

Ковалева Т.Ю., канд. экон. наук, доц., доц. каф. мировой и региональной экономики, экономической теории, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия (ответственный редактор)



Perm University Herald. ECONOMY

2019. Vol. 14. No. 2

ISSN 1994-9960

Scientific journal

Founded in 2006

Published 4 times a year

Founder: Perm State University

The periodical is included in the list of the leading peer-reviewed scientific journals, where the results of scientific research required for getting the scientific degrees of Candidate of Sciences and Doctor of Sciences on the branch of science 08.00.00 Economic Sciences and scientific specialties 08.00.01 Economic theory; 08.00.05 Economy and National Economy Management (Economics, organization and management of enterprises, branches, complexes; Regional economy); 08.00.12 Accounting, Statistics; 08.00.13 Mathematical and Instrumental methods of Economics must be published

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

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. Publication is intended for researchers, teachers, graduate students, members of the public, business and government officials at all levels.

Detailed information about the journal, its editorial policy and requirements for publication are provided at the website of "Perm University Herald. ECONOMY": <http://economics.psu.ru/>

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

The periodical was registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media (Roskomnadzor). The mass media registration certificate PI № FS77-66483 dd. July 14, 2016.

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

The founder, publisher address: 15, Bukireva st., Perm, Perm region, 614990, Russian Federation.

Editorial board address: 15, Bukireva st., Perm, Perm region, 614990, Russian Federation, Perm State University, Faculty of Economics.

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

Web-site: <http://economics.psu.ru/>

© Perm State University, 2019

CHIEF EDITOR

Mirolyubova T.V., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of the World and Regional Economy, Economic Theory, Perm State University, Perm, Russian Federation

DEPUTY CHIEF EDITOR

Bazueva E.V., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of the World and Regional Economy, Economic Theory, Perm State University, Perm, Russian Federation

EDITORIAL BOARD

Dement'ev V.E., Doctor of Economic Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Scientific Department, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Domoshnitsky A.I., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Mathematics Department, Dean of Natural Sciences Faculty, Ariel University, Ariel, Israel

Donovan P., PhD in Management, Senior Lecturer of the Business School, National University of Ireland, Maynooth, Ireland

Kleiner G.B., Doctor of Economic Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Scientific Director, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Klochkov V.V., Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Director of the Department of Strategy and Methodology of Management of Scientific and Technical Start, National Research Center "Zhukovsky Institute", Zhukovsky, Russian Federation

Crisan-Mitra C.S., PhD in Management, Associate Professor at the Department of Management, Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca, Romania

Mantegna R.N., PhD in Physics, Professor, University of Palermo, Palermo, Italy

Nistor R.L., PhD in Reliability, Director at the Department of Management, Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca, Romania

Pagano R., PhD in Management, Principal Lecturer of the Business School, Manchester Metropolitan University, Manchester, United Kingdom

Kuznetsov Yu.A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematical Modeling of Economic Processes, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhni Novgorod, Russian Federation

Lapugin Yu.N., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Management, the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Vladimir branch), Vladimir, Russian Federation

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

Pankova S.V., Doctor of Economic Sciences, Professor, Vice-Rector for Economics and Strategic Development, Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

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

Pospelov I.G., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department, Federal Research Center "Informatics and Management" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Sukharev O.S., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Laboratory, the Market Economy Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Turgel' I.D., Doctor of Economic Sciences, Professor, Deputy Science Director of Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Eltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

Fal'ko S.G., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Economy and Production Organization, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Sheresheva M.Yu., Doctor of Economic Sciences, Professor at the Department of Applied Institutional Economics, Head of the Laboratory of Institutional Analysis, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Sheshukova T.G., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Accounting, Auditing and Economic Analysis, Perm State University, Perm, Russian Federation

EDITORIAL STAFF

Babaev B.D., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at Inter-University Center of Humanitarian Education, Ivanovo State University, Ivanovo, Russian Federation

Balashova E.S., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor at the Higher School of Management and Business, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

Gorodilov M.A., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Economics, Head of the Department of Accounting, Auditing and Economic Analysis, Perm State University, Perm, Russian Federation

Ermolaev M.B., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Economy and Finances of the Institute of Management, Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russian Federation

Letichikov A.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematical Methods of the Institute of Economy and Management, Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

Maksimov V.P., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University, Perm, Russian Federation

Mierin' L.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of National Economy, Saint-Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russian Federation

Orlova E.R., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Information Technologies of Investment Efficiency Assessment, Institute for Systems Analysis of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Petrenko S.N., Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Accounting, Donetsk National University of Economics and Trade named after Michael Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine

Suglovov A.E., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Accounting, Account Analysis and Audit, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Tretjakova E.A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of Environment Protection, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

Trofimov O.V., Doctor of Economic Sciences, Professor, Deputy Director of the Institute of Economics and Entrepreneurship, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhni Novgorod, Russian Federation

Kovaleva T.Y., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of the World and Regional Economy, Economic Theory, Perm State University, Perm, Russian Federation (Executive Editor)

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Sukharev O.S. Functions and modes of information development of economy: Methods and models	198
Попов Е.В., Власов М.В. Типология институтов генерации знаний умного города	218

РАЗДЕЛ II. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Шульц Д.Н., Кысыков А.Б. Оценивание параметров динамической стохастической модели общего равновесия экономики Казахстана на основе байесовского подхода	232
Серков Л.А. Региональная динамическая стохастическая модель общего равновесия как инструмент анализа фискальной политики	248
Симонов П.М., Гарафутдинов Р.В. Моделирование и прогнозирование динамики курсов финансовых инструментов с применением эконометрических моделей и фрактального анализа	268

РАЗДЕЛ III. РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Буторина О.В., Третьякова Е.А. Методика анализа информационно-инновационно-технологического цикла на уровне региональных экономических систем	289
Белехова Г.В. Калачикова О.Н. Финансовая грамотность населения: демографические особенности и возможности повышения (на примере Вологодской области)	313
Тютык О.В., Малышева Е.А. Совершенствование механизма концессионных соглашений для повышения инвестиционной привлекательности коммунального сектора региона (на примере Пермского края)	332

РАЗДЕЛ IV. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ, ОРГАНИЗАЦИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ, КОМПЛЕКСАМИ

Мякшин В.Н., Песьякова Т.Н. Экономическая оценка затрат труда в производствах регионального лесопромышленного комплекса на основе межпродуктового баланса	349
---	-----

CONTENTS

SECTION I. ECONOMIC THEORY

Sukharev O.S.
Functions and modes of information development of economy: Methods and models 198

Popov E.V., Vlasov M.V.
Typology of smart city knowledge generation institutes 218

SECTION II. ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING

Shults D.N., Kysykov A.B.
Assessment of the parameters of dynamic stochastic general equilibrium model of Kazakhstan economy using bayesian estimation 232

Serkov L.A.
Regional dynamic stochastic general equilibrium model as a tool for analysis of fiscal policy 248

Simonov P.M., Garafutdinov R.V.
Modeling and forecasting of financial instruments dynamics using econometrics models and fractal analysis 268

SECTION III. REGIONAL ECONOMY

Butorina O.V., Tretyakova E.A.
Analysis technique of information innovation and technological cycle at the level of regional economic systems 289

Belekhova G.V., Kalachikova O.N.
Financial literacy of the population: demographic features and opportunities for improve (In the case study of Vologda region) 313

Tiutyk O.V., Malysheva E.A.
Improvement of concession agreement mechanism to increase investment attractiveness of the utilities sector of a region (In the case study of Perm Krai) 332

SECTION IV. ENTERPRISE ECONOMY AND MANAGEMENT OF ENTERPRISES,
ORGANIZATIONS, BRANCHES, COMPLEXES

Myakshin V.N., Pesyakova T.N.
Economic assessment of labour costs in regional timber industry complex productions on the inter-product analysis basis 349

SECTION I. ECONOMIC THEORY

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-198-217

UDC 338:004

LBK 65.39

JEL Code D80, D89, O10, O11

**FUNCTIONS AND MODES OF INFORMATION DEVELOPMENT OF
ECONOMY: METHODS AND MODELS*****Oleg S. Sukharev**ORCID ID: [0000-0002-3436-7703](https://orcid.org/0000-0002-3436-7703), Researcher ID: [C-3767-2018](https://orcid.org/C-3767-2018), e-mail: o_sukharev@list.ru

Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences (32, Nakhimovsky prospekt, Moscow, 117218, Russia)

Informatization intensification of the modern economy stresses the importance to discuss the following group of issues: 1) the establishment of criteria and measurement of the effectiveness of the information system; 2) the definition of the information potential of the agent and the assessment of effective information action; 3) information security of the social and economic system. The purpose of the study is to analyze theoretically the functions of various types of information with the determination of the efficiency of information and the modes of economic systems information development. Economic agents are known to search for relevant information that is only a part of total information in the system to make efficient decisions. The action of an agent as well as the development of an economic system is generally characterised with an efficiency coefficient that assesses the opportunity to obtain relevant information. The research methodology is the classification method that allows us to highlight the properties of information, to introduce quantitative indicators for measuring these properties and using mathematical tools to determine possible relationships between them, building theoretical models of the dynamics of information development of economy. Using this approach the functions of information, namely, notification, accumulation, cumulative amplification within the framework of consideration of the informational interaction schemes “object-agent” and “agent-agent” have been determined. The criterion of information potential of the controlled system and the information efficiency coefficient have been introduced. The latter means the ratio of information security to the level of information completeness of the system. Using the analysis of the dynamics of the efficiency and the ratio of relevant and general information, the modes of information development of the controlled system have been determined; three options for the accumulation of information with the ability to quantify the effect that determines the development of the knowledge economy have been suggested. Standard, enhanced and storage accumulations have been shown in the framework of the “object-agent” information interaction model, formal parameters for their quantitative assessment have been introduced. We have proved that one of the goals of economic policy should be the insurance of the necessary regime of information development of the economy, that is aimed at solving problems in the field of information security due to the fact that the functions of information can be violated, i. e. performed with different results, which indicates the dysfunction of the information system and economic management. Such the approach will reduce the depth of dysfunctions of economic policy measures and the application of the information security loop proposed by the author will provide the tool for comparing the damage and benefits from possible information threats, which predetermines the practical application of the conducted theoretical analysis applied to different information modes. Sustainable development of the modern economy should consider the elimination of information threats especially in the context of overcoming opportunism in the form of deliberate distortions of information in order to obtain additional benefits. At the same time, the use of the information security loop for the development of economic policy measures will allow not only to diagnose the damage and benefits within the existing information processing regime, but also to identify the dynamics of the economic system development as a result of changes in the ratio of information benefits and costs.

Keywords: *information, informatization of economy, information potential of economy, function of information, information development mode, information interaction models, information security of economy, combinatory principle, information security loop, dysfunction of information system, dysfunction of economic policy.*

* The main provisions of the original concept of information economy are highlighted in the article, that are precisely described in the monograph: Sukharev O.S. *Informatsionnaya ekonomika: Znanie, konkurentsia i rost* [Information economy: Knowledge, competition and growth]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2015. 287 p. (In Russian).



ФУНКЦИИ И РЕЖИМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ: МЕТОДЫ И МОДЕЛИ*

Олег Сергеевич Сухарев

ORCID ID: [0000-0002-3436-7703](https://orcid.org/0000-0002-3436-7703), Researcher ID: [C-3767-2018](https://orcid.org/C-3767-2018), e-mail: o_sukharev@list.ru

Институт экономики Российской академии наук (117218, Россия, г. Москва, Нахимовский проспект, 32)

В связи с интенсификацией процессов информатизации современной экономики возникает необходимость обсудить следующие три основные группы вопросов: 1) установление критериев и измерение эффективности информационной системы; 2) определение информационного потенциала агента и оценка эффективного информационного действия; 3) обеспечение информационной безопасности социально-экономической системы. Целью исследования является теоретический анализ функций различных видов информации с определением коэффициента полезного действия информации и траектории информационного развития различных экономических систем. Известно, что экономические агенты для принятия эффективных решений осуществляют поиск релевантной информации, которая составляет только часть общей информации в системе. Действия агентов, так же как и развитие экономической системы в целом, можно охарактеризовать коэффициентом полезного действия, оценивающим возможность получения релевантной информации. Методологией исследования является классификационный метод, позволяющий выделить свойства информации, ввести количественные показатели для их измерения и при помощи математического инструментария определить возможные связи между ними, построив теоретические модели динамики информационного развития экономики. Определены следующие функции информации: уведомление, накопление, кумулятивное усиление в рамках рассмотрения модели информационного взаимодействия «объект – агент» и «агент – агент». Введен критерий информационного потенциала управляемой системы и коэффициент полезного действия информации, который определяется как отношение информационной обеспеченности к уровню информационной полноты системы. Исходя из анализа динамики коэффициента полезного действия информации, соотношения релевантной и общей информации установлены режимы информационного развития управляемой системы; предложены три варианта кумуляции информации с возможностью количественной оценки данного эффекта, определяющего развитие экономики знаний. Обычная, усиленная и накопительная кумуляция показаны в рамках модели информационного взаимодействия «объект – агент», введены формальные параметры для их количественной оценки. Обосновано, что, поскольку функции информации могут нарушаться, т. е. исполняться с различной результативностью (что свидетельствует о дисфункции информационной системы и управления экономикой), одной из целей экономической политики должно быть обеспечение необходимого режима информационного развития экономики, направленного на решение проблем в области информационной безопасности. Такой подход позволяет снизить потенциал дисфункций управления, а применение предложенной автором петли информационной безопасности – обеспечить инструмент для сопоставления ущерба и выгод от возможных информационных угроз, что предопределяет практическое применение проведенного теоретического исследования вне зависимости от типа информационного режима. Элиминирование информационных угроз составляет перспективу для устойчивого развития современной экономики, особенно в отношении преодоления оппортунизма в виде намеренных искажений информации с целью получения дополнительной выгоды. При этом использование петли информационной безопасности для разработки мер экономической политики позволит не только осуществлять диагностику ущерба и выгод в рамках сложившегося режима обработки информации, но и выявлять динамику развития экономической системы в результате изменения соотношения информационных выгод и издержек.

Ключевые слова: информация, информатизация экономики, информационный потенциал экономики, функции информации, режимы информационного развития, модели информационного взаимодействия, информационная безопасность экономики, комбинаторный принцип, петля информационной безопасности, дисфункция информационной системы, дисфункция экономической политики.

* В статье освещаются основные положения авторской концепции информационной экономики, которые подробно представлены в монографии: Сухарев О.С. Информационная экономика: знание, конкуренция и рост. М.: Финансы и статистика, 2015. 287 с.

Introduction

Modern economics is turning into a “knowledge economy”, changing education [1], science, human capital [2], stylistics of decision-making in firms, innovative development [3] etc. In the multitude of scientific papers [4; 5], one or another nuance of this new reality is explored, when considerable resources are directed to processing information, obtaining new knowledge [6]. There are considered, for example, the problems of organizing e-government [7], control in information systems with the aim of eliminating conflicts that arise between agents in the process of information [8] processing or knowledge management processes within various information systems [9].

Some studies are based on questionnaires or consideration of local situations, individual tasks or are bibliometric studies [10]. Knowledge management depends on the state of the information system established in the economy of the information development mode. At the same time the aspect of ensuring information security is also important, because many types of knowledge can be used to reduce the level of security and ensure competitive victory.

Therefore, the solution of individual applied tasks, with all its utility, cannot be indicative from the point of view of examining all aspects of the information system – especially the point of view of the economic theory of the “information economy”. In addition, aggregated estimates of the mode or model of information development, applicable for comparison, including the effectiveness of obtaining knowledge and evaluating the general information potential, are even rare at the theoretical level of analysis. Quantitative estimates in recent studies relate to the measurement of the contribution of information and knowledge to economic growth and the ongoing structural changes [11], allow us to establish that a large amount of environmental information affects the distribution of resources in the economy. At the same time, the work with information, its

selection, analysis, processing is not measured at all, that is, the characteristics of the information are not taken into account and are not evaluated in an aggregated manner. Below, as part of the performance indicator, the information system will introduce the parameter allowing it to be assessed. Of course, information studies suggest the different organization of statistical accounting in the field of information. Since many data are missing, the analysis may be limited only to theoretical studies. There are theoretical works that have just been released, which make it possible to determine the direction of the information flow, taking into account expert assessments, to determine the priorities of the information system [12]. This approach takes into account training, the dissemination of information is not perfect. But it does not take into account how information systems function in the economy, what information mode they form, because the competition of firms and countries will occur precisely in terms of the efficiency parameters of working with information and knowledge in the future. This problem also requires theoretical works that reveal the meaning of the use of information potential and the functioning information development mode. Information security issues are considered not in the framework of the choice between various types of threats and their elimination, taking into account the relationship of damage and benefits, but in the framework of information security policies [13]. But there are not clear what the criteria, the parameters of this policy and the measure of sufficient accuracy are.

In order to fill the theoretical gap in the emerging information development mode, assess the information efficiency and ensure information security, the theoretical study of the information functions and information potential and the effectiveness of the information system have been undertaken. It allowed concentrating on three main aspects that are the subject matter in the article: a) extraction and measurement using the proposed indicators of information functions, especially three types of cumulative function; b) determining the information potential of the agent and the system and the coefficient of

information effective action; c) comparing various types of informational threats and benefits – according to the “information security loop” diagram.

Basic functions of information in economic systems

Emergence of the “economy of knowledge” has proclaimed in the economic theory of information [14–17] as the new form of economic relations and production of knowledge acting as a separate good. Market prices were considered as information signal to the agent defining its choice. There appeared different kinds of information sectors. Information obsolescence was considered as the reason of the prices range in the market, information asymmetry as the reason of adverse selection of decisions, opportunism and high transactional costs, and etc. Different outcomes of agents interaction in economics are determined by the properties and functions of information. Therefore, consideration of the functions of information can provide additional opportunities for studying the characteristics of various interactions in the economy. It is important not only to highlight the functions (various functions of the information is disclosed in scientific publications), but also to provide an apparatus for measuring each function and the possible application of these indicators, as well as to highlight the characteristics of the information development mode of the economy.

The functions of information influence the mode of developments of economic system greatly. It is possible to single out the following three basic information functions: notification accumulation and cumulative enhancement information. Let's consider successively the essence and value of each of the three main functions of the information in more detail to determine the indicators that would allow in the future evaluating each function.

1. Notification. Information is meaningful data or facts which are transferred from one agent to another in different ways, expanding the knowledge horizon of the agent about specific event, object/agent, process,

phenomenon, and etc. This information may be useless for the agent. He can even receive it against his will, not wishing to possess this information, for example, having casually heard someone's conversation or exchange of opinions, and etc. Frequently such information is casual and it is quickly forgotten by the agent, but under some circumstances when it becomes important, its value and meaning increase many times over. Notifying property of information imposes the condition of non-distortion on the agent, that can occur due to incorrect perception of information, in particular, because of the way the agent feels, or the noise effects accompanying the reception of information (much also depends on data carrier). In Figure 1 the function of information perception, processing and analysis provides change of the agent model $I_z = \Omega(I)$ where Ω is the change which is carried out by the agent receiving information I . Certainly all the functions specified in the Figure are functions of time. The agent forms the way of influence on the object. This object may be other agent in respect of which such scheme will be specular [18].

Then, $V(t) = f[I(t), \Omega(I(t))]$, or $V(t) = f[g(I_o(t)), \Omega(g(I_o(t)))]$.

Thereby, influence is defined by the complex function of change of initial information which is many times transformed by the agent as the addressee of information and the way of influence and perception of this impact by the object, that changes information on the object $I_o(t) = Z(V(t))$.

2. Accumulation (consumption security). Changing on a loop (Figure 1), information accumulates, because changing during processing and influence, all three elements of information chain, that is, agent, object and the channel of state and behavior correction, act not only as the tools of information change, but executing such function they become generators of new information. In other words, the state of the elements providing information passage makes certain contribution to the structure (content) of information, thereby providing generation of new information (change of “old” information). Thus, there is not simply

change of one and the same information, but emergence of new information on the basis of the previous information signal. If the information has new content, data and notification, it is new information even if it is obtained on the basis of the initial information. Hence, informationally in its elementary representation on the type “agent-agent”, or in general case “agent-object” where the object can be the agent, the economic system is an information generator in which there are information distortions, noise, but the contour is arranged so, that despite a certain deviation in its work, it rejects unnecessary information and alters it, transforming into necessary one. But any information is accumulated either in the agent’s memory, or on storage carriers of information – paper (archive), electronic carriers in the form of patents, copyright certificates, and etc. Figure 2 demonstrates mutual information interchange when there is another agent in the object’s place. In this case they exchange information, and there are two information streams, one being directed to the other agent without correcting influence on it, like $I=g(I_0)$, and the second one having correcting influence. But both information streams make up the total value I_{12} from the first agent to the second one and back I_{21} . In other words, not only the influence correcting the state and behaviour of the agent/object

bears definite information, but there is information stream which is transferred without influence (such information is taken into consideration, without changing the state of the agent and the model of his behavior. It is purely notifying function of information.

By the way, comparison of these two streams generates dual model of agents’ behavior as the agent can compare such information with the information which results in correction of his state and behavior. Such comparison can also change the agent’s behavior model. That is why, in practice these two information streams are difficult to distinguish, especially relying on the criterion of absence of behavior correction as any information, even outdated, received many years ago and then not influencing on his behavior change, can determine the change of agent’s behavior after a considerable time interval.

The function of information accumulation by each agent is presented by parameters I_0 , I_z , and each agent has its own one. Cumulative function (the effect connected with it) is caused by the directed flow of information according to functions V , W (Figure 2) which depend on notification, accumulation, and plus in a general sense on the state of the channels of information influence and characteristics of interacting agents.

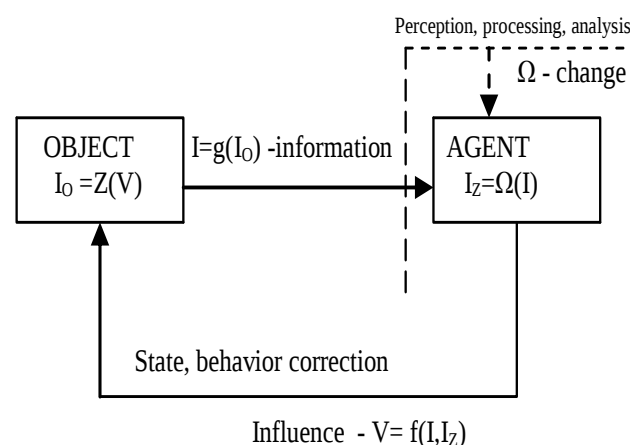


Fig. 1. Information change between the elements of economic system

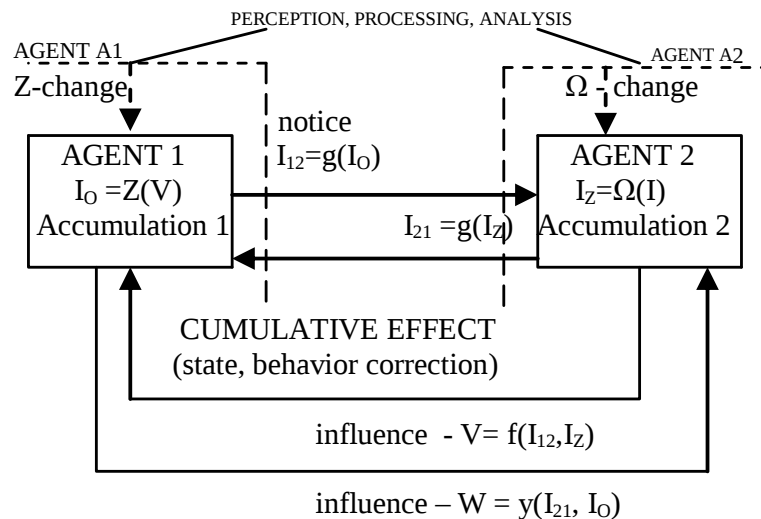


Fig. 2. Information change between the agents

On the chosen time lag the process of information accumulation can be characterized with parameter $N = I_Z(t)/I(t)$. The closer this parameter to the unit is, the better is the processing and accumulation of information. Certainly, accumulation process depends on the state of the agent and his inclination to process and store (select) the necessary information. At the moment when the agent receives information he should be able to define whether it is necessary in the future or not. The agent has protective filters at the level of perception, processing and analysis of information, which he creates himself in order to work only with potentially interesting information. If the filters have not worked for some reasons, information has the property of security [19; 20], that is, it is not lost if the agent did not delete unnecessary, not interesting or dangerous data.

Radical difference of information and knowledge from other consumer blessings is security of these blessings during consumption. Any product, especially foodstuffs, disappears during consumption. Inedible products wear out, lose value and disappear, but in the longer period of consumption. Information has the property of preservation during consumption that becomes a defining condition for its accumulation. However, as only one person is the carrier and consumer of information in the society, information also has the property of fast obsolescence and is forgotten. If the information is located on the carrier, the

probability of its security at any obsolescence is much higher, than when it is in the human memory [21]. When the worker is fired from firm, retires or dies, it is often said, that such an expert, a professional has gone, who could not be replaced. It is especially actual when only he knows a certain compounding/technology or possesses certain unique skills which are not fixed anywhere as the information intended for training and transfer. The probability of information losses in such cases is high. They often happen, especially under conditions of economic crises when the number of dismissals and excesses essentially increases. The described processes accompany information accumulation. Certainly, at estimation of accumulation it is important to consider the agents' ability to process information, that is, their inclination to accumulate and use great volumes of information. Under stressful conditions such inclination sharply decreases. It is possible to present accumulation indicator as follows:

$$N = \frac{\Omega(g(I_o(t)))}{g(I_o(t))} \quad (1)$$

As we see, it depends on the state of information reception channel which is defined by function $g(I_o)$ and on the state of the agent $\Omega(I(t))$ – information acceptor and processor – who is either inclined or not inclined to its accumulation. The process of information accumulation could be institutionally limited for the agent. Generally, indicator N changes from zero to

unit. When $N=0$, the agent rejects information in the sense of its accumulation and there are no costs for information processing, storage, and analysis. This variant is possible. Moreover, for some models of economic behavior it is immanent. The agent operates as a robot, he does not need to accumulate information. There are initial data – knowledge – and he is not inclined to increase their volume. Information accumulation is a strict condition of training and perfection of knowledge. The learning process and then the use of knowledge is impossible without accumulation. Figure 2 actually reflects the permanent process of education connected with accumulation of information and its transformation into knowledge which is used for various kinds of impact. When $N = 1$, there is a situation, when the agent does not reject any piece of information. He processes and uses it somehow. He can forget some piece of information, having set it aside in distant memory cells, but at some way of processing which can be designated as memory, this information will be used.

3. Cumulative enhancement (combinatory principle). The information arising in the conformity with the scheme of Figure 1, when two agents communicate with each other and thus transfer mutually helpful information, is not subjected to registration from the positions of modern analysis methods, but it expands agents' information potential, when it is a question of useful information. There is a form of information which we will designate as disinformation, that is, information misrepresenting the reality and the facts. One agent presents such information to the other agent because of the poverty of intellect (distribution of false information without actual basis, rumor and gossip), misconception (from one's own lack of knowledge), or to mislead the other agent on purpose, predetermining his actions favorable to the agent who uses disinformation. It is important to notice, that such information having the status of "disinformation" is also subjected to the processes of accumulation. However, if the agent's functions – perception, processing and analysis – are effective enough, such information will be

defined as low-quality and will be rejected as a condition for the influence correcting the object. Thus this information will be stored. Nothing will prevent, though the probability that it will be quickly forgotten is great. But the information about the person who presented such low-quality information will hardly be forgotten. Most likely, the agent will change his attitude to such agent, having corrected his actions concerning him in the future, either having excluded or having reduced information contacts with him. Thus, the functions of perception, processing and analysis play the most important role of information filter, providing cumulative effect concerning information. The essence of this effect is reduced to increase of this information utility which the agent possesses during its analysis and processing and reception of new information. Combinatorics in the area of information is the strongest and most unexpected. That's another matter, that it completely depends on initial knowledge of the agent, the ability to apply this knowledge, including input information, and on the efficiency of the institutions providing the work with information.

If the volume of input information sharply increases on some time lag $I = g(I_0)$, the general result of the work with information will be defined by function $\Omega(I)$, characterizing the agent's opportunities. When the agent has low initial intelligence, or the information volume sharply increases, and the agent has no experience or functioning possibilities under similar conditions, the accumulation process can be interrupted or stopped. The agent will not grasp such information. Thereby, cumulative action of even available information will be limited. Combinatorics in the area of information and cumulation strongly depend on realization of accumulation function of information. It is necessary to notice, that cumulative action of information is expressed in correction of the state and behavior of the object, relative which this information is used by the given agent.

At usual cumulative effect of information, increase of accumulation parameter for the account of this effect is observed. Hence, it is possible to speak about

“usual cumulation” (K_1), presenting it numerically with parameter $K_1 = (\Omega(I) + V(I, I_z))/g(I_0) = N+V(I, I_z)/g(I_0)$. In this case cumulation means information accumulation plus effective action – use of information. Enhanced cumulation (K_2) of information means essential strengthening of the significance of accumulated information at influence on the object. It is possible to present such value $K_2=N(V(I, I_z)/g(I_0))$ – product of accumulation parameter and information efficiency coefficient¹ (the relation of the influence of the initial information from the object on the function): $V(I, I_z)/g(I_0)$.

The third probable variant of cumulation is “accumulation cumulation” (K_3) of information, independent of the influence on the object. It is suggested to present it as follows:

$$K_3 = \frac{\Omega^N(g(I_0))}{g(I_0)} \quad (2)$$

If there is no accumulation, there is no cumulative effect (new) as well. Though it is necessary to recognize, that cumulation on the basis of “old” information is possible, but it should be estimated according to the previous accumulation of information. In each concrete economic system its permanently changing conditions and reasons forming cumulative effect of information will operate. In this connection a concrete system may have its own dependence for such effect.

Combinatory qualities of information redouble the requirements on the function of perception, processing and analysis – $\Omega(I)$. They also form qualifying requirements for the agents. After all, the lower the initial skill level and education of the agent, the less the possibilities of information processing and increase of relevance level of this information for himself and for the society. The total effect of cumulation on the information chain is stipulated by the quality (state) of each element of this chain.

In the general case information, giving cause to various interpretations or having the effect to increase the number of alternatives, promotes time dilation of its processing and

decision-making, reproducing time lag between the decision (management) and information change. The result of such changes is change of resource flows regarding redistribution and increase/decrease in the volume of consumption. Initially information potential of the object and the agent are unequal. Further dynamics of their change is defined by the contour considered above. The above three main functions of information ensure the formation of the agent or economic system information potential. Let’s consider how the information potential of an agent or system can be identified, how it is formed and how it can be assessed. Then we will move on to the problem of identifying information development modes and ensuring information security.

Types of information and information potential of the economy

Information market is highly segmented as there are a lot of types of information with different variants of its application. Though the agent needs information about the object, area of his efforts application, functions, costs (prices), and etc. before making the decision, the demand for information is a derivative of what the agent does, or what he wishes to do or what he expects to receive as a result of his choice. The person who possesses information should not suggest it on purpose, because he does not know who needs it and who will be the agent of the demand for this very information. Moreover, he cannot know, whether he is the only owner of the information, or if there are more agents who own the same information, or if the information is of higher quality. This higher quality of information is connected with better function of the agent notification with the same information volume (in bits), the ability of better accumulation and manifestation of cumulation property at the same costs of information processing.

Only the information presented on any carrier can be sold, and the carrier should be protected against recurring information replication without payment to the agent (manufacturer) offering the information. If there is no carrier, there appear at once the problems connected with information security,

¹ Similar to the output-input ratio used in engineering, in this case for information.

as from the consumer's point of view, information as a product has the property of replication and safety in consumption. The price of one types of information during consumption does not decrease, the price of others can sharply go down (information aging). Unlike information, knowledge is of great value, as it can be also used repeatedly, but it is an original factor of production which assumes either its use in production of consumer blessings, or the use of knowledge as that. Unlike information, knowledge is localized by the sphere of knowledge – within the discipline or the subject which should be studied to obtain corresponding basic knowledge. Further knowledge augmentation is the result of scientific work of those who had initial knowledge of the objects and systems. New knowledge is reproduced only in the research of experts. Information is reproduced without dependence on scientific work and not only by the experts. It is the basic difference between information and knowledge, though knowledge, of course, is the information of special type.

Besides the property of notification inherent in usual information, knowledge has the property of “notifying augmentation” and preserves two properties – accumulation and cumulation. Notifying augmentation means that it expands the horizon of the received data. If the agent possesses knowledge, it allows him to expand the perception horizon of not only obtained knowledge, but also the information received and having only notifying function. Knowledge expands the possibilities of information use. The problem is that during the analysis I have differentiated the processes of acquisition of knowledge and information. Actually, getting of usual information and knowledge occurs simultaneously, enhancing cumulative effect of their assimilation or, in case of very large volume of information and knowledge at limited time, weakening the effect due to the difficulties in assimilation or assimilation refusal.

Knowledge possesses the same effect – acquisition of some kinds of knowledge as though programs further process of cognition, increasing the expenses of its prolongation. Knowledge always has protection only

provided not by the carrier (RAM disk protected by the key, the password, and etc.), but by the procedure of knowledge fixation, be it a patent, a copyright certificate, useful model, research report or technical documentation, a textbook, a monograph or an article. The fact of information/knowledge security converts this blessing into the category of private blessings. Of course, the fact of knowledge and information consumption by one agent does not limit the consumption of the same volume of knowledge and information by other agent. Therefore before the epoch of sharp increase of information and knowledge specialization, these kinds of blessings were quite fairly considered as public goods. Presenting knowledge and information in the form of public goods, economists of classical school believed that they should have zero price because of non-competitive character of their consumption. Economic changes, reduced to special institutional regulation of these blessings consumption, resulted in the situation when they changed the status of this kind of blessings. The costs of provision of one additional unit of knowledge and information in the modern world are not zero, therefore the recommendation concerning zero price in the certificate of consumption of these blessings is not satisfactory.

Let's present possible change of general and relevant information on the diagram (Figure 3).

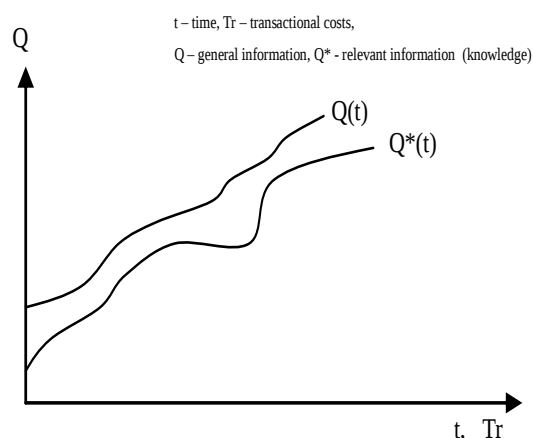


Fig. 3. Volume of general and relevant information

The volume of relevant information (knowledge) is usually less than total volume of information. Eventually it also increases, as well as the volume of general information. That happens with the growth of transactional costs. The volume of relevant information can approach and move away from the line of change of general information. Approach will mean increase of technological possibilities of information processing and education, removal means worsening of these possibilities or crisis, when relevant information is lost, and the volume of general information can continue to grow. In case of steady divergence of the lines of change of general and relevant volumes of information, it is possible to ascertain the decreasing return of information factor of the development due to the effect of knowledge saturation. However, the combinatory effect providing information cumulation and resulting in occurrence of new relevant data for the account of combination, not for the account of new discoveries can become overcoming of decreasing return. In other words, it means intensification of the received knowledge, "deep" development, instead of extensive development or "wide" development for the account of absolutely new heuristic discoveries.

Information potential of the agent is his general possession of relevant information in various fields of activity. The agents have different information potential on different reasons. It depends not only on personal qualities of the agent, his education level (which in itself is an information potential) and cognition, but also on perception, the abilities to process (choose, compare) and analyze (range, order, synthesize) information and, certainly, on his professional sphere. The last is very important, because it defines information mode as professional area can stagnate and there are no new technologies there or any active changes that will also predetermine information potential of the development of the object and the agents occupied in it.

Let's introduce the function which would connect parameters of the agent processing the information $b=f(k_1, k_2, k_3, K_m, T, s)$, where k_1 – personal characteristics of the agent (temperament property, inclination to work with information), k_2 – education level, k_3 – abilities

to digest knowledge (cognitive characteristic of the agent), K_m – indicator of combinatory effect on information blessings, influencing information potential, T – technological level (including the state of stock base), s – the state of the sector or the scope of activity of the agent (system qualities, including institutions). Each indicator in this function changes dynamically in time. Therefore function $b=b(t)$ is time function.

Let Q_I be relevant volume of information, Q – general volume, $k=Q_I/Q$, $Q_I < Q$ – efficiency coefficient of the agent, information system. A is a non-negative factor, not equal to zero (free term). It characterizes information potential of the agent/system when it possesses very low/zero abilities of the work with information or the same technological level or absence of application area of corresponding efforts regarding application of information potential. If $b=0$, the minimum information potential is equal to A . Parameters of the agent's "personal qualities" in function b will turn to corresponding parameters for the system – intra-organizational efficiency, the ability to make decisions, to process information and etc.

Then, it is possible to present information potential of the agent/system (I) as follows:

$$I = Ak^b = Ak^{f(k_1, k_2, k_3, T, s)}, \quad (3)$$

$$I = A \left(\frac{Q_I}{Q} \right)^{f(k_1, k_2, k_3, T, s)} \quad (4)$$

We will present the parameter characterizing the efficiency of information system in the following way:

$$R_I = \frac{V_I}{Z}, \quad (5)$$

where V_I – speed of information processing, depending on the processability of the work with information/knowledge; Z – costs of provision of speed, technological parameter of the system.

Let's present the possible change of information potential of the agent/system depending on function b and time (Figure 4). Growth of function b means improvement of the qualities of the agent/system in the work with information and knowledge. As a matter of fact, it is increase of "information" productivity.

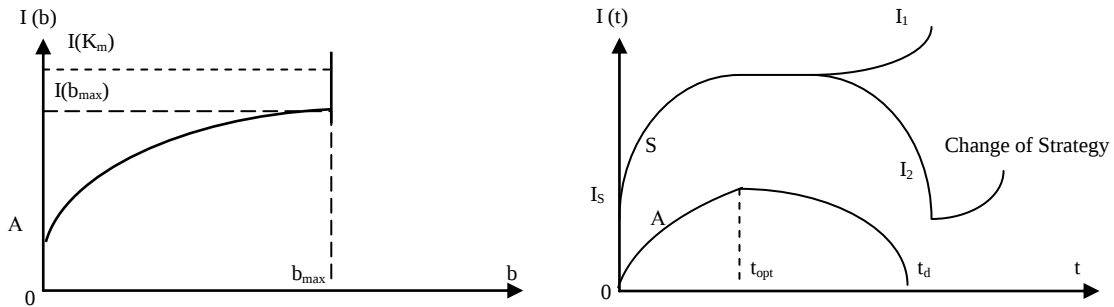


Fig. 4. Change of information potential of the agent/system

With the improvement of the parameters of the agent/system, which means expansion of possibilities of work with information and knowledge, information potential $I(b)$ increases, that is reflected in Figure 4 (on the left). It demonstrates increase of relevant data which the agent owns. But here the effect of forgetting information is not considered. It can be strong under conditions of crisis or any one-moment or short stress of the agent or the system. Certainly, in that case growth of information potential will be slowed down a little or will stop. Information potential can be invariable, or decrease, as Figure 4 shows (on the right, branch S refers to the system). When possibilities of increase of information potential are exhausted as a result of function b growth there comes the moment when they are not improved as the agent's qualities have the property of saturation. At the best they remain the same. Such effect is characteristic for the systems with many agents as well. However, the further growth of information potential is possible both for the agent, and for economic systems, as Figure 4 reflects (at the left), but for the account of information combinatorics $I(K_m)$. I have not intentionally included combinatorial coefficient in function b to separate the influence of various conditions and effects on the change of information potential of the agent/system. Certainly, combinatorial effect for economic system is considerably higher as this effect for the agent also depends on his qualities (inclinations), initial education, and etc. In the system, where there are lots of agents and there are varieties of information, combinatorial effect

is manifested with greater force. Change of information potential for the agent and the system in time (on the right) is presented in Figure 4. Information potential of the agent changes during his life from zero to zero (death of the agent). Another matter, that it is not completely lost, and information created by the agent or its part remains on these or those carriers. When the system emerges, information potential is not equal to zero and it is increased in the process. Periods of growth stabilization of information with further growth (line I_1) or decrease of information potential are possible. Crisis or stress factors for the system can also cause decrease of information potential. In particular, defeat in competition usually reduces information potential, because the firm as a system does not have market information and does not develop in the given market. Search of other information and other markets and activity reorientation will mean additional investments into extension of information potential after its decrease. But forming of new behavior strategy can overcome not only the negative tendency, but also provide further growth of information potential that is demonstrated on line I_2 in Figure 4 (on the right).

It is necessary to notice, that general utility of information is an increasing function in time and it depends on the increasing volume of information. In relation to relevant information its general utility increases for the agent depending on the volume (in the nearest period of time when it is received), but then it starts to decrease, as the importance of this information and the level of its relevance are

reduced, so the utility also decreases. If the additional volume of relevant information is received at this moment (it is necessary to bear in mind that it is different information in its content), then such addition can increase general utility of relevant information, but as for specifically received information, it is subject to the same law. At the moment of the reception the utility increases, information starts to be used and then this utility decreases. Certainly, there are such types of information and knowledge whose utility does not decrease long enough. Moreover, they form the basis for further reception of relevant information. Such kinds of relevant information (knowledge) are adsorbed into textbooks, and are passed on from father to son, making the basis for education of the agents. Mental elimination of such knowledge or impossibility to assimilate it result in big losses in the sphere of technics and technologies as the whole layers of other information become useless for the agent because this fundamental knowledge is not assimilated.

Relevant information (knowledge) provides completeness of information of the agent about the market, competitors, economic changes (governmental decisions), and etc. Hence, introducing the efficiency coefficient of “information system” with reference to the agent and the system, we have estimation of information completeness in a general view. Each type of information is unique, so such estimation on each type of information is necessary. We will address to the “dilemma of the prisoner” according to which the agents who have committed a crime, do not have information about each other and interrogations. They are kept in separate prison cells and are made to make a behavior choice according to the introduced institutions determining this choice. They have general information about their crime, they know what they have done together and who has helped whom. They can realize the degree of guilt and participation of each other, and etc. But they do not have information relevant to the choice. As a result, it is known, the dilemma reduces the situation to the choice when the agents tend to maximize the utility, but actually they

worsen their choice. Of course, with other institutions of choice or with other relevant information the choice would be different. Hence, information completeness multiplied on institutional condition of choice defines well-being of the agents who are choosing.

Neoclassics were not too right, asserting that for effective outcome of market functioning the market agents should possess full information. The quality of choice and decision-making directly depend on information completeness, i.e. the degree of its relevance. Generally, information completeness which the agent possesses mismatches the relevant volume of information which is potentially possible. In other words, the agent owns a part from possible relevant information, thereby full information for the agent $P=cQ_I$ – is a part of the relevant information (c – the degree of completeness or a part of the relevant information at the agent’s disposal), where P is the amount (volume) of relevant information which the agent possess, and Q_I is relevant information which the agent does not have for whatever reasons.

Proceeding from the presented correlations, the efficiency will be defined as follows: $k=P/(cQ)$. If we designate $u=P/Q$ as information security of the agent (system), the efficiency of information system $k=u/c$ is equal to the relation of information security to the degree (level) of information completeness.

It is easy to notice, that when the efficiency coefficient the agent k is constant and the change of this parameter is equal to zero, there is a correlation when relative increment of relevant information at the agent’s disposal is equal to the sum of relative increments of the degree of information completeness and the total amount of arriving information. This statement is equivalent to the fact that relative change of information security is equal to the relative change of the level of information completeness of economic system. Efficiency is the characteristic of the economy information potential. According to this parameter, we can distinguish the modes of any system information development. These modes, of course, are determined by the ability of the system to work with information, increase and use information potential.

Modes of information development

Unlike the agent, decision-making institutions at various levels of hierarchy are important for economy. At the same time, considering a high variety of the system, each case of decision-making will be unique or, at least, original. At the same time the efficiency coefficient of information system as an aggregate indicator (in its value) will either

limit or extend the development and make decisions possibility.

Efficiency coefficient of information for the economy as well as for the agent can increase, decrease, or remain invariable. These three variants of change give some modes of information development of the economy. Let us present them in Table and give a short characteristic (the last column on the right).

Modes of information development of the economy

Efficiency coefficient of information system, k	Volume of relevant information (knowledge), Q_i	Total volume of information, Q	The characteristic of k change	Mode of information development
k increases	Increases	Increases	Increase of relevant information outstrips the growth of the total volume of information	Hi-tech development, high combinatory effect
	Decreases	Decreases	Losses of the total volume of information exceed the losses of relevant information, reactive increase of k	Crisis/stressful development at quite good storage of relevant information, reduction of information reproduction
	Increases	Decreases	Relevant information grows for the account of better processing and reduction of the total volume of information	Increase of processing efficiency at crisis, conflict/stressful development
	Does not change	Decreases	Relevant information does not decrease, but the total volume of information is reduced, reactive increase of k	Efficiency of relevant information selection does not change at crisis development, conflict/stressful development
	Increases	Does not change	Relevant information is synthesized from the available volume of information for the account of the reserves of combinatorics	Augmentation of relevant information from the available total volume of information the supply of which is stopped due to competitive actions. Activation of combinatory effect
k decreases	Increases	Increases	The total volume of information increases by more value, than the relevant information	The efficiency of information processing decreases, development with the decreasing technological level
	Decreases	Decreases	The losses of the total volume of information is less than the losses of relevant information	Crisis development, with technological losses, and with the loss of data carriers, or sharp restriction of access to relevant information and the total volume of information
	Decreases	Increases	Relevant information reduces against the growth of total volume of information	Mode of compression of possibilities of information processing at its growth, failures in the work of information systems, technological effectiveness decrease
	Does not change	Increases	Relevant information does not change at increase of the total volume of information	The arriving information is not processed in time due to the decrease of efficiency or insufficient technological effectiveness of information processing
	Decreases	Does not change	Relevant information is reduced at invariable total volume of information	Exhaustion of educational possibilities, efficiency decrease of the means of information processing at restriction of the supply of the total volume of information - competitive influence

Efficiency coefficient of information system, k	Volume of relevant information (knowledge), Q_i	Total volume of information, Q	The characteristic of k change	Mode of information development
k does not change	Increases	Increases	Equivalent change	Increase of the total volume of information covers possible effect of selection improvement of relevant information
	Decreases	Decreases	Equivalent change. Reactive preservation of k at reduction of technological possibilities	Mode of curtailment of technological development (technologies of processing and selection) of relevant information at general crisis and reduction of the total amount of information, that is, processing needs also reduce, that reactively preserves the efficiency coefficient of the system
	Does not change	Does not change	The volume of relevant information and the total volume of information are kept at one level	The mode of relative information rest

As we see from Table, there are a lot of modes of information development on the efficiency coefficient of information system characterizing its ability to select/receive relevant information (knowledge). Relevant information is understood as received/obtained (created) knowledge or the information representing increased value relative to the general information and potentially used in production and at the solution of other management problems. Developed information modes with reference to the economic system or the agent make up the result of participation of this agent or system in competition. Institutions and market forms define each of the modes, as well as “technological effectiveness” behavior defines the possibilities to process information and to receive new knowledge, or to find new points of application for the available knowledge from the point of view of information. The process of generation of new knowledge is based on combinatory principle with the account of information accumulation, conditions of the agents notification and the agents’ abilities to process information performing the function of its augmentation which should not generally be combinatory.

Theoretically and in practice economic systems are characterized by various correlations of general, relevant information and accumulated knowledge. It is their fundamental difference which is set on the efficiency coefficient, characterizing the

developed mode of information (technological) development of economic system. The task of macro-management is to ensure the transition of the system from one development mode to the other which will be characterized by better information and technological possibilities. Thus, providing innovations [22] and a new level of technological effectiveness of economic system are, first of all, the organization of information systems of different type and the appointment. Other things being equal, the lower are the transactional costs of their functioning and management, the higher is the efficiency coefficient of information and the higher is the productivity/efficiency of the system management. Certainly, dynamics characteristic of transactional costs is not enough for defining of the necessary management model using this or that information. It is necessary to take into consideration such parameters of the economic system as the functioning purposes, the area of application of the efforts of different elements and subsystems, functional provision including information, time of action and the character of changing influences, stability to internal mutations and external influences on the system. These parameters set the dysfunction of information and economic system and controlling actions should be aimed at its decrease. Thus, economic policy should be oriented not only on the solution of the problems and substantiation of problems

statement and methods/tools of their solution. It should assume the actions on increase of efficiency of economic policy and its quality that is achieved by means of defining of arising dysfunctions and their overcoming. It also refers to information functions which are being studied here. It is the dysfunctions of information causing decrease of information potential of economic system that reduce management efficiency and prospects of the expedient development of the system when they are accumulated. At first, competitive loss on information appears, then it will be transformed to defeat in the markets and decrease in the general technological effectiveness of economic system. Taking into account the considered functions of information and development modes of economic system will allow counteracting the arising dysfunctions for the account of regulation (adjustment) of the basic institutions of economic policy and information management. The issue of information security in this case becomes decisive.

Information security of economy

Information security is associated with the threat perception and its elimination by dint of information tools. Information security threats can be potential (not accomplished) and fulfilled, that is the real threat has taken place. It is this held threat that causes damage and violates the economic security of the country. While the event has the status of a potential threat, there is no damage. Only actions ensure the realization of the threat from those who can and/or should carry them out. In order to carry out actions, there must be a motive, both of one's own benefit and of causing damage to the other side, in order to take it out of the field of competition. In the course of such actions, for example, the current operational parameters of the system deteriorate relative to the threshold safety indicators. It goes into a different state, with worse functioning and competition. This outcome is facilitated by both exogenous effects and endogenous policy mechanisms of the country. Their joint influence may determine each other, and may be completely independent, which imposes an

imprint on changing the parameters of the state's economic security.

Emerging threats, the method of their generation especially external threats is not controlled by this state. But whatever it is [way of generation], threats are basic and derivative, dependent on basic ones. The baseline ones persist for a rather long time, the derivatives change their intensity under the influence of various circumstances, including the methods of counteracting the threats. The combined strength of the derived threats may be more significant than a single basic threat. Threats have the quantitative measurement (in the form of risk and the expected losses or benefits), as well as the qualitative measurement (expert assessments). There may be threats to functioning economic institutions (rules of economic behavior), organizations and other structures in the economy with respect to the management system (disbalance of the state management system at all levels – dysfunction of institutions and management), etc.

For each threat that has come true:

$$V_k = W_{ik} - Z_{jk}, \quad (6)$$

where V_k – net losses / benefits of the threat (V_{ko} – potential threat), equal to the difference in benefits W_{ik} and costs Z_{jk} , and $i=j$, that is the benefits and costs can arise both in one sector (object), and relate to different, k – the number of threats is from 1 to N .

Similarly for a potential threat:

$$V_{ko} = p_{ik} W_{ik} - p_{jk} Z_{jk}. \quad (7)$$

It is important to note that, ideally, the economic security risk management system [23] should eliminate these risks in such a way as to not only preemptively remove threats at the level of potential, but also reduce the costs of existing threats in order to gain benefits, that is, $W_{ik} \neq 0$ and what's more, $W_{ik} > Z_{jk}$ (maximizing net gain). Such an outcome will completely destroy the possibility of a planned realization of threats against a state by third countries. Of course, the level of autonomy, the low degree of structural and other dependence increases this possibility, no matter how controversial it is regarding the trends of integration into the world economy, which are presented as a positive outcome.

Based on the presented relations, it is not difficult to write down that:

$$V_r = \sum_{k=1}^N V_k, V_o = \sum_{k=1}^N V_{ko}, H = V_r - V_o,$$

$$v_k = \frac{V_{ko}}{V_k}, w_k = \frac{W_{ik}}{Z_{jk}}, z_k = \frac{p_{ik} W_{ik}}{p_{jk} Z_{jk}}.$$

Thus, the magnitude of the total losses/benefits for the entire system is estimated to be real – V_r and potentially – V_o . Then the difference of these values (H), is determined, the structural relations of the parameters of the basic formula for estimating the net value of losses/gains are found. Thus, it is possible to resist risks by reducing the likelihood, increasing the benefits for other sectors, activities, agents (a model of using threats for their own purposes).

The worst situation for the economy is achieved when the value of $V_r < 0$, $V_o < 0$, that is, there is damage both potentially and real, while the actual damage is greater than the potential damage, that is, $V_r > V_o$.

Imagine the diagram of information security (see Figure 5).

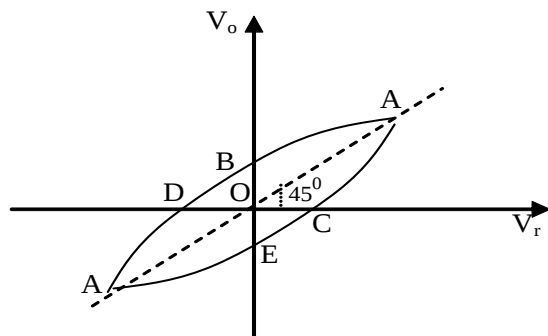


Fig. 5. Information security loop

In the first quadrant (Figure 5), there are benefits from existing and potential threats ($V_o > 0$, $V_r > 0$), however, in the section BA, the expected benefits are higher than the real ones, in the AC segment – the real benefits are higher than expected. Both situations are ideal, although the AU line is better, since the real benefit is higher than expected. In the third quadrant there is damage, that is, economic security is deteriorating. Moreover, in AD, the expected damage is lower than the real damage, which suggests that economic security measures do not work. In line with AE, the expected

damage is higher than real, therefore, the measures taken to eliminate the risks are more or less effective. In the second quadrant there are expected benefits, but real damage, which indicates the highest inefficiency of measures in the framework of economic security. In the fourth quadrant there is an expected damage ($V_o < 0$), but the benefits are actually $V_r > 0$, which indicates the best result of applying information security measures.

Such the chart should be used when evaluating information security measures. The usefulness of the application is determined by the objectives of the development of information and security in this area, as well as in the field of technology development.

The specifics of the “information economy”, defined by the properties of information, as well as features of the organization of information systems, lead to systemic social consequences that change the nature of the interaction between agents. These consequences of the development of the information economy include:

- information and computer crimes (cybercrime), special types of opportunism as a model of behavior of agents engaged in the information sector;
- the need for additional costs of protecting information, preventing crimes on the Internet, changing legal regulations, creation of cybersecurity technologies and cryptographic standards, etc.;
- the speculative nature of the IT sector, as well as its subordinate nature at the same time as the self-contained influence on the economy;
- the emergence of a mode of dependence on the part of agents, when information technologies are mastered by them;
- permanent changes and improvement of information technologies, which requires tension and additional efforts, which with age become a significant burden for the agent;
- manipulation of information, the use of deliberate disinformation or distortion of information as a form of damage to a competing party that perceives this information, and under the influence of this information can change its behavior in favor

of the initiators of such informational influence. This position requires a special organization of information protection and information security.

In addition, the social dangers of the information economy are seen not only in a possible increase in unemployment, an increase in some diseases associated with a slow-moving way of working at a computer, not only in a new form of inequality, when individual agents cannot master these technologies, but also in increasing the difficulty of choosing information. Solving this problem will require standardization of the information sphere and its institutional regulation, the outlines of which are already observed. This process is likely to deepen and expand, which will require consideration of the information development model, information properties, assessment of the information potential of the economy, the multiplication value of information and the efficiency of the information system. The presented theoretical development will help in the future to solve these problems, making the initial framework for the creation and application of applied techniques.

Conclusion

Summing up, we formulate the conclusions obtained during the theoretical analysis.

First, the functions of notification, accumulation of information, as well as three types of information cumulation set the parameters of the information potential of the economic system, ensuring its efficiency with respect to information.

Secondly, the efficiency of the information system determines the mode of information development, which is useful to take into account when comparing the various economies and the level of development of countries. The effectiveness of working with information and knowledge will determine future competitive advantages and the competitive process in the global economy, and manifestations of this process are already observed today.

Thirdly, the realization of information potential in the economy will depend not only on efficiency, but also on ensuring information security, which should be determined by the ratio of information benefits and threats, including both existing and potential threats. To analyze these threats, the so-called information security loop is useful, with the help of which it is possible to determine the worst situation in the information sense for an economy from a set of alternative modes of information system functioning.

Thus, the information economy, in addition to the multitude of advantages, reproduces the same, if not more, number of restrictions, unpredictable social consequences, diversity of information regimes, which are determined by various factors. In order to rationalize the approaches to the analysis of this complexity in a theoretical sense, some generalizations and proposals are made here that lay the foundation for unambiguous estimates of the number of modes of information development and their characteristics.

References

1. Thomas H. Powerful knowledge, technology and education in the future-focused good society. *Technology in Science*, 2018, no. 52, pp. 54–59.
2. Kianto A., Sáenz J., Aramburu N. Knowledge-based human resource management, intellectual capital and innovation. *Journal of Business Research*, 2017, vol. 81, pp. 11–20.
3. Shujahat M., Sousa M.J., Hussain S., Nawaz F., Wang M., Umer M. Translating the impact of knowledge management processes into knowledge-based innovation: The neglected and mediating role of knowledge-worker productivity. *Journal of Business Research*, 2019, vol. 94, pp. 442–450. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.11.001>.
4. Liebowitz J. *Successes and failures of knowledge management*. 1st ed. Elsevier, Morgan Kaufmann Publ., 2016. 240 p.

5. Tarango J., Machin-Mastromatteo J. *The role of information professionals in the knowledge economy. Skills, profile and a model for supporting scientific production and communication*. 1st ed. Oxford, Chandos Publ., 2017. 148 p.
6. Porrini P., Starbuck W.H. *Information and knowledge, Organizational*. In Book: *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (2nd ed.). 2015, pp. 72–76. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.73074-1>.
7. Du K., Dai Y. The doctrine of the mean: Reference groups and public information systems development. *The Journal of Strategic Information Systems*, 2018, vol. 27, iss. 3, pp. 257–273.
8. Cram W., Brohman M.K., Chan Y.E., Gallupe R.B. Information systems control alignment: Complementary and conflicting systems development controls. *Information and Management*, 2016, vol. 53, iss. 2, pp. 183–196.
9. Al-Emran M., Mezhuyev V., Kamaludin A., Shaalan K. The impact of knowledge management processes on information systems: A systematic review. *International Journal of Information Management*, 2018, no. 43, pp. 173–187.
10. Costa E., Soares A.L., Pinho de Sousa J. Information, knowledge and collaboration management in the internationalisation of SMEs: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, 2016, vol. 36, no. 4, pp. 557–569.
11. Hilbert M. Formal definitions of information and knowledge and their role in growth through structural change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2016, vol. 38, pp. 69–82.
12. Temel T., Karimov F. Information systems model for targeting policies: A graph-theoretic analysis of expert knowledge. *Expert Systems with Applications*, 2019, vol. 119, pp. 400–414.
13. Flowerday S.V., Tuyikeze T. Information security policy development and implementation: The what, how and who. *Computers and Security*, 2016, no. 61, pp. 169–183.
14. Machlup F. *Knowledge: Its creation, distribution, and economic significance*. NJ, Princeton University Press, 1982. 304 p.
15. Porat M.U. *The information economy: Definition and measurement*. Washington, DC, US Department of Commerce, 1977. 319 p.
16. Stigler G.J. The economics of information. *Journal of Political Economy*, 1961, vol. 69, no. 3, pp. 213–225.
17. Stiglitz J. *Economic organization, information, and development*. In Book: *Handbook of Development Economics*. Vol. 1, 1st ed. Chenery H., Strinivasan T.N. (eds.). 1988, pp. 93–160.
18. Sukharev O.S. *Informatsionnaya ekonomika: znanie, konkurenciya i rost* [Information economy: Knowledge, competition and growth]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2015. 287 p. (In Russian).
19. Andress J. *The Basics of information security. Understanding the fundamentals of InfoSec in theory and practice*. 2nd ed. Syngress, 2014. 240 p.
20. Iannarelli J., O'Shaughnessy M. *Information governance and security. Protecting and managing your company's proprietary information*. 1st ed. Elsevier, Butterworth-Heinemann Publ., 2014. 210 p.
21. Vacca J. *Managing information security*. 2nd ed. Syngress, 2013. 372 p.
22. Breznik K. Knowledge management – from its inception to the innovation linkage. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2018, no. 238, pp. 141–148.
23. Freund J., Jones J. *Measuring and managing information risk. A FAIR approach*. 1st Ed. Elsevier, Butterworth-Heinemann Publ., 2014. 408 p.

Received January 28, 2019; accepted April 24, 2019

Information about the Author

Sukharev Oleg Sergeevich – Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Researcher, Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences (32, Nakhimovsky prospekt, Moscow, 117218, Russia; e-mail: o_sukharev@list.ru).

Список литературы

1. Thomas H. Powerful knowledge, technology and education in the future-focused good society // *Technology in Science*. 2018. № 52. P. 54–59.
2. Kianto A., Sáenz J., Aramburu N. Knowledge-based human resource management, intellectual capital and innovation // *Journal of Business Research*. 2017. Vol. 81. P. 11–20.
3. Shujahat M., Sousa M.J., Hussain S., Nawaz F., Wang M., Umer M. Translating the impact of knowledge management processes into knowledge-based innovation: The neglected and mediating role of knowledge-worker productivity // *Journal of Business Research*. 2019. Vol. 94. P. 442–450. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.11.001>.
4. Liebowitz J. Successes and failures of knowledge management. 1st ed. Elsevier, Morgan Kaufmann Publ., 2016. 240 p.
5. Tarango J., Machin-Mastromatteo J. The role of information professionals in the knowledge economy. Skills, profile and a model for supporting scientific production and communication. 1st ed. Oxford, Chandos Publ., 2017. 148 p.
6. Porrini P., Starbuck W.H. Information and knowledge, Organizational. In Book: *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (2nd ed.). 2015. P. 72–76. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.73074-1>.
7. Du K., Dai Y. The doctrine of the mean: Reference groups and public information systems development // *The Journal of Strategic Information Systems*. 2018. Vol. 27, Iss. 3. P. 257–273.
8. Cram W., Brohman M.K., Chan Y.E., Gallupe R.B. Information systems control alignment: Complementary and conflicting systems development controls // *Information and Management*. 2016. Vol. 53, Iss. 2. P. 183–196.
9. Al-Emran M., Mezhyuev V., Kamaludin A., Shaalan K. The impact of knowledge management processes on information systems: A systematic review // *International Journal of Information Management*. 2018. № 43. P. 173–187.
10. Costa E., Soares A.L., Pinho de Sousa J. Information, knowledge and collaboration management in the internationalisation of SMEs: A systematic literature review // *International Journal of Information Management*. 2016. Vol. 36. № 4. P. 557–569.
11. Hilbert M. Formal definitions of information and knowledge and their role in growth through structural change // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2016. Vol. 38. P. 69–82.
12. Temel T., Karimov F. Information systems model for targeting policies: A graph-theoretic analysis of expert knowledge // *Expert Systems with Applications*. 2019. Vol. 119. P. 400–414.
13. Flowerday S.V., Tuyikeze T. Information security policy development and implementation: The what, how and who // *Computers and Security*. 2016. № 61. P. 169–183.
14. Machlup F. Knowledge: Its creation, distribution, and economic significance. NJ, Princeton University Press, 1982. 304 p.
15. Porat M.U. The information economy: Definition and measurement. Washington, DC, US Department of Commerce, 1977. 319 p.
16. Stigler G.J. The economics of information // *Journal of Political Economy*. 1961. Vol. 69, № 3. P. 213–225.
17. Stiglitz J. Economic organization, information, and development. In Book: *Handbook of Development Economics*. Vol. 1, 1st ed. Chenery H., Strinivasan T.N. (eds.). 1988. P. 93–160.
18. Сухарев О.С. Информационная экономика: знание, конкуренция и рост. М.: Финансы и статистика, 2015. 287 с.
19. Andress J. The Basics of information security. Understanding the fundamentals of InfoSec in theory and practice. 2nd ed. Syngress, 2014. 240 p.
20. Iannarelli J., O'Shaughnessy M. Information governance and security. Protecting and managing your company's proprietary information. 1st ed. Elsevier, Butterworth-Heinemann Publ., 2014. 210 p.
21. Vacca J. Managing information security. 2nd ed. Syngress, 2013. 372 p.
22. Breznik K. Knowledge management – from its inception to the innovation linkage // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2018. № 238. P. 141–148.
23. Freund J., Jones J. Measuring and managing information risk. A FAIR approach. 1st Ed. Elsevier, Butterworth-Heinemann Publ., 2014. 408 p.

Сведения об авторе

Сухарев Олег Сергеевич – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики Российской академии наук (Россия, 117218, г. Москва, Нахимовский проспект, 32; e-mail: o_sukharev@list.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Sukharev O.S. Functions and modes of information development of economy: Methods and models // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 198–217. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-198-217

Please cite this article in English as:

Sukharev O.S. Functions and modes of information development of economy: Methods and models. Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 198–217. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-198-217

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-218-231

УДК 338.1

ББК 65.05

JEL O30, O31

ТИПОЛОГИЯ ИНСТИТУТОВ ГЕНЕРАЦИИ ЗНАНИЙ УМНОГО ГОРОДА**Евгений Васильевич Попов**ORCID ID: [0000-0002-5513-5020](https://orcid.org/0000-0002-5513-5020), Researcher ID: [H-3358-2015](https://orcid.org/H-3358-2015), e-mail: epopov@mail.ru**Максим Владиславович Власов**ORCID ID: [0000-0002-3763-327X](https://orcid.org/0000-0002-3763-327X), Researcher ID: [K-5206-2017](https://orcid.org/K-5206-2017), e-mail: mvlassev@mail.ru

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук

(Россия, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29)

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

(Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19)

Ускорение научно-технического прогресса и последующее повсеместное использование в управлении и развитии социально-экономических систем цифровых технологий явилось плацдармом для возникновения большого количества новых теоретических концепций и направлений моделирования и оценки направлений развития территорий. Наиболее жизнеспособным направлением цифровизации отношений в социально-экономических системах представляется концепция умного города. Цель данного исследования заключается в разработке и обосновании на основе выявления корреляционных зависимостей между результатами процессов генерации новых знаний и цифровыми ресурсами типологии институтов генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики. Для количественной оценки результативности процессов генерации новых знаний предложен показатель «Цифровая скорость генерации знаний», характеризующий прирост результативности генерации знаний при увеличении использования цифрового ресурса на 1%. Апробация методического инструментария количественной оценки результативности процессов генерации новых знаний умного города осуществлена на выборке средних и крупных предприятий обрабатывающей промышленности г. Екатеринбурга с численностью занятых более 100 человек. Период исследования – 2014–2018 гг. Установлены факторы развития цифровой экономики, оказывающие влияние на институты создания новых продуктов и институты создания новых технологий умного города. Получено эмпирическое подтверждение того, что такие типы цифровых ресурсов, как персональные компьютеры и серверы, имеют устойчивую взаимосвязь с такими видами результатов процессов генерации новых знаний, как новые технологии и новые продукты. Такие типы цифровых ресурсов как использование сети Интернет и широкополосный доступ к сети Интернет в организациях не взаимосвязаны и не оказывают влияния на процессы генерации знаний промышленных предприятий в умных городах. Произведено распределение выделенных в ходе корреляционного анализа институтов генерации новых знаний умного города согласно следующим типам: развитый эффективный институт, развитый неэффективный институт, развивающийся эффективный институт, развивающийся неэффективный институт, формирующийся неэффективный институт, институциональная ловушка. Предложена графическая интерпретация распределения институтов генерации знаний при использовании цифровых технологий в координатах эффективность/устойчивость. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что применение принципов и идей институционального моделирования процессов генерации знаний умного города позволяет формировать полноценные прогностические модели использования социо-технологических драйверов развития умных городов в условиях цифровой экономики. Предложенный методический подход к оценке и типологизации институтов умного города может послужить базой для дальнейших разработок в области методологического обеспечения анализа результативности и повышения эффективности управления процессами генерации знаний в условиях цифровой экономики.

Ключевые слова: умный город, цифровая экономика, институты генерации знаний, институциональная теория, моделирование, инновации, типология, эффективность, прогноз, экономическое развитие.



TPOLOGY OF SMART CITY KNOWLEDGE GENERATION INSTITUTES

Evgeniy Vasil'evich Popov

ORCID ID: [0000-0002-5513-5020](https://orcid.org/0000-0002-5513-5020), Researcher ID: [H-3358-2015](https://orcid.org/H-3358-2015), e-mail: epopov@mail.ru

Maxim Vladislavovich Vlasov

ORCID ID: [0000-0002-3763-327X](https://orcid.org/0000-0002-3763-327X), Researcher ID: [K-5206-2017](https://orcid.org/K-5206-2017), e-mail: mvlassev@mail.ru

Institute of Economics, the Ural Branch of Russian Academy of Sciences
(29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia)
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
(19, Mira st., Ekaterinburg, 620002, Russia)

Acceleration of scientific and technical progress and the subsequent widespread use of digital technologies in management and development of social and economic systems have become the basis for a huge number of new theoretical concepts and trends of modeling and assessment of territory development trends. The concept of a smart city is believed to be the most sustainable trend of digitization of the relations in social and economic systems. The object of the study is to develop and substantiate the typology of smart city knowledge generation institutes using the revealed correlations between the results of new knowledge generation processes and digital resources in terms of the digital economy. The index "Digital speed of knowledge generation" has been used for quantitative assessment of the efficiency of the processes of new knowledge generation. The index characterizes the increase of knowledge generation efficiency with the growth of the use of digital resources by 1%. The methodological tool for quantitative assessment of the efficiency of the process of the new knowledge generation has been tested on the sampling for average and large manufacturing enterprises with more than 100 employees and that are located in Ekaterinburg during 2014–2018. During the research the factors for the digital economy development that effect the new product development institutes and new technology development institutes of a smart city have been revealed. We have empirically proved that such types of digital resources as personal computers and servers are significantly related to such types of new knowledge generation process results as new technologies and new products. And the use of the Internet and broadband access to the Internet in enterprises are not associated and do not influence the process of knowledge generation in industrial enterprises in smart cities. Using correlation analysis the institutes of new knowledge generation in smart cities have been divided into advanced efficient institutes, developing inefficient institutes, emerging inefficient institutes, and institutional trap. Geographical interpretation of the distribution of knowledge generation institutes has been suggested when using digital technologies in efficiency/sustainability coordinates. The research results have demonstrated that the use of the principles and ideas of institutional modeling of smart city knowledge generation processes allows everyone to form complete predictive models of using social and technological drivers of smart city development in the digital economy. Further development in the field of methodological support for the analysis of the effectiveness and efficiency of management of knowledge generation processes in the digital economy may be based on the method we have suggested to the assessment and classification of smart city institutes.

Keywords: smart city, digital economy, institutes of knowledge generation, institutional theory, modeling, innovations, typology, efficiency, forecast, economic development.

Введение

В начале XXI века в мире наблюдается устойчивая тенденция глобальной урбанизации, при этом по различным оценкам доля городского населения к концу XXI века составит более 80% населения планеты. В этих условиях именно город стал предметом исследовательских интересов общественных наук, особенно экономической науки. Вследствие развития новых технологий и тотальной цифровизации в городах начался поиск инновационных подходов к сочетанию двух важнейших функций жизнедеятельности человека – таких, как воз-

можности и способности к трудовой деятельности и обеспечение комфортного образа и качества жизни, что привело к возникновению понятия «умный город».

Использование цифровых технологий в государственном и муниципальном управлении привело к возникновению новых современных доктрин развития городов и урбанизированных территорий. Инновационная доктрина «Умный город» является одной из наиболее важных для развития общества на основе цифровых технологий. В этой доктрине синтез информационно-коммуникационных технологий и интеллектуального потенциала террито-

рии обеспечивает формирование устойчивой связи между индивидом и экономикой знаний, позволяющей наилучшим образом удовлетворять потребности современного и последующих поколений его жителей.

Процессы генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики

Рассмотрим основные подходы к трактовке понятия «умный город».

Умный город – это инновационный город, который использует информационно-коммуникационные технологии и другие средства для улучшения качества жизни, эффективности городской деятельности, когда потребности существующего и будущих поколений соответствуют экономическому, социальному, экологическому и культурному развитию¹.

По мнению А. *Herscovici*, умный город как экономическое понятие испытывает недостаток в ряде последовательных критериев оценки его эффективности, особенно с точки зрения развития в нем инноваций [1].

С другой стороны, умные города – глобальное явление, потому что они распространяются во всем мире и появляются с различными взаимозависимостями на глобальном уровне [2].

F.P. Appio, *M. Lima* и *S. Paroutis* считают, что «умные» городские инициативы распространяются во всем мире в феноменальном темпе. Их цель состоит в том, чтобы увеличить конкурентоспособность местных сообществ с помощью инноваций, повышая уровень жизни граждан посредством развития социальных услуг и улучшения качества окружающей среды [3].

Современное общество, по мнению таких авторов, как *V. Baradaran*, *S. Farokhi* и *Z. Ahamdi*, все быстрее становится цифровым, вследствие чего переход к виртуальным городам является неизбежным из-

за прироста населения и преобразования человеческих отношений [4].

По мнению *J. Anttila* и *K. Jussila*, умные города – это результат проявления 4-й промышленной революции и промышленности 4.0, которые подразумевают инновации, лучшее планирование, повышенную энергоэффективность, лучшие транспортные решения и интеллектуальное использование информационно-коммуникационных технологий [5].

Построенные на основе технологических инноваций умные города – сложные экосистемы, у которых есть потенциал, чтобы улучшить качество городской жизни населения, обрабатываемость информационных ресурсов и устойчивость развития через сеть людей, процессов и данных. По убеждению *J. Macke*, *R.M. Casagrande*, *J.A.R. Sarate* и *K.A. Silva*, понятие «умный город» способствует развитию технологических инноваций и основанным на них мерам по повышению качества жизни городского населения [6].

Умный город – все более популярная тема в городской застройке. Однако, несмотря на увеличивающийся энтузиазм относительно уникальности городов, данное понятие содержит в себе некоторые противоречия. Основываясь на существующих академических взглядах по вопросам изящества городов и исследованиях инноваций, *M. Nilssen* развивает типологию умных городских инициатив на основе типов инноваций, которые они включают. По его мнению, типология инноваций и соответствующих новых знаний должна быть структурирована как умный городской континуум, включая четыре ракурса инноваций: 1) технологический; 2) организационный; 3) совместный; 4) экспериментальный [7].

Кроме того, умные города – это сложные экосистемы со взаимосвязанными системами или системой систем. Следовательно, управление умными городами должно учитывать интересы всех заинтересованных сторон, разнообразие прикладных областей реализации проектов умных городов, разнородность источников данных и повышенную сложность умных

¹ Y-Series Recommendations // International Telecommunication Union. Telecommunication Standardization Sector. Supplement 45. Switzerland: Geneva, 2017. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.Sup45-201709-I!!PDF-E&type=items (дата обращения: 14.12.2018).

систем. Тем не менее, как отмечают *A. Hefnawy*, *A. Bouras* и *C. Cherifi*, очень мало исследований направленно на анализ эффективности деятельности умных городов, отсутствуют количественные оценки использования цифровой экономики в умных городах [8].

В работе Д. Новикова и М. Белова показано, что именно сложная деятельность человека является фундаментальным элементом любой экономики, включая цифровую. Следовательно, развитие методологических аспектов моделирования цифровой экономики в современных условиях является актуальной и неотложной задачей [9].

Однако, как показал проведенный обзор литературных источников, в современных экономических исследованиях вопросам институционального моделирования процессов генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики не уделяется должного внимания. В соответствии с вышесказанным целью настоящего исследования является построение типологии институтов генерации знаний умного города на основе выявления взаимосвязи между результативностью генерации новых знаний и цифровыми ресурсами в умном городе в условиях цифровизации экономики.

Известно, что развитие цифровой экономики кардинально изменило правила ведения бизнеса и повседневную жизнь человека, предоставляя беспрецедентные услуги и удобства [10].

В современных условиях наблюдается интенсификация использования цифровых технологий во всех сферах экономики. Именно в сфере цифровой экономики наблюдается наибольший прирост новых предприятий и рабочих мест. К такому выводу приходят *E. Ansong* и *R. Boateng* в своем эмпирическом исследовании [11].

На современном этапе развития экономических отношений, по мнению *A. Negrea*, *G. Ciobanu*, *C. Dobrea* и *S. Bursea*, только развитие цифровой экономики и оцифровка всей информации, используемой компаниями и различными органами власти, является основным драйвером

строительства умного общества в частности и экономики знаний в целом [12]. Именно цифровые ресурсы становятся основным источником создания общественных ценностей [13].

По мнению Д.В. Евтяновой и М.В. Тирановой, цифровая экономика – это возможности автоматизации процессов, основанных на информационных технологиях, управления хозяйством. Таким образом, именно применение современных информационных технологий является наиболее важным фактором повышения эффективности управления деятельностью экономических агентов [14].

И.В. Сидарушкина и Н.А. Стефанова считают, что цифровая экономика – результат, возникающий в качестве эффекта трансформационных взаимодействий новых технологий в информационно-коммуникационной сфере, оказывающий воздействие на все отрасли социально-экономической деятельности [15].

По мнению *D. Nepelski*, у цифровых технологий есть потенциал, чтобы модернизировать мировую экономику. Цифровые инновации, основанные на новых знаниях, позволяют решить множество проблем и обеспечить увеличение прибыли от использования данных, разнородности цифровых инновационных агентов; улучшение экосистемы; совершенствование цифровых навыков в предпринимательской культуре; увеличение масштаба финансирования новых участников; рост технологической совместимости и повышение уровня защиты интеллектуальной собственности. Таким образом, именно цифровые инновации являются основой для получения выгоды от внедрения цифровых технологий на всех уровнях хозяйствования, в том числе и при планировании развития территорий и умных городов [16].

Также необходимо отметить, что ряд авторов рассматривают цифровые отношения как новый экономический институт со своими особыми нормами и механизмами [17].

Как отмечалось нами выше, основной задачей умного города является разработка механизмов внедрения информа-

ционно-коммуникационных решений для повышения уровня жизни населения города [18]. В этой ситуации умный город можно описать следующими индикаторами: умный менеджмент, умная экология, умные экономика и мобильность населения города [19].

A.R. Kobayashi, C.T. Kniess, F.A. Serra, R.R. Ferraz и M.S. Ruiz подчеркивают, что города должны иметь тренд на устойчивое развитие и обеспечивать высокий уровень жизни населения города, используя при этом информационные и цифровые технологии для контроля за использованием ресурсов [20]. В то же время они не предлагают инструментарий или методологию количественной оценки процессов развития умного города.

В своем исследовании Z. Allam и Z.A. Dhunny приходят к выводу, что в городах все больше используются специализированные технологии в целях решить проблемы, связанные с обществом, экологией, морфологией и многими другими аспектами. Однако стимулировать экономический рост умные города могут только посредством развития интеллектуального капитала и повышения результативности генерации новых знаний [21].

Исследователи умных городов в течение двух последних десятилетий, по мнению S.M.E. Sepasgozar, S. Hawken, S. Sargolzaei и M. Foroozanfa, представили умные города как города, стремящиеся к развитию новых технологий и обеспечению на этой основе нового качества жизни населения,—при этом наличие локальных культурных различий не принималось во внимание. В связи с этим были выделены следующие задачи: 1) выбор из множества глобальных технологий тех, которые корреспондируют культуре жителей города; 2) институциональная адаптация данных технологий; 3) эффективное применение таких технологий в управлении умным городом [22].

Исследование G.F. Camboim, P.A. Zawislak и N.A. Pufal посвящено раскрытию и определению ведущих элементов, которые делают город умнее, установленных на основе анализа литературы, интервью с экс-

пертами и экспертизе умных городских проектов (Амстердам, Барселона, Лиссабон, Вена). Результаты показывают, что умный город — городская инновационная экосистема, основанная на новых знаниях с учетом взаимодействия и сотрудничества различных заинтересованных сторон, с целью удовлетворения потребностей его жителей, обеспеченная гибкой институциональной структурой, интегрированно-участвующей моделью управления, цифровой зеленой инфраструктурой и функциональным городским проектированием с разнообразными удобствами и средствами. Ученые приходят к выводу, что именно новые знания, обеспеченные соответствующей институциональной структурой, позволяют делать города умнее [23]. Необходимо отметить, что описанные выше исследования не предлагают какой-либо качественной или количественной оценки либо институтов, либо институциональной структуры умного города. В то же время именно эффективная институциональная структура умных городов обеспечивает целенаправленное и системное их развитие.

По мнению E. Ismagilova, L. Hughes, Y.K. Dwivedi и K.R. Raman, умный город — это город, основанный прежде всего на знаниях, что подтверждает проведенное ими исследование: в городах, в которых осуществляется генерация новых знаний хозяйствующими субъектами, происходит опережающее развитие качества и условий жизни населения. Причем основным ресурсом генерации знаний в умном городе являются цифровые и информационно-коммуникационные технологии [24]. Однако в данном исследовании не рассматриваются вопросы количественной оценки процессов генерации знаний.

Таким образом, для анализа процессов генерации знаний в умном городе в условиях цифровой экономики необходимо разработать инструментарий экономического моделирования. На современном этапе развития экономической науки наиболее универсальным инструментом моделирования процессов генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики яв-

ляется методологический аппарат институциональной экономической теории.

Проведенный авторами теоретический анализ вопросов генерации знаний в умных городах в условиях цифровой экономики позволил сделать следующие выводы.

Во-первых, именно умные города практически единогласно признаются учеными всего мира как основное направление развития социально-экономических отношений.

Во-вторых, новые знания и процессы генерации новых знаний являются важнейшими факторами, обеспечивающими развитие умных городов.

В-третьих, на сегодняшний день в мировой научной экономической литературе отсутствуют количественные оценки процессов развития умных городов в условиях цифровизации городского хозяйства.

Таким образом, с целью разработки инструментария количественной оценки развития умных городов в условиях цифровой экономики предлагается авторский подход к решению данной проблемы на основе постулатов институциональной экономической теории.

Процедура исследования

Методологическую основу проведенного исследования составили данные эмпирического экономического исследования, осуществленного на крупных и средних обрабатывающих предприятиях г. Екатеринбурга с численностью занятых более 100 человек.

В ходе эмпирического исследования собиралась информация о динамике объема использования цифровых ресурсов и динамике получения новых результатов интеллектуальной деятельности за последние 5 лет в период с 2014 по 2018 гг. Всего в исследовании приняло участие 110 предприятий.

С целью оценки влияния процессов цифровой экономики на процессы генерации знаний на выбранных предприятиях обрабатывающей промышленности г. Екатеринбурга было проведено интервьюирование топ-менеджеров данных предприя-

тий. В ходе интервьюирования проверялись следующие гипотезы:

– существует зависимость между динамикой использования цифровых ресурсов и динамикой результативности процессов генерации новых знаний;

– увеличение использования цифровых ресурсов приводит к увеличению результатов генерации новых знаний;

– различные типы цифровых ресурсов по-разному влияют на результативность различных типов новых знаний.

Для анализа данных с целью верификации гипотез авторами использовался корреляционный анализ, который показывает взаимосвязь двух и более величин. Величина коэффициента корреляции отражает силы связи между рядами данных. При оценке силы связи коэффициентов корреляции используется шкала Чеддока¹. Дана авторская трактовка данных значений коэффициента корреляции на основе использования инструментария институциональной экономической теории к эволюции развития институтов и их качественной характеристике в аспекте изучаемых процессов генерации знаний:

1) больше 0,75 – развитая, устойчивая связь (развитый устойчивый институт);

2) от 0,5 до 0,74 – изменяющаяся, неустойчивая связь (развивающийся институт);

3) от 0,25 до 0,49 – частичная, неустойчивая связь (формирующийся институт);

4) менее 0,25 – отсутствие связи (институциональная ловушка).

Для анализа влияния цифровых ресурсов на процессы генерации знаний авторы предлагают использовать показатель цифровой скорости генерации знаний, рассчитываемый по следующей формуле:

$$V_{dij} = \partial K_i / \partial R_{dj},$$

где V_{dij} – цифровая скорость генерации i -го типа знаний при использовании j -го типа цифрового ресурса;

¹ Ииханян М.В., Карпенко Н.В. Эконометрика: учеб. пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2016. Ч. 1. Парная регрессия. С. 10.

∂Ki – прирост i -го типа знания;
 ∂Rdj – прирост j -го цифрового ресурса.

Как следует из формулы, если $Vdij > 1$, то это означает, что увеличение цифрового ресурса на 1% приводит к изменению результативности процессов генерации знаний более чем на 1%, следовательно, прирост новых знаний опережает рост используемых цифровых ресурсов. Деятельность по генерации знаний, построенная таким образом, считается эффективной.

Если $0 < Vdij < 1$, то это неэффективный институт, когда при увеличении использования цифрового ресурса на 1% прирост новых знаний происходит менее чем на 1%.

Если $Vdij < 0$, то это означает, что увеличение цифрового ресурса не приводит к уменьшению результативности процессов генерации новых знаний. Другими

словами, деятельность по генерации знаний, построенная таким образом, находится в состоянии институциональной ловушки.

Таким образом, цифровая скорость генерации знаний – это количественный показатель, характеризующий прирост результативности процессов генерации знаний при увеличении использования цифрового ресурса на 1%.

Далее представим результаты исследования и разработанную на их основе типологию институтов генерации знаний.

Типология институтов генерации знаний

В результате проведенного исследования получены следующие парные корреляционные зависимости между видами новых знаний и применением цифровых технологий, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Корреляционные зависимости и цифровые скорости генерации новых знаний от применяемых цифровых технологий

Норма, воздействующий фактор (x)	Результат, вид новых знаний (y)			
	Новые продукты		Новые технологии	
	Корреляция	Цифровая скорость	Корреляция	Цифровая скорость
Персональные компьютеры	0,91	5,31	0,95	4,79
Серверы	0,84	3,29	0,82	3,17
Локальные сети	0,78	0,95	0,79	1,75
Глобальные сети	0,61	0,73	0,57	1,09
Использование сети Интернет в организациях	0,31	0,31	0,44	0,34
Широкополосный доступ к сети Интернет в организациях	0,09	–0,12	0,12	–0,19

Из анализа данных таблицы 1 можно сделать вывод о том, что все три рабочие гипотезы подтвердились. Соответственно на основе полученных эмпирических данных можно сформулировать типологию институтов генерации знаний умного города.

В первую очередь, институты были разделены на 3 группы: развитые институты – это институты, у которых наблюдается устойчивая постоянная взаимосвязь между изменением используемых ресурсов и получаемым результатом, т. е. коэффициент корреляции больше 0,75. Развивающиеся институты – это институты, у которых взаимосвязь между изменением ис-

пользуемых ресурсов и получаемым результатом наблюдается в большинстве случаев, т. е. коэффициент корреляции составляет от 0,5 до 0,74. Формирующиеся институты – это институты, у которых взаимосвязь между изменением используемых ресурсов и получаемым результатом только начинает наблюдаться и подтверждается менее чем в половине случаев, т. е. коэффициент корреляции от 0 до 0,49. В дальнейшем в каждой группе институтов в зависимости от цифровой скорости были выделены эффективные и неэффективные институты. Эффективными являются те институты, в результате функционирования которых прирост результативности

генерации новых знаний значительно выше, чем увеличение количества цифрового ресурса, т. е. увеличение использования цифрового ресурса на 1% приводит к увеличению результатов генерации знаний больше чем на 1%, соответственно цифровая скорость больше 1. Неэффективный институт, когда при увеличении использо-

вания цифрового ресурса на 1% происходит прирост новых знаний менее чем на 1%, значение цифровой скорости находится в диапазоне от 0 до 1. Отдельно был выделен случай институциональной ловушки, когда цифровая скорость имеет отрицательное значение. Результаты типологизации институтов представлены в табл. 2.

Таблица 2

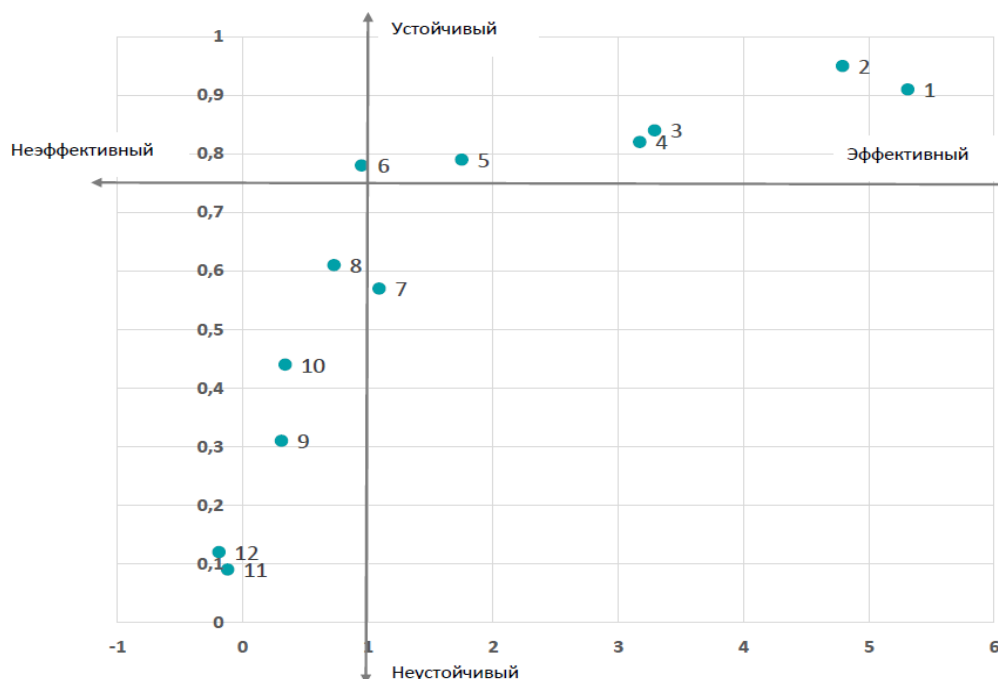
Типология институтов генерации знаний при использовании цифровых технологий

Тип института	Название института
Развитый эффективный институт	Создание новых продуктов посредством персональных компьютеров. Создание новых технологий посредством персональных компьютеров. Создание новых продуктов при участии серверов ИКТ. Создание новых технологий при участии серверов ИКТ. Создание новых технологий посредством применения локальных сетей
Развитый неэффективный институт	Создание новых продуктов посредством применения локальных сетей
Развивающийся эффективный институт	Создание новых технологий посредством применения глобальных сетей
Развивающийся неэффективный институт	Создание новых продуктов посредством применения глобальных сетей
Формирующийся неэффективный институт	Создание новых продуктов с использованием сети Интернет в организациях. Создание новых технологий с использованием сети Интернет в организациях
Институциональная ловушка	Создание новых продуктов с использованием широкополосного доступа к сети Интернет в организациях. Создание новых технологий с использованием широкополосного доступа к сети Интернет в организациях

В таблице 2 представлено распределение выделенных авторами институтов генерации новых знаний умного города в условиях цифровой экономики по их типам: развитый эффективный институт, развитый неэффективный институт, развивающийся эффективный институт, развивающийся неэффективный институт, формирующийся неэффективный институт, институциональная ловушка.

На рисунке представлена графическая интерпретация распределения институтов генерации знаний при использовании цифровых технологий в координатах «эффективность/устойчивость».

Согласно рисунку можно сделать вывод, что на сегодняшний день институциональная структура генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики находится в состоянии формирования. Только 50% институтов являются эффективными. При этом необходимо отметить, что даже на этапе формирования институциональной структуры генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики возникли институциональные ловушки, что в первую очередь говорит о необходимости аудита используемых ресурсов, планов и стратегий развития процессов генерации знаний умного города.



Распределение институтов генерации знаний при использовании цифровых технологий в координатах «эффективность/устойчивость»*

* 1 – Создание новых продуктов посредством персональных компьютеров. 2 – Создание новых технологий посредством персональных компьютеров. 3 – Создание новых продуктов при участии серверов ИКТ. 4 – Создание новых технологий при участии серверов ИКТ. 5 – Создание новых технологий посредством применения локальных сетей. 6 – Создание новых продуктов посредством применения локальных сетей. 7 – Создание новых технологий посредством применения глобальных сетей. 8 – Создание новых продуктов посредством применения глобальных сетей. 9 – Создание новых продуктов с использованием сети Интернет в организациях. 10 – Создание новых технологий с использованием сети Интернет в организациях. 11 – Создание новых продуктов с использованием широкополосного доступа к сети Интернет в организациях. 12 – Создание новых технологий с использованием широкополосного доступа к сети Интернет в организациях.

Оценка результативности генерации знаний

Как следует из результатов проведенного исследования, различные цифровые ресурсы по-разному влияют на изменение результативности процессов генерации новых знаний.

Наибольшее влияние на увеличение результативности процессов генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики оказывает использование персональных компьютеров: рост использования персональных компьютеров приводит к росту результативности создания новых продуктов на 5,31% и новых технологий на 4,79%. В первую очередь, по мнению авторов, это связано с производительностью современных персональных компьютеров, особенно последних моделей, использование которых позволяет значительно увеличить скорость расчетов,

интенсифицировать процессы моделирования, разработки и создания новых продуктов и технологий, значительно сократив при этом использование других ресурсов, например труда, в процессе генерации новых знаний.

Вторым по значимости фактором роста результативности генерации новых продуктов и технологий является внедрение серверов на высокотехнологичных предприятиях умного города. При этом цифровая скорость влияния серверов на результативность процессов генерации новых знаний в полтора раза ниже, чем при использовании персональных компьютеров. Данный факт объясняется тем, что серверы так же, как и персональные компьютеры, участвуют в процессах генерации знаний и выполняют роль хранилищ и массивов по обработке больших данных, что ускоряет и удешевляет процессы генерации новых знаний на предприятиях об-

рабатывающей промышленности умного города в условиях цифровой экономики.

Институты создания новых продуктов и институты создания новых технологий при использовании факторов «персональные компьютеры» и «серверы» являются высокоэффективными и устойчивыми.

Использование факторов «персональные компьютеры» и «серверы» выступает драйвером развития процессов генерации знаний промышленными предприятиями умного города в условиях цифровой экономики, они одинаково важны для всех типов и видов знаний.

Факторы «локальные сети» и «глобальные сети» имеют гораздо меньшую связь (коэффициент корреляции) с процессами генерации знаний, чем два предыдущих фактора. Следовательно, можно сделать вывод, что институты создания новых продуктов и институты создания новых технологий при воздействии факторов «локальные сети» и «глобальные сети» менее устойчивы и являются либо пограничными (развитый/развивающийся), либо развивающимися институтами. При этом эффективными являются только институты создания новых технологий. Это может быть объяснено тем фактом, что локальные и глобальные сети служат только инструментом для передачи данных и коммуникации сотрудников между собой и не оказывают никакого ускоряющего воздействия на процессы генерации знаний.

Институты создания новых продуктов и институты создания новых технологий под воздействием использования сети Интернет в организациях имеют еще меньший уровень корреляционной связи, соответственно эти институты только формируются, при этом на сегодняшний день они являются неэффективными.

С другой стороны, увеличение использования такого цифрового ресурса, как широкополосный доступ к Интернету в организациях, приводит к уменьшению результативности процессов генерации знаний. Применение данного цифрового ресурса позволяет увеличивать только скорость передачи данных в/из организации,

но никоим образом не влияет на процессы генерации новых знаний. Кроме того, во многих случаях наличие широкополосного Интернета приводит к использованию его в личных целях сотрудников, что снижает результативность процессов генерации знаний.

Из анализа результатов исследования можно сделать вывод, что организации предпочитают использовать цифровые ресурсы преимущественно для ускорения проведения расчетов либо хранения данных. Именно такие институты генерации знаний умного города являются устойчивыми и эффективными. При этом предприятия не считают важным делиться информацией или получать ее из внешней среды организации, поэтому все институты, связанные с передачей данных из/во внешнюю среду, являются неустойчивыми и неэффективными. Другими словами, устойчиво и эффективно только то, что находится внутри предприятия, и все, что связано с внешним миром, неэффективно и неустойчиво.

Заключение

В проведенном исследовании на основе выявленных корреляционных зависимостей между результативностью генерации новых знаний и цифровыми ресурсами и построенной типологии институтов генерации знаний умного города в условиях цифровой экономики получены следующие теоретические и практические результаты.

Во-первых, предложен показатель количественной оценки результативности генерации новых знаний в условиях цифровой экономики – «цифровая скорость генерации знаний», характеризующий прирост результативности процессов генерации знаний при увеличении использования цифрового ресурса на 1%.

Во-вторых, проведен корреляционный анализ, позволивший выделить факторы развития цифровой экономики, оказывающие влияние на процессы генерации знаний умного города. Доказано, что такие типы цифровых ресурсов, как персональные компьютеры и серверы, имеют устойчивую взаимосвязь с такими видами результатов генерации новых знаний, как новые технологии и новые продукты. Такие

типы цифровых ресурсов, как использование сети Интернет в организациях и широкополосный доступ к сети Интернет в организациях, не взаимосвязаны и не оказывают влияния на процессы генерации знаний промышленных предприятий в умных городах. Определено, что использование персональных компьютеров и серверов повышает результативность процессов генерации знаний. Использование промышленными предприятиями сети Интернет не влияет на процессы генерации знаний умного города.

В-третьих, рассчитаны цифровые скорости прироста результативности генерации различных видов новых знаний в зависимости от различных типов использования цифровых ресурсов. Определено, что наибольшее значение цифровой скорости генерации новых знаний достигается при использовании таких типов цифровых ресурсов, как персональные компьютеры и серверы. Использование же таких типов цифровых ресурсов, как широкополосный доступ к сети Интернет в организациях, приводит к отрицательному значению цифровой скорости, т. е. снижению эффективности и результативности процессов генерации знаний промышленными предприятиями умного города.

В-четвертых, на основе рассчитанных корреляционных зависимостей и цифровых скоростей генерации новых знаний промышленными предприятиями умного города в условиях цифровой экономики построена типология институтов генерации знаний умного города в условиях цифровизации экономики. При построении данной типологии устойчивость институтов оценивалась через коэффициенты парной корреляции

между цифровыми технологиями и продуктами генерации знаний, эффективность применения институтов – через скорость генерации знаний. В ходе анализа выделены устойчивые эффективные институты, дальнейшее развитие которых позволит повысить результативность процессов генерации новых знаний умного города в условиях цифровой экономики; развивающиеся институты, которые требуют особого контроля за процессами их функционирования с целью анализа траектории их дальнейшей эволюции до устойчивых эффективных институтов и недопущения их перехода в состояние институциональной ловушки. Идентифицирована институциональная ловушка, ликвидация которой необходима для высвобождения и перераспределения ресурсов с целью повышения результативности процессов генерации новых знаний умного города в условиях цифровой экономики.

Таким образом, применение принципов и идей институционального моделирования процессов генерации знаний умного города позволяет формировать полноценные прогностические модели использования социо-технологических драйверов развития умных городов в условиях цифровой экономики. Теоретическая значимость проведенного исследования заключается в предложенном авторами инструментарии количественной оценки процессов генерации знаний умного города. Практическая ценность исследования заключается в возможности использования полученных результатов при планировании деятельности по генерации новых знаний умными городами.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-00-00665.

Список литературы

1. *Herscovici A.* New development: Lean thinking in smart cities // *Public Money and Management*. 2018. Vol. 38, Iss. 4. P. 320–324.
2. *Dameri R.P., Benevolo C., Veglianti E., Li Y.* Understanding smart cities as a glocal strategy: A comparison between Italy and China // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 142, Iss. C. P. 26–41.

3. Appio F.P., Lima M., Paroutis S. Understanding smart cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 142, Iss. C. P. 1–14.
4. Baradaran V., Farokhi S., Ahamdi Z. A model for evaluation and development of citizens' electronic readiness for deployment of an E-city using structural equation modeling // *Journal of Global Information Management*. 2018. Vol. 26, Iss. 4. P. 135–157.
5. Anttila J., Jussila K. Universities and smart cities: The challenges to high quality // *Total Quality Management and Business Excellence*. 2018. Vol. 29, Iss. 9–10. P. 1058–1073.
6. Macke J., Casagrande R.M., Sarate J.A.R., Silva K.A. Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study // *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 182. P. 717–726.
7. Nilssen M. To the smart city and beyond? Developing a typology of smart urban innovation // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 142. P. 98–104.
8. Hefnawy A., Bouras A., Cherifi C. Relevance of lifecycle management to smart city development // *International Journal of Product Development*. 2018. Vol. 22, № 5. P. 351–376.
9. Novikov D., Belov M. Methodological foundations of the digital economy // *Studies in Systems, Decision and Control*. 2019. Vol. 181. P. 3–14.
10. Watanabe C., Tou Y., Neittaanmäki P. A new paradox of the digital economy – Structural sources of the limitation of GDP statistics // *Technology in Society*. 2018. Vol. 55. P. 9–23.
11. Ansong E., Boateng R. Surviving in the digital era – business models of digital enterprises in a developing economy // *Digital Policy, Regulation and Governance*. 2019. Vol. 21, Iss. 2. P. 164–178.
12. Negrea A., Ciobanu G., Dobrea C., Burcea S. Priority aspects in the evolution of the digital economy for building new development policies // *Quality – Access to Success*. 2019. Vol. 20, Iss. S2. P. 416–421.
13. Todoruț A.V., Tselentis V. Digital technologies and the modernization of public administration // *Quality – Access to Success*. 2018. Vol. 19, Iss. 165. P. 73–78.
14. Евтянова Д.В., Тиранова М.В. Цифровая экономика как механизм эффективной экологической и экономической политики // *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2017. Т. 9, № 6. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/79EVN617.pdf> (дата обращения: 14.12.2018).
15. Сударушкина И.В., Стефанова Н.А. Цифровая экономика // *АНИ: экономика и управление* 2017. Т. 6. № 1 (18). С. 182–184.
16. Nepelski D. How to facilitate digital innovation in Europe // *Intereconomics*. 2019. Vol. 54, Iss. 1. P. 47–52. doi: 10.1007/s10272-019-0791-6.
17. Geliskhanov I.Z., Yudina T.N. Digital platform: A new economic institution // *Quality – Access to Success*. 2018. Vol. 19, Iss. S2. P. 20–26.
18. Raven R., Sengers F., Spaeth P., Xie L., Cheshmehzangi A., de Jong M. Urban experimentation and institutional arrangements // *European Planning Studies*. 2019. Vol. 27, № 2. P. 258–281.
19. Dudzeviciute G., Simelyte A., Liucvaitiene A. The application of smart cities concept for citizens of Lithuania and Sweden: Comparative analysis // *Independent Journal of Management and Production*. 2017. Vol. 8, № 4. P. 1433–1450. doi: 10.14807/ijmp.v8i4.659.
20. Kobayashi A.R., Kniess C.T., Serra F.A., Ferraz R.R., Ruiz M.S. Smart sustainable cities: Bibliometric study and patent information // *International Journal of Innovation*. 2017. Vol. 5, № 1. P. 77–96.
21. Allam Z., Dhunny Z.A. On big data, artificial intelligence and smart cities // *Cities*. 2019. Vol. 89. P. 80–91.
22. Sepasgozar S.M.E., Hawken S., Sargolzaei S., Foroozanfa M. Implementing citizen centric technology in developing smart cities: A model for predicting the acceptance of urban technologies // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 142. P. 105–116.
23. Camboim G.F., Zawislak P.A., Pufal N.A. Driving elements to make cities smarter: Evidences from European projects // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 142. P. 154–167.
24. Ismagilova E., Hughes L., Dwivedi Y.K., Raman K.R. Smart cities: Advances in research – An information systems perspective // *International Journal of Information Management*. 2019. Vol. 47. P. 88–100.
25. Ишханян М.В., Карпенко Н.В. Эконометрика: учеб. пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2016. Ч. 1. Парная регрессия. 117 с.

Статья поступила в редакцию 30.04.2019, принята к печати 29.05.2019

Сведения об авторах

Попов Евгений Васильевич – член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор, руководитель Центра экономической теории, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук; профессор кафедры региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: eropov@mail.ru).

Власов Максим Владиславович – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра экономической теории, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук; доцент кафедры региональной экономики, инновационного предпринимательства и безопасности, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: mvlassov@mail.ru).

Acknowledgments

The research being a part of scientific project No. 18-00-00665 was financially supported with the Russian Foundation for Basic Research.

References

1. Herscovici A. New development: Lean thinking in smart cities. *Public Money and Management*, 2018, vol. 38, iss. 4, pp. 320–324.
2. Dameri R.P., Benevolo C., Veglianti E., Li Y. Understanding smart cities as a glocal strategy: A comparison between Italy and China. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, iss. C, pp. 26–41.
3. Appio F.P., Lima M., Paroutis S. Understanding smart cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, iss. C, pp. 1–14.
4. Baradaran V., Farokhi S., Ahamdi Z. A model for evaluation and development of citizens' electronic readiness for deployment of an E-city using structural equation modeling. *Journal of Global Information Management*, 2018, vol. 26, iss. 4, pp. 135–157.
5. Anttila J., Jussila K. Universities and smart cities: The challenges to high quality. *Total Quality Management and Business Excellence*, 2018, vol. 29, iss. 9–10, pp. 1058–1073.
6. Macke J., Casagrande R.M., Sarate J.A.R., Silva K.A. Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 182, pp. 717–726.
7. Nilssen M. To the smart city and beyond? Developing a typology of smart urban innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, pp. 98–104.
8. Hefnawy A., Bouras A., Cherifi C. Relevance of lifecycle management to smart city development. *International Journal of Product Development*, 2018, vol. 22, no. 5, pp. 351–376.
9. Novikov D., Belov M. Methodological foundations of the digital economy. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2019, vol. 181, pp. 3–14.
10. Watanabe C., Tou Y., Neittaanmäki P. A new paradox of the digital economy – Structural sources of the limitation of GDP statistics. *Technology in Society*, 2018, vol. 55, pp. 9–23.
11. Ansong E., Boateng R. Surviving in the digital era – business models of digital enterprises in a developing economy. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 2019, vol. 21, iss. 2, pp. 164–178.
12. Negrea A., Ciobanu G., Dobrea C., Burcea S. Priority aspects in the evolution of the digital economy for building new development policies. *Calitatea*, 2019, vol. 20, iss. S2, pp. 416–421.
13. Todoruț A.V., Tselentis V. Digital technologies and the modernization of public administration. *Quality – Access to Success*, 2018, vol. 19, iss. 165, pp. 73–78.
14. Evtyanova D.V., Tiranova M.V. Tsifrovaya ekonomika kak mekhanizm effektivnoi ekologicheskoi i ekonomicheskoi politiki [Digital economy as a mechanism for effective environmental and economic policy]. *Internet-zhurnal "Naukovedenie"* [Internet Journal "Science Study"], 2017, vol. 9, no. 6. (In Russian) Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/79EVN617.pdf> (accessed 14.12.2018).

15. Sudarushkina I.V., Stefanova H. A. Tsifrovaya ekonomika [Digital economy]. *ANI: ekonomika i upravlenie* [ASR: Economics and Management], 2017, vol. 6, no. 1 (18), pp. 182–184. (In Russian).
16. Nepelski D. How to facilitate digital innovation in Europe. *Intereconomics*, 2019, vol. 54, iss. 1, pp. 47–52. doi: 10.1007/s10272-019-0791-6.
17. Geliskhanov I.Z., Yudina T.N. Digital platform: A new economic institution. *Quality – Access to Success*, 2018, vol. 19, iss. S2, pp. 20–26.
18. Raven R., Sengers F., Spaeth P., Xie L., Cheshmehzangi A., de Jong M. Urban experimentation and institutional arrangements. *European Planning Studies*, 2019, vol. 27, no. 2, pp. 258–281.
19. Dudzeviciute G., Simelyte A., Liucvaitiene A. The application of smart cities concept for citizens of Lithuania and Sweden: Comparative analysis. *Independent Journal of Management and Production*, 2017, vol. 8, no. 4, pp. 1433–1450. doi: 10.14807/ijmp.v8i4.659.
20. Kobayashi A.R., Kniess C.T., Serra F.A., Ferraz R.R., Ruiz M.S. Smart sustainable cities: Bibliometric study and patent information. *International Journal of Innovation*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 77–96.
21. Allam Z., Dhunny Z.A. On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, 2019, vol. 89, pp. 80–91.
22. Sepasgozar S.M.E., Hawken S., Sargolzaei S., Foroozanfa M. Implementing citizen centric technology in developing smart cities: A model for predicting the acceptance of urban technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, pp. 105–116.
23. Camboim G.F., Zawislak P.A., Pufal N.A. Driving elements to make cities smarter: Evidences from European projects. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, pp. 154–167.
24. Ismagilova E., Hughes L., Dwivedi Y.K., Raman K.R. Smart cities: Advances in research – an information systems perspective. *International Journal of Information Management*, 2019, vol. 47, pp. 88–100.

Received April 30, 2019; accepted May 29, 2019

Information about the Authors

Popov Evgeniy Vasil'evich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Head of the Center of the Economic Theory, Institute of Economics, the Ural branch of the Russian Academy of Sciences; Professor at the Department of Regional Economics, Innovation Enterprise and Security, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia; 19, Mira st., Ekaterinburg, 620002, Russia; e-mail: epopov@mail.ru).

Vlasov Maxim Vladislavovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Center of the Economic Theory, Institute of Economics, the Ural branch of the Russian Academy of Sciences; Associate Professor at the Department of Regional Economics, Innovation Enterprise and Security, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia; 19, Mira st., Ekaterinburg, 620002, Russia; e-mail: mvlassov@mail.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Попов Е.В., Власов М.В. Типология институтов генерации знаний умного города // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 218–231. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-218-231

Please cite this article in English as:

Popov E.V., Vlasov M.V. Typology of smart city knowledge generation institutes. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika* = *Perm University Herald. Economy*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 218–231. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-218-231

РАЗДЕЛ II. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-232-247

УДК 338.12.07+332.144(574)

ББК 65.012.1+65.23

JEL Code D58, E17, E52

**ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА
НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОГО ПОДХОДА****Дмитрий Николаевич Шульц^a**ORCID ID: [0000-0002-5131-4216](https://orcid.org/0000-0002-5131-4216), Researcher ID: [E-7118-2019](https://orcid.org/E-7118-2019), e-mail: shults@inbox.ru**Аскар Бауржанович Кысыков^b**Researcher ID: [F-6064-2019](https://orcid.org/F-6064-2019), e-mail: kyssykov@gmail.com^a Центр экономики инфраструктуры (129110, Россия, г. Москва, ул. Гиляровского, 57, офис 601)^b Центр прикладных исследований «ТАЛАП» (010000, Казахстан, г. Астана, ул. Ташенова, 8, офис 77)

Переход центральных банков к политике инфляционного таргетирования актуализировал применение динамических стохастических моделей общего равновесия (DSGE-моделей) к оценке социально-экономических эффектов принимаемых решений, количественного обоснования их оптимальности. Известно, что данный подход основан на кейнсианском микроэкономическом фундаменте, учитывающем такие провалы рынка, как несовершенная конкуренция, негибкие цены и несовершенство рынка труда, и в нем используется гипотеза рациональных ожиданий. Для оценивания параметров динамических стохастических моделей общего равновесия все большее распространение получает байесовский подход, который позволяет учитывать априорную информацию об оцениваемых параметрах и оказывается особенно полезным в условиях коротких временных рядов, а также в условиях структурных изменений. С учетом этих трендов в статье представлена динамическая стохастическая модель общего равновесия экономики Казахстана с байесовским оцениванием ее параметров. Модель представляет собой систему уравнений, описывающих динамику национального дохода, занятости, спроса на деньги, предельных издержек относительно своих равновесных траекторий, а также инфляции и ставки процента. Ключевыми уравнениями системы являются: уравнение Эйлера и IS-кривой, описывающие динамику потребления; новокейнсианское уравнение Филлипса (NKPC), связывающее динамику инфляции и разрыва выпуска; уравнение Тейлора, описывающее процентную политику денежного регулятора, направленную на стабилизацию экономики. С помощью построенной DSGE-модели оценены эффекты на ключевые макроэкономические показатели от шоков спроса, цен (шоков предложения), от изменения процентной политики денежного регулятора и изменения предложения труда. Как показали результаты симуляций, процентная политика, соответствующая правилу Тейлора, оказывает стабилизационное воздействие на экономику, подверженную шокам различного вида. Построенная модель может быть использована для макроэкономического моделирования и прогнозирования динамики развития не только экономики Казахстана, но и экономики других постсоветских государств. Полученные оценки параметров модели, результаты проведенных расчетов могут быть использованы центральными банками при оптимизации параметров денежно-кредитной политики. Предложенная модель может стать основой для разработки комплексной модели стран Таможенного союза.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, структурная макроэконометрика, динамические стохастические модели общего равновесия, DSGE-модели, новокейнсианская кривая Филлипса, рациональные ожидания, байесовское оценивание, инфляционное таргетирование, монетарная политика, уравнение Тейлора, экономика Казахстана, сценарное прогнозирование.



ASSESSMENT OF THE PARAMETERS OF DYNAMIC STOCHASTIC GENERAL EQUILIBRIUM MODEL OF KAZAKHSTAN ECONOMY USING BAYESIAN ESTIMATION

Dmitriy Nikolaevich Shults^a

ORCID ID: [0000-0002-5131-4216](https://orcid.org/0000-0002-5131-4216), Researcher ID: [E-7118-2019](https://orcid.org/E-7118-2019), e-mail: shults@inbox.ru

Askar Baurzhanovich Kysykov^b

Researcher ID: [F-6064-2019](https://orcid.org/F-6064-2019), e-mail: kyssykov@gmail.com

^a Infrastructure Economics Center (57, Gilyarovskogo st., Moscow, 129110, Russia)

^b Center of Applied Research "TALAP" (6, Tashenova st., Astana, 010000, Kazakhstan)

The transition of central banks to the inflation targeting policy has increased the importance to apply dynamic stochastic general equilibrium models (DSGE-models) for the assessment of social and economic effects of decisions, and to justify their efficiency quantitatively. The approach is known to be based on the Keynesian microeconomics that considers such market failures as imperfect competition, inflexible prices and imperfection of the labor market and uses the hypothesis of rational expectations. To assess the dynamic stochastic model parameters of general equilibrium the Bayesian estimation is widely used. The approach allows us to consider priori information about the estimated parameters and is especially useful in the conditions of short time series, as well as in the conditions of structural changes. Taking into consideration the above mentioned features a dynamic stochastic general equilibrium model of the economy of Kazakhstan is presented in the article using the Bayesian estimation of the model parameters. The model is a system of equations that describe the dynamics of national income, employment, demand for money, marginal costs relative to their equilibrium trajectories, as well as inflation and interest rates. The key equations of the system are the Euler equation and the IS-curve, describing the consumption dynamics; New Keynesian Phillips equation (NKPC) that connects the inflation dynamics and output gap; Taylor equation describing the interest rate policy of the monetary regulator, aimed at stabilizing the economy. Using the constructed DSGE-models we have assessed the effects on key macroeconomic indicators caused by demand shocks, prices (supply shocks), by changes in the interest rate policy of the monetary regulator and by changes in labour supply. The simulation results have revealed that the interest rate policy corresponding to the Taylor equation stabilizes the economy that is subjected to shocks of various types. The constructed model may be used for macroeconomic modeling and forecasting of the development dynamics of not only the economy of Kazakhstan, but also the economy of other post-Soviet countries. The assessment of the model parameters, we have made, may be used by central banks when optimizing the parameters of monetary and credit policy. The model may become the basis for the development of a comprehensive model of the Customs Union countries.

Keywords: *economic and mathematical modeling, structural macroeconometrics, dynamic stochastic general equilibrium models, DSGE-models, new keynesian Phillips curve, rational expectations, Bayesian estimation, inflation targeting, monetary policy, Taylor equation, economy of Kazakhstan, scenarios forecasting.*

Введение

Современное государственное управление требует строгой количественной оценки социально-экономических эффектов от принимаемых решений, количественного обоснования их оптимальности. «Политические решения могут быть простыми, но модели не могут и не должны быть слишком простыми» [1, с. xiii]. Развитие модельного аппарата, численных методов, компьютерных технологий позволило использовать в экспертной работе сложные динамические модели. На сегодняшний день базовым инструментом макроэкономического анализа и моделирования, а также стандартным

инструментом для разработки экономической политики стали DSGE-модели. Отметим, что их основными характеристиками являются:

– вывод макроэкономических соотношений из микроэкономических поведенческих моделей и использование теории рациональных ожиданий при описании поведения домашних хозяйств и предприятий реального сектора;

– опора на некейнсианские положения об институциональных «провалах рынка» (несовершенная конкуренция и жесткие цены), что кажется особенно актуальным для постсоветских экономик, в

которых развитие рыночных отношений еще не достигло уровня западных стран;

- положение, что монетарная политика вызывает лишь краткосрочные отклонения от долгосрочного равновесия, которое в простейшем случае может быть определено с помощью фильтра Ходрика – Прескотта;

- отказ от традиционного эконометрического оценивания в пользу калибровки параметров микроэкономического поведения. В последнее время калибровка стала дополняться байесовским оцениванием.

На сегодняшний день известно не так много вариантов DSGE-моделирования Казахстана. В работах [2–4] параметры модели не оцениваются на статистических данных, а калибруются. Модель Национального банка Казахстана [5] не опирается на теоретический микрофундамент и является сугубо прикладной.

По сравнению с предыдущим нашим исследованием [6] мы расширили перечень моделируемых переменных, обобщили функцию полезности домашних хозяйств, а также провели строгое доказательство полученных результатов на основе метода Лагранжа.

Методология исследования

Ниже представлена малая DSGE-модель Казахстана, описывающая поведение домашних хозяйств, предприятий реального сектора и денежного регулятора, а также их взаимодействие в ситуации равновесия. Модель предназначена для описания экономики в краткосрочном периоде. Соответственно, номинальные показатели характеризуются значительной инерционностью, а основной капитал принимается как заданный. Последнее означает, что инвестиции явно не выделяются. Также предполагаются заданными фискальные параметры и внешнеэкономический фон – их влияние задается экзогенными случайными возмущениями.

Параметры модели оцениваются с помощью байесовского оценивания, откалиброванные значения параметров используются в качестве априорных. В заключе-

ние проводятся сценарные расчеты, в том числе оцениваются эффекты от изменения процентной ставки в условиях инфляционного таргетирования.

Предположим, что домашние хозяйства имеют функцию полезности CRRA (с постоянной склонностью к риску) и максимизируют ожидаемую суммарную дисконтированную полезность: $U = E \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \Phi \frac{L_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} + \Psi \frac{m_t^{1-\psi}}{1-\psi} \right) \right] \rightarrow \max$ при бюджетном ограничении для $t \geq 1$:

$$P_t C_t + M_t + D_t = W_t L_t + M_{t-1} + (1 + R_{t-1}) D_{t-1},$$

где $E[\cdot]$ – оператор рациональных ожиданий¹; $\beta \in (0; 1)$ – норма дисконтирования; C_t – потребление товаров и услуг при уровне цен P_t ; L_t – предложение труда по ставке заработной платы W_t ; M_t – номинальный запас наличных денег, а $m_t = \frac{M_t}{P_t}$ – реальные денежные остатки; D_t – сбережения (депозиты) домашних хозяйств в активах, приносящих процентный доход по ставке R_t на момент времени t .

В функции полезности предполагается, что она положительно зависит от реального потребления и запаса денег² и отрицательно – от затрат труда.

В бюджетном ограничении предполагается, что домашние хозяйства могут свободно сберегать и кредитовать, т. е. нет ограничений на заимствования. Таким образом, переменная D_t отражает не все де-

¹ Под рациональным понимается такое поведение экономических агентов, что вся доступная информация и имеющийся опыт используются настолько эффективно, что ожидаемое значение будущих переменных отклоняется от фактического лишь случайно. Иными словами, $E[z_{t+1}] = z_{t+1} + \varepsilon_{t+1}$, где ε – белый шум [2].

² Следует сказать несколько слов о включении денег в функцию полезности. Если сбережения приносят процентный доход и благодаря этому увеличивают будущее потребление, то наличные деньги доход не приносят, а лишь обесцениваются инфляцией. Соответственно, невключение их в функцию полезности приводит к тому, что оптимальный запас наличности должен быть равен 0, что противоречит реальной жизни. Чтобы этого избежать, зачастую деньги включают в функцию полезности. Против этого высказывается возражение, что деньги сами по себе не составляют благосостояние, но лишь косвенно способствуют этому, экономя время на совершение сделок и, следовательно, уменьшая транзакционные издержки.

позиты домашних хозяйств, а только чистые активы. Также явно не выделяются налоговые платежи и трансферты от государства.

Бюджетное ограничение домашних хозяйств может быть выражено через реальные (дефлированные) показатели:

$$(1 + \pi_t)(C_t + m_t + d_t) = (1 + \pi_t)w_t L_t + m_{t-1} + (1 + R_{t-1})d_{t-1},$$

где $d_t = \frac{D_t}{P_t}$ – реальные активы, приносящие процентный доход; $w_t = \frac{W_t}{P_t}$ – реальная заработная плата; $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$ – уровень инфляции.

Лагранжиан рассматриваемой задачи на условный экстремум имеет вид

$$\mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} \left\{ \beta^t E \left[\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \Phi \frac{L_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} + \Psi \frac{m_t^{1-\psi}}{1-\psi} \right] - \right. \\ \left. - \lambda_t \left((1 + \pi_t)(C_t + m_t + d_t) - (1 + \pi_t)w_t L_t - m_{t-1} - (1 + R_{t-1})d_{t-1} \right) \right\}.$$

Условия первого порядка для потребления, реальных денежных остатков, предложения труда и депозитов равны (для упрощения записи мы опускаем оператор рациональных ожиданий для переменных в периоде $t + 1$):

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_t} &= \beta^t C_t^{-\sigma} - \lambda_t(1 + \pi_t) = 0 \Rightarrow \frac{\beta^t C_t^{-\sigma}}{(1 + \pi_t)} = \lambda_t; \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial m_t} &= \beta^t \Psi m_t^{-\psi} - \lambda_t(1 + \pi_t) + \lambda_{t+1} = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \beta^t \Psi m_t^{-\psi} = \lambda_t(1 + \pi_t) - \lambda_{t+1}; \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_t} &= -\beta^t \Phi L_t^\varphi + \lambda_t(1 + \pi_t)w_t = 0 \Rightarrow \beta^t \Phi L_t^\varphi = \\ &= \lambda_t(1 + \pi_t)w_t; \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial d_t} &= -\lambda_t(1 + \pi_t) + \lambda_{t+1}(1 + R_t) = 0 \Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} = \\ &= \frac{(1 + \pi_t)}{(1 + R_t)}. \end{aligned}$$

Итоговые уравнения динамики переменных можно представить следующим образом.

Уравнение Эйлера для потребления:

$$\beta \left(\frac{E[C_{t+1}]}{C_t} \right)^{-\sigma} = \frac{(1 + E[\pi_{t+1}])}{(1 + R_t)}.$$

Функция спроса на деньги положительно зависит от расходов и отрицательно от ставки процента:

$$\Psi m_t^{-\psi} = C_t^{-\sigma} \left(\frac{R_t}{1 + R_t} \right).$$

Функция предложения труда положительно зависит от реальной заработной платы:

$$\Phi L_t^\varphi = C_t^{-\sigma} w_t.$$

Для анализа динамических свойств модели в терминах отклонений будем использовать логарифм отношения переменных к их равновесным значениям $\tilde{x}_t = \ln \frac{x_t}{x^*} = \ln x_t - \ln x^*$.

Линеаризация уравнения Эйлера относительно равновесного состояния

$$C^*: \beta \left(E \left[\frac{C_{t+1}}{C^*} \right] \frac{C^*}{C_t} \right)^{-\sigma} = \frac{(1 + E[\pi_{t+1}])}{(1 + R_t)}.$$

При этом в рамках гипотезы рациональных ожиданий предполагается, что экономические агенты имеют одинаковые и корректные представления о равновесном состоянии экономики, то есть $E[C^*] = C^*$. Кроме того, в краткосрочном периоде это равновесное состояние стационарно.

Обозначив $\tilde{C}_t = \ln \frac{C_t}{C^*}$ и прологарифмировав левую и правую части, получаем $\ln \beta - \sigma(E[\tilde{C}_{t+1}] - \tilde{C}_t) = E[\pi_{t+1}] - R_t$.

Для вывода правой части IS-уравнения при условии низкой инфляции и ставки процента используется приближение $\ln(1 + x) \approx x$.

Процентные переменные (инфляцию π_t и ставку процента R_t) мы оставили без преобразований. Иногда их переписывают как отклонения от их равновесных значений ($\tilde{\pi}_t = \pi_t - \pi^*$ и $\tilde{R}_t = R_t - R^*$). Тогда первое уравнение системы (IS-уравнение) становится однородным $\tilde{C}_t = E[\tilde{C}_{t+1}] + \frac{1}{\sigma}(E[\tilde{\pi}_{t+1}] - \tilde{R}_t)$. Это легко показать, приняв во внимание, что в равновесии уравнение Эйлера имеет вид $\beta = \frac{1+\pi^*}{1+R^*}$, то есть $\ln \beta \approx \pi^* - R^*$.

Из этого также следует, что равновесная реальная ставка процента есть $R^* = \pi^* - \ln \beta$. Если денежный регулятор поддерживает равновесную инфляцию на уровне таргета $\pi^* = \pi^T$, то равновесная ставка процента должна быть равна $R^* = \pi^T - \ln \beta$ (поскольку $\beta \in (0, 1)$, $\ln \beta < 0$ и $R^* > \pi^T$).

Для линеаризации функции спроса на деньги и функции предложения труда использовались следующие формулы аппроксимации для малых отклонений $\tilde{x}_t, \tilde{y}_t$:

$e^{\tilde{x}_t} \approx 1 + \tilde{x}_t$, $E[ae^{\tilde{x}_t}] \approx a + aE[\tilde{x}_t]$, $\tilde{x}_t\tilde{y}_t \approx 0$, $x_t \approx x^*(1 + \tilde{x}_t)$.

Функцию предложения труда можно аппроксимировать через равновесные состояния и отклонения следующим образом:

$$\Phi(L^*(1 + \tilde{L}_t))^\varphi = (C^*(1 + \tilde{C}_t))^{-\sigma} w^*(1 + \tilde{w}_t).$$

Принимая во внимание, что в равновесии функция предложения труда имеет вид $\Phi L^{*\varphi} = C^{*\sigma} w^*$, получаем

$$(1 + \tilde{L}_t)^\varphi = (1 + \tilde{C}_t)^{-\sigma} (1 + \tilde{w}_t).$$

Наконец, после логарифмирования получаем запись функции предложения труда через переменные отклонения:

$$\varphi \tilde{L}_t = -\sigma \tilde{C}_t + \tilde{w}_t.$$

Воспользовавшись приближением $x_t^a \approx x^*(1 + a\tilde{x}_t)$ и спросом на деньги в равновесии $\Psi m^{*-\psi} C^{*\sigma} = \frac{R^*}{1+R^*}$, можно представить лог-линейное приближение для функции спроса на деньги:

$$-\psi \tilde{m}_t + \sigma \tilde{C}_t = \left(\frac{R_t}{1+R_t} \right) / \left(\frac{R^*}{1+R^*} \right).$$

Поскольку при низких ставках процента $R_t R^* \approx 0$, то $\left(\frac{R_t}{1+R_t} \right) / \left(\frac{R^*}{1+R^*} \right) \approx \frac{R_t}{R^*}$. Тогда итоговую лог-линейную запись для функции спроса на деньги можно представить в виде

$$\tilde{m}_t = \frac{\sigma}{\psi} \tilde{C}_t - \eta R_t,$$

где $\eta = \frac{1}{\psi R^*}$. Константу в уравнении спроса на деньги можно принять равной $1/\psi$ с тем, чтобы уравнение выполнялось в условиях равновесия.

Таким образом, линеаризация условий первого порядка относительно равновесного состояния дает следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_t &= E[\tilde{C}_{t+1}] + \frac{1}{\sigma} (E[\pi_{t+1}] - R_t - \ln \beta); \\ \tilde{m}_t &= \frac{\sigma}{\psi} \tilde{C}_t - \eta R_t; \\ \tilde{L}_t &= \frac{1}{\varphi} (\tilde{w}_t - \sigma \tilde{C}_t). \end{aligned}$$

Можно отметить, что динамика переменных-отклонений не зависит от параметров функции полезности Ψ и Φ . Кроме того, потребление оказывается независимым от денежного спроса и предложения

труда, а они оба зависят от потребления, но не друг от друга.

Для моделирования реального сектора сформулируем модель ценообразования на рынках несовершенной конкуренции и зададим производственную функцию.

Наибольшее распространение, в том числе по причине простоты, получили модели негибких цен [8]. Мы будем следовать популярной модели ценообразования *G. Calvo* [9] и *J. Rotemberg* [10]. В работе [6] описан вывод уравнения новой кейнсианской кривой Филлипса (НКРС) $\pi_t = \kappa \cdot \tilde{m}cr_t + \beta E[\pi_{t+1}]$, где κ – параметр Кальво, отражающий инерционность цен, а $\tilde{m}cr_t$ – отклонение от равновесного значения для реальных предельных издержек.

В этой простой модели не выделены явные внешнеэкономические связи. Однако, согласно *J. Gali* [11], спецификация НКРС для открытой экономики не отличается от полученной авторами. Отличаются только сами откалиброванные коэффициенты, что непринципиально для статистического оценивания, которое будет проведено ниже.

Рассмотрим выражение для предельных издержек:

$$MC = \frac{\partial(WL)}{\partial Y} = \frac{\partial WL}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial Y} = \frac{\frac{\partial WL}{\partial L}}{\frac{\partial Y}{\partial L}} = \frac{W + \frac{\partial W}{\partial L} L}{\frac{\partial Y}{\partial L}}.$$

В условиях несовершенной конкуренции на рынке труда ставка заработной платы не фиксирована для фирм. Тогда обозначим эластичность заработной платы по труду через ε_L^W и, задав производственную функцию в виде функции Кобба – Дугласа $Y = AL^\alpha$, получим предельные издержки:

$$MC = \frac{W(1 + \varepsilon_L^W)}{\alpha Y/L},$$

а реальные предельные издержки –

$$MCR = \frac{W(1 + \varepsilon_L^W)}{P \alpha Y/L}.$$

В логарифмах выражение для реальных предельных издержек принимает вид

$$mcr = w - y + l + \ln \left(\frac{1 + \varepsilon_L^W}{\alpha} \right),$$

где w – логарифм реальной заработной платы.

А с учетом производственной функции

$$mcr = w + \frac{1-\alpha}{\alpha} y - \frac{a_t}{\alpha} + \ln \left(\frac{1 + \varepsilon_L^W}{\alpha} \right),$$

где $a_t = \ln A_t$.

Лог-линейное приближение для реальных предельных издержек, записанное через отклонение от равновесных значений:

$$\tilde{mcr}_t = \tilde{w}_t - \tilde{Y}_t + \tilde{L}_t$$

или с учетом производственной функции и уравнения для реальных заработных плат:

$$\tilde{mcr}_t = \left(\frac{1-\alpha-\varphi}{\alpha} + \sigma \right) \tilde{Y}_t - \frac{1-\varphi}{\alpha} \tilde{A}_t.$$

Как видим, без учета изменений в совокупной факторной производительности реальные предельные издержки пропорциональны разрыву выпуска, что и используется зачастую для записи НКРС.

В литературе часто используется гибридная НКРС¹, предложенная *J. Gali* и *M. Gertler* [12] на основе эконометрических исследований:

$$\pi_t = \kappa \cdot \tilde{mcr}_t + \beta E[\pi_{t+1}] + \rho_\pi \pi_{t-1}.$$

Для того чтобы равновесная инфляция совпадала с целевым уровнем, необходимо выполнить условие $1 = \beta + \rho_\pi$.

Относительно гибридной модификации можно заметить, что наши предыдущие эконометрические исследования [13], а также исследования Национального банка Казахстана [14] указывают на инерционность инфляционных процессов.

Поскольку, как было показано выше, подходов к спецификации НКРС, так же, как и подходов к оцениванию ее параметров, существует большое множество, то в литературе можно встретить большой разброс статистических оценок. Например, для экономики США в исследовании [15] приводится обзор таких оценок (рис. 1).

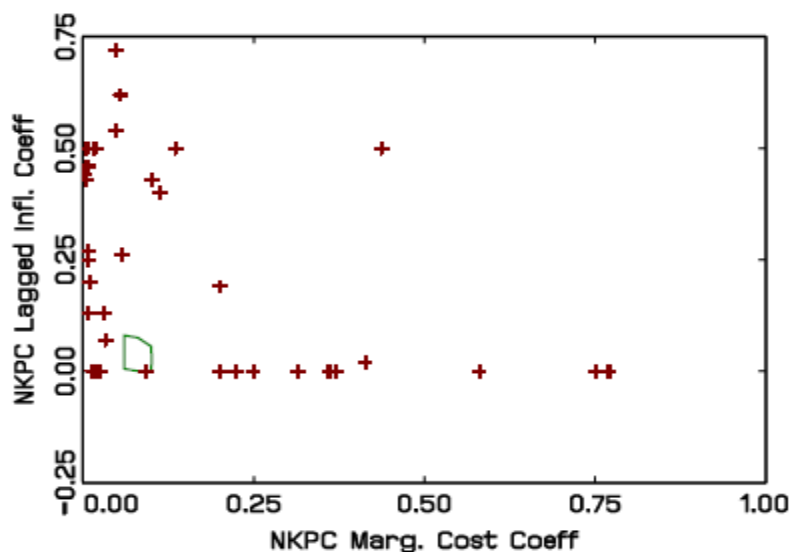


Рис. 1. Разброс оценок параметров НКРС в различных исследованиях по экономике США [15]

Национальные банки при разработке денежно-кредитной политики придерживаются правила Тейлора [16]:

$$R_t - \pi_t = \gamma + q_\pi (\pi_t - \pi^T) + q_y \tilde{Y}_t.$$

¹ Кроме того, можно указать еще одну спецификацию. В исследовании *J. Gali* и *M. Gertler* [12] высказали возражения против перехода от реальных предельных издержек к разрыву выпуска. Однако, поскольку предельные издержки являются ненаблюдаемой переменной, *J. Gali* и *M. Gertler* предложили использовать долю труда в ВВП $MCR = \frac{w \frac{dL}{dY}}{P} = \frac{w}{P} \frac{1}{\frac{dY}{dL}} = \frac{w}{P} \frac{1}{\frac{dY}{dL}} = \frac{wL}{aPY} = \frac{s}{a}$.

Правило Тейлора указывает, что реальная, т. е. за вычетом инфляции, базовая ставка должна расти при превышении инфляцией своего целевого значения и при положительном разрыве выпуска. При этом центральные банки руководствуются принципом Тейлора: для стабилизации экономики реакция ставки процента на отклонение инфляции от таргета должна быть больше 1 ($q_\pi > 1$).

Константа γ выбирается таким образом, чтобы в равновесном состоянии

($\pi_t = \pi^T$ и $\tilde{Y}_t = 0$) соблюдалось уравнение IS. Тогда $\gamma = -\rho$.

Поскольку ставка процента не может изменяться слишком часто и резко в ответ на изменения экономической конъюнктуры, центральные банки используют сглаживание:

$$R_t - \pi_t = \gamma + q_\pi(\pi_t - \pi^T) + q_y\tilde{Y}_t + \rho_R R_{t-1}.$$

В этом случае $\gamma = \rho_R(\pi - \rho) - \rho$.

Итоговая система состоит из следующих уравнений.

Уравнение для разрыва выпуска:

$$\tilde{Y}_t = E[\tilde{Y}_{t+1}] + \frac{1}{\sigma}(E[\pi_{t+1}] - R_t - \rho).$$

Функция спроса на деньги:

$$\tilde{m}_t = \frac{\sigma}{\psi}\tilde{Y}_t - \eta R_t.$$

Предложение труда:

$$\tilde{L}_t = \frac{1}{\varphi}(\tilde{w}_t - \sigma\tilde{Y}_t).$$

Новокейнсианская кривая Филлипса:

$$\pi_t = \kappa \cdot \tilde{m}\tilde{c}r_t + \beta E[\pi_{t+1}] + \rho_\pi \pi_{t-1}.$$

Реальные предельные издержки:

$$\tilde{m}\tilde{c}r_t = \tilde{w}_t - \tilde{Y}_t + \tilde{L}_t.$$

Производственная функция:

$$\tilde{Y}_t = \tilde{A}_t + \alpha\tilde{L}_t.$$

Уравнение Тейлора для процентной ставки:

$$R_t - \pi_t = \gamma + q_\pi(\pi_t - \pi^T) + q_y\tilde{Y}_t + \rho_R R_{t-1}.$$

Для практического использования построенной модели ее параметры должны быть откалиброваны и/или оценены. Поскольку для байесовского оценивания должны быть заданы параметры априорных распределений, мы используем оба подхода: откалиброванные значения параметров используются для задания параметров априорных распределений.

Калибрация параметров модели

При калибровке параметров модели мы будем следовать работе [17].

В исследовании [14, с. 25] норма дисконтирования β была оценена эконометрически на уровне 0,438 для продовольственных товаров и 0,375 – для непродовольственных, и эти значения кажутся слишком низкими. Заниженные оценки

могут являться эффектом, отмеченным в работе [18]: при оценивании «гибридного» НКРС лаговые переменные инфляции «вытесняют» будущие (*leads*), т. е. коэффициенты при ожиданиях оказываются заниженными или статистически незначимыми.

Более адекватные оценки были получены в диссертации Ж.Ш. Ишуовой [2] – 0,97. Б. Мухаметдиев оценил параметр β на уровне 0,98 [3].

Параметр β калибруется из следующих соображений. В равновесии уравнение Эйлера приобретает вид $\beta \left(\frac{E[c^*]}{c^*} \right)^{-\sigma} = \frac{(1+\pi^T)}{(1+R^*)}$. То есть $\beta = \frac{1+\pi^T}{1+R^*}$.

Цель по инфляции в Казахстане установлена в коридоре 5–7% (1,2–1,7% в квартал) и фактическая инфляция близка к этому уровню (5,3% к концу 2018 г.). Базовая ставка составляет 9,25% (2,2% в квартал). Соответственно, параметр β мы откалибруем на уровне 0,99.

Тогда параметр ρ будет равен $\rho = \ln\beta \approx -0,01$. Далее мы будем оценивать этот параметр независимо от β , чтобы различить норму дисконтирования домашних хозяйств и предприятий реального сектора, как это было сделано ранее в [6].

Параметр σ , отражающий эластичность межвременного замещения потребления, ранее мы калибровали на уровне 1, однако апостериорная оценка оказывалась близка к 4 (разброс оценок составил от 0,86 до 5,93 при средней 1,22). Б. Мухаметдиев оценил параметр на уровне 0,95 [3] – 1 [4] (хотя функция полезности несколько отличалась от нашей). В целом в литературе параметр σ часто задается на уровне 1 (см., например, [11]).

Параметр φ , обратный эластичности предложения труда по реальной заработной плате, калибровался на уровне 2,5 [3] – 3 [4]. В работе [2, с. 95] оцененное значение 7,69 признается крайне завышенным и в итоге принимается на уровне 3 (оценки выше 3 в литературе по DSGE-моделям не встречается).

В исследовании [19] эластичность спроса на деньги (агрегат M3) по доходу

оценена на уровне 2,82, по проценту – 0,04¹. Соответственно, мы зададим $\psi = 1/3$, $\eta = 0,04$.

Параметр $\kappa = \frac{(1-\omega)(1-\beta\omega)}{\omega}$ зависит от доли фирм с инерционными ценами ω . Для США этот параметр калибруется на уровне $2/3$ [11, с. 52], что означает, что в среднем цены остаются фиксированными на протяжении 3 кварталов ($\kappa = 0,17$). Для Казахстана можно ожидать, что цены более гибки, по крайней мере в сторону повышения. Например, $\omega = 0,7$ в [4] и $\kappa = 0,12$ [3].

Ориентация на эконометрические оценки других авторов затрудняется тем, что в основном в качестве фактора НКРС используются не реальные предельные издержки, а разрыв выпуска: 0,159 и 0,651 для продовольственных и непродовольственных товаров соответственно [14, с. 25]; 0,336 в [2, с. 94]; 0,2278 в [6].

Исходя из оценки $\omega = 0,7$ и наших оценок $\beta = 0,99$, мы установим параметр $\kappa = 0,132$.

Ранее мы оценивали коэффициент инерционности инфляции ρ_π на уровне 0,06 (разброс от 0,03 до 0,15, среднее 0,09)

[6] или 0,25–0,30 [13]. В исследовании [14, с. 25] параметр был оценен в 0,162 и 0,243 для продовольственных и непродовольственных товаров соответственно. Мы выберем параметр $\rho_\pi = 0,1$.

Ранее мы оценивали эластичность выпуска по труду α на уровне 0,185 [6].

В публикации сотрудников Национального банка Казахстана [5] содержится описание моделей, используемых для разработки процентной политики. На основе этой публикации мы определим $\rho_R = 0,75$, $q_R = 2,5$, $q_\pi = 0,5$. Цель по инфляции установлена Национальным банком Казахстана на уровне 7%, то есть $\pi^T = 0,07/4$.

Тогда константу в уравнении Тейлора зададим как $\gamma = \rho_R(\pi^T - \rho) - \rho = 0,027$.

Для калибровки коэффициентов автокорреляции шоков мы оценим модели вида $e_t = \rho e_{t-1} + \epsilon_t$, где e_t – случайные возмущения соответствующих переменных. Стандартная ошибка уравнения использовалась для калибровки среднеквадратического отклонения случайных возмущений (табл. 1).

Таблица 1

Параметры авторегрессионных моделей случайных шоков

Переменная	Автокорреляция случайных возмущений	Стандартные ошибки случайных возмущений
$\tilde{Y}_t$	0,737	0,020
$\tilde{m}_t$	0,821	0,049
$\tilde{L}_t$	0,445	0,007
π_t	0,130	0,016
R_t	0,857	0,003

Для расчета процентных отклонений (для переменных ВВП, численность наемных рабочих, дефлированная денежная масса M2, реальная заработная плата) вначале проводилось устранение сезонности с помощью процедуры *Census* в пакете EViews 7.0. Затем рассчитывалось сглаженное значение фильтром Ходрика – Прескотта в пакете EViews 7.0 (стандартный параметр для квартальных данных $\lambda = 1600$).

Наконец, рассчитывалось процентное отклонение

$$\tilde{z}_t = \ln \frac{z_sa_t}{z_t^*},$$

где $\tilde{z}_t$ – процентное отклонение для переменной z_t ; z_sa_t – значение переменной z_t после устранения сезонности; z_t^* – значение переменной z_t , сглаженное фильтром Ходрика – Прескотта.

Далее, используя байесовский подход, оценим откалиброванные значения параметров DSGE-модели экономики Казахстана.

¹ В диссертации Ж.Ш. Ишуовой отмечается, что параметр $\eta \in (0; 1)$, однако в итоге задается равным 4 [2, с. 99].

Оценка параметров модели

Байесовское оценивание пришло на смену традиционному эконометрическому оцениванию и калибровке параметров. Подход получает все большее распространение при оценивании параметров VAR- и DSGE-моделей [20–23]. Его особенностью является то, что при оценивании параметров используются не только статистические данные, но и априорные суждения. Априорная информация о значении параметров может быть получена из положений экономической науки, экспертных суждений, результатов предыдущих исследований. Использование априорных знаний позволяет компенсировать нехватку статистических данных на коротких временных рядах.

Априорные знания задаются в виде функций распределения $f(\theta)$ неизвестных параметров θ . Далее на основе имеющихся наблюдений y по формуле Байеса рассчитывается функция апостериорного распределения:

$$f(\theta|y) = \frac{f(y|\theta)f(\theta)}{f(y)} \propto L(y|\theta)f(\theta),$$

где $f(y)$ – функция плотности распределения наблюдений; $f(\theta)$ – функция априорного распределения параметров; $f(y|\theta) = L(y|\theta)$ – функция правдоподобия.

Таким образом, еще одной особенностью байесовского оценивания является использование функций распределения. Для получения точечных оценок рассчитывают математическое ожидание, медиану или моду апостериорного распределения $f(\theta|y)$.

В качестве априорных распределений принято использовать следующие функции (рис. 2):

- для положительных параметров моделей – гамма-распределение, для остальных – нормальное распределение (реже – равномерное);
- для авторегрессионных коэффициентов, которые принимают значения от 0 до 1, – бета-распределение;
- для среднеквадратических отклонений – обратное гамма-распределение.

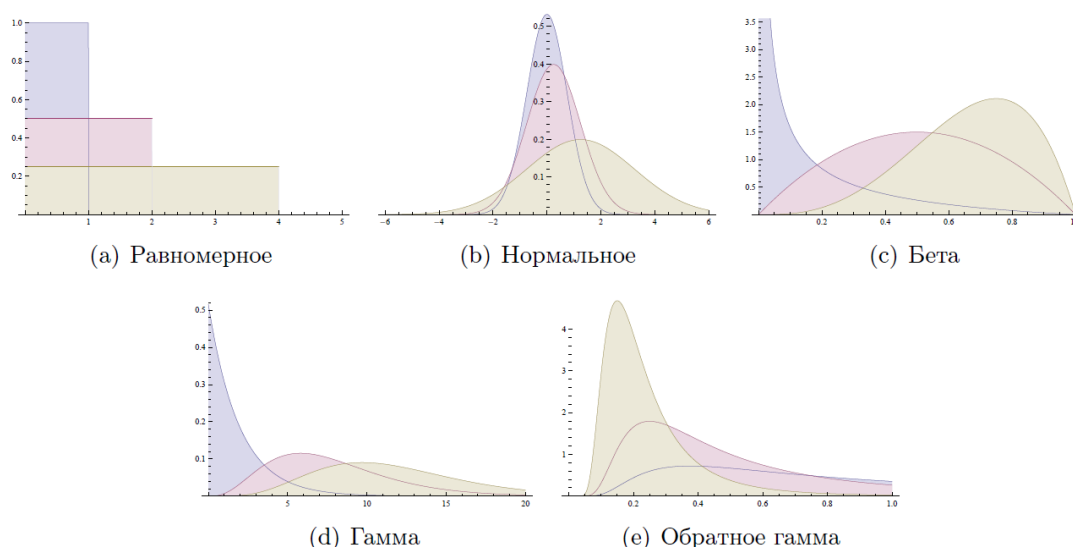


Рис. 2. Вид функций распределения в байесовском оценивании при различных значениях их параметров [24, с. 38]

Учитывая эти рекомендации, нам остается задать средние значения априорных распределений параметров на основе откалиброванных выше значений. Априорные значения дисперсии задаются обычно максимально возможными, чтобы не сужать диапазон оценивания.

Оценивание проводилось с помощью пакета Dynare на квартальных данных Комитета по статистике Казахстана с 2000 по 2017 гг. (данные по индексу реальной заработной платы – с 2004 г., табл. 2).

Таблица 2

Параметры DSGE-модели экономики Казахстана и параметры их распределений

Параметр	Распределение	Априорное среднее	Априорное стандартное отклонение	Апостериорное среднее
β	Гамма	0,99	0,009	0,9867
ρ	Гамма	0,01	0,009	0,0027
σ	Гамма	1	0,9	0,1817
φ	Гамма	3	2,9	12,0935
ψ	Гамма	1/3	0,3	0,6242
η	Гамма	0,04	0,03	0,0369
κ	Гамма	0,132	0,13	1,4638
ρ_{π}	Бета	0,1	0,09	0,0246
q_{π}	Гамма	2,5	1	2,5009
q_y	Гамма	0,5	0,2	0,1343
ρ_R	Бета	0,75	0,1	0,7828
γ	Нормальное	0,027	1	-0,0283
α	Гамма	0,185	0,18	0,0801
ρ_{γ}	Бета	0,737	0,2	0,8874
ρ_m	Бета	0,821	0,1	0,8664
ρ_L	Бета	0,445	0,2	0,6223
ρ_p	Бета	0,130	0,1	0,363
ρ_r	Бета	0,857	0,1	0,1158
ρ_A	Бета	0,7	0,3	0,8089
σ_{γ}	Обр. гамма	0,020	Inf	0,0212
σ_m	Обр. гамма	0,049	Inf	0,0191
σ_L	Обр. гамма	0,007	Inf	0,0461
σ_p	Обр. гамма	0,016	Inf	0,0051
σ_r	Обр. гамма	0,003	Inf	0,0467

Ниже представлены графики априорных и апостериорных распределений

для ключевых оцениваемых параметров (рис. 3).

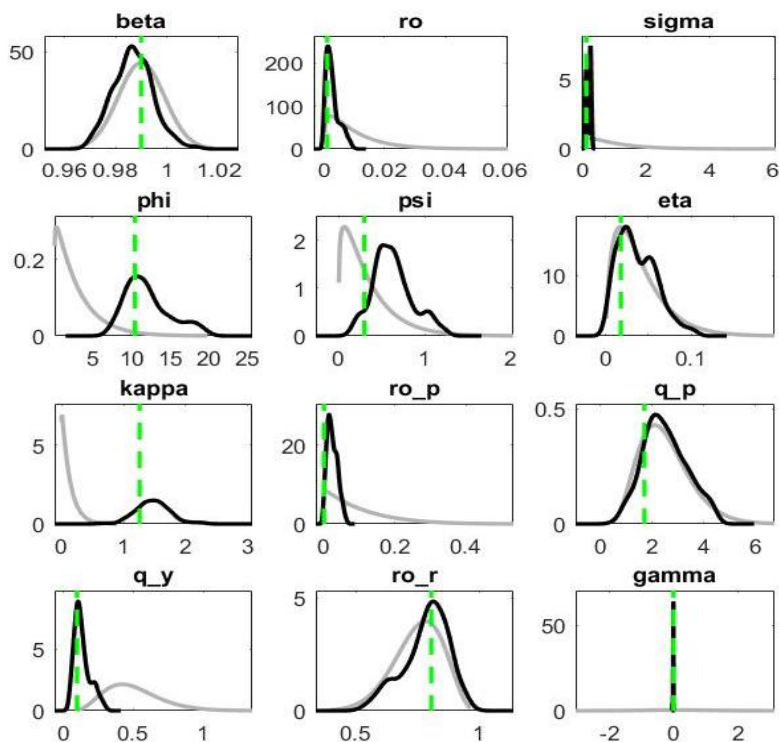


Рис. 3. Графики априорных (серый цвет) и апостериорных (черный) функций плотности распределения параметров DSGE-модели экономики Казахстана

При анализе полученных результатов обращают на себя внимание следующие моменты. Параметр σ , отражающий межвременное замещение потребления, оказался значительно меньше 1.

Наоборот, оценка параметра φ оказалась очень высокой, что говорит о низкой эластичности предложения труда к заработной плате. Аналогично, очень высокие оценки параметра κ (параметр отрицательно связан с долей фирм, не корректирующих цены) могут свидетельствовать о высокой инерционности инфляционных процессов. Оба результата говорят об институциональном несовершенстве рынков труда и товаров в Казахстане (результаты, ожидаемые для всего постсоветского пространства).

Оценки параметров правила Тейлора в целом подтверждают, что Национальный банк Казахстана в своей монетарной политике ориентируется на стабилизацию инфляции, практически не обращая внимания на стабилизацию выпуска.

Параметр ρ_p , учитывающий инерционность ценовых шоков, оказался гораздо выше значений, откалиброванных нами. И, наоборот, коэффициент ρ_r , отражаю-

щий инерционность шоков процентной ставки, оказывается близким к 0.

Далее проведем сценарные расчеты на основе оцененных параметров.

Численные эксперименты и анализ результатов

Оценим, как повлияют на эндогенные переменные, выраженные через отклонения от равновесных значений, шоки спроса, процентной ставки, цен и предложения труда. Все шоки по величине равны одному среднеквадратическому отклонению, оцененному выше для случайных возмущений. Расчеты проведены на 16 периодах, что соответствует 4 годам реального времени.

При росте совокупного спроса (рис. 4) ускоряется инфляция, и, следуя принципу Тейлора, Национальный банк повышает базовую ставку. Сдерживающая процентная политика снижает эффект от первоначального импульса совокупного спроса. Рост спроса на деньги вследствие роста дохода перевешивается снижением в результате роста процентной ставки. На рынке труда рост экономической активности вызывает повышение реальной заработной платы и предложения труда.

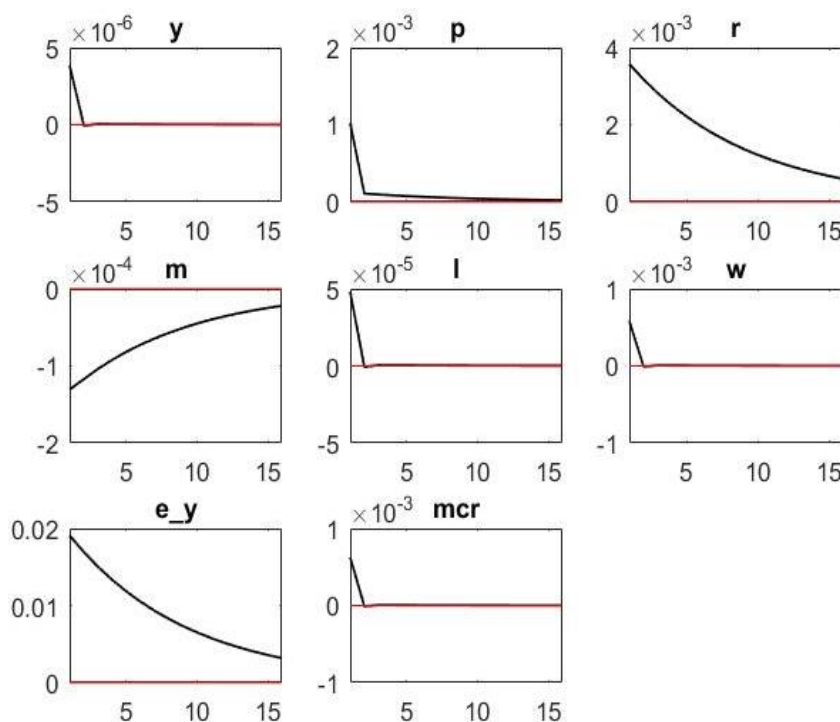


Рис. 4. Функции отклика при шоке спроса в DSGE-модели экономики Казахстана

Рост процентной ставки (рис. 5) приводит к отрицательному разрыву выпуска и снижению инфляции. Однако далее снижение инфляции ниже целевого уровня, установленного Национальным банком, приводит к необходимости сни-

жения ставки процента, что увеличивает спрос на деньги. Снижение экономической активности населения отражается на рынке труда в снижении заработной платы и уровня занятости.

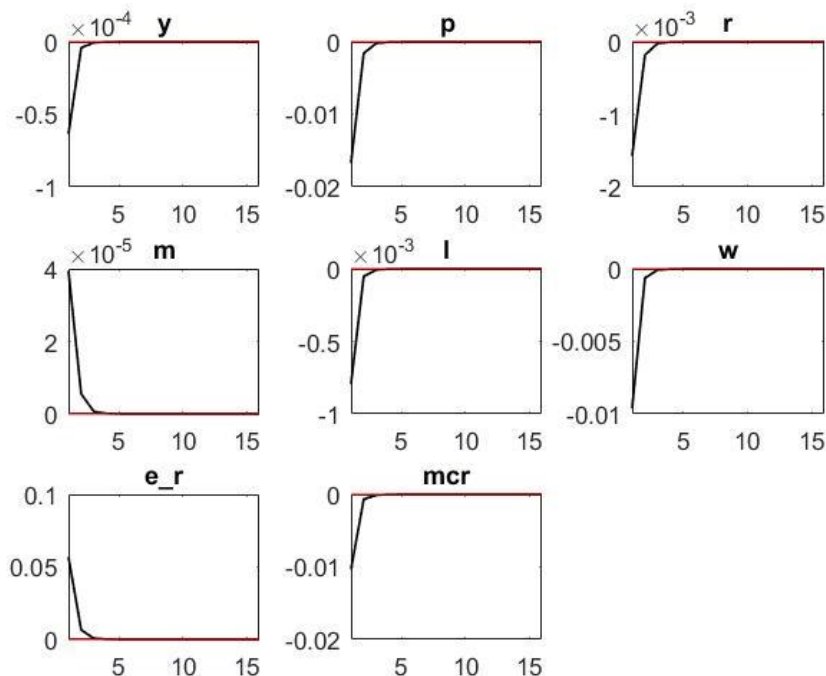


Рис. 5. Функции отклика при шоке процентной ставки в DSGE-модели экономики Казахстана

Экзогенный рост цен (рис. 6) заставляет денежный регулятор повысить базовую ставку, чтобы сдержать инфляцию. Рост цен и ставки процента вызы-

вают снижение выпуска ниже равновесного уровня, снижение спроса на деньги, уровня занятости населения и уровня заработной платы.

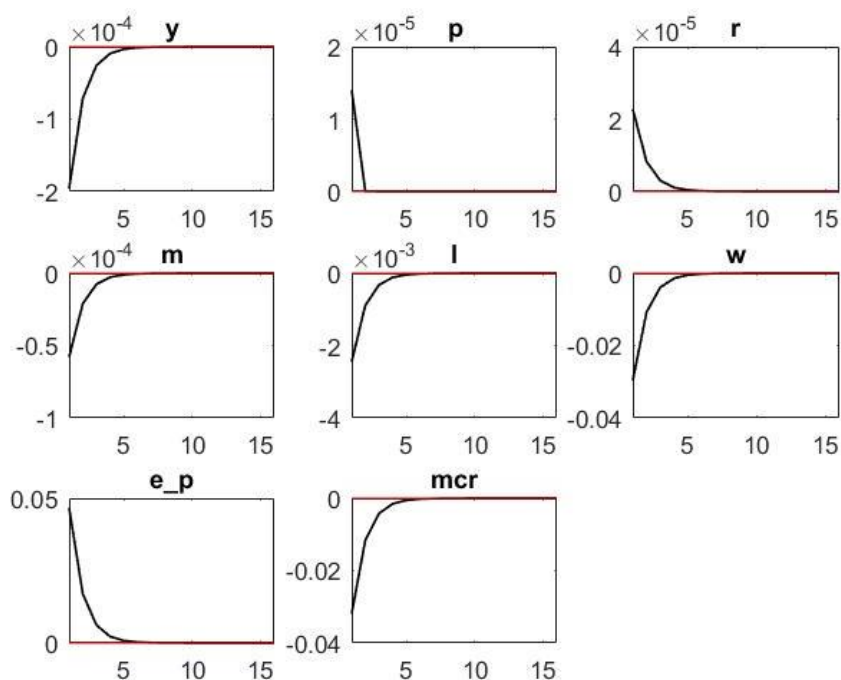


Рис. 6. Функции отклика при ценовом шоке в DSGE-модели экономики Казахстана

При росте предложения труда (рис. 7), что может быть вызвано выходом на рынок новых кадров, или притоком мигрантов, или изменением пенсионного возраста, снижается реальная заработная плата. Через реальные предельные издержки инфляция опускается ниже целевого уров-

ня, что вынуждает Национальный банк Казахстана снизить процентную ставку. Последнее увеличивает совокупный спрос (рост уровня занятости напрямую увеличивает экономическую активность населения) и спрос на деньги.

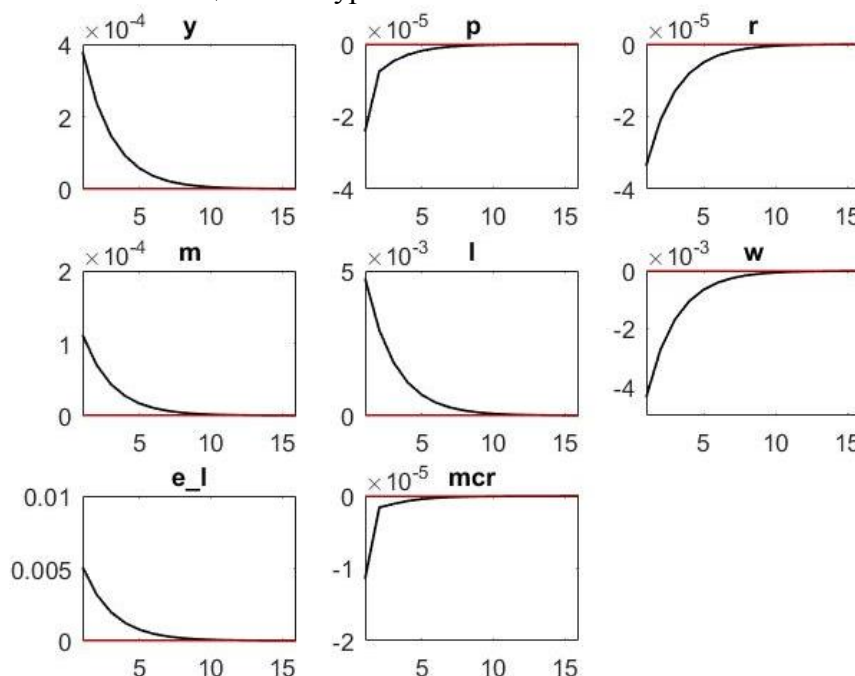


Рис. 7. Функции отклика при шоке предложения труда в DSGE-модели экономики Казахстана

Таким образом, разработанная DSGE-модель экономики Казахстана позволяет анализировать эффекты от изменений монетарной политики и оптимизации ее параметров.

Заключение

Описана малая DSGE-модель экономики Казахстана. Модель описывает поведение домашних хозяйств и предприятий реального сектора в условиях несовершенной конкуренции и негибких цен. Для сектора домашних хозяйств выведены уравнения потребления, спроса на деньги и предложения труда. Реальный сектор описывается с помощью производственной функции, уравнения реальных предельных издержек и кривой Филлипса. Замыкает систему уравнение Тейлора, описывающее процентную политику денежного регулятора в условиях инфляционного таргетирования.

Для оценивания параметров модели используется байесовский подход. Полученные оценки позволили сделать вывод о слабой чувствительности предложения труда к уровню заработной платы и об очень высокой инерционности инфляционных процессов. Последнее значительно усложняет антиинфляционную политику Национального банка Казахстана.

В дальнейшем модель может быть развита за счет учета таких средне- и долгосрочных факторов, как инвестиции в основной капитал и динамика основных фондов, фискальная политика государства. Добавление в модель параметров внешней торговли и мировой экономики позволит использовать построенную модель в качестве составного блока для модели Таможенного союза.

Список литературы

1. *Lim G.C., McNelis P.D.* Computational macroeconomics for the open economy. MIT Press, Cambridge, 2008. Pp. xiv, 231.
2. *Ишукова Ж.Ш.* Моделирование динамического стохастического общего равновесия и оценка влияния денежно-кредитной политики на экономический рост в Республике Казахстан: дисс. ... д-ра философии (PhD): 6D050600. Алматы, 2013. 162 с.
3. *Mukhamediyev B.* A small Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Economy of Kazakhstan // *EcoMod*. 2013. № 5330. URL: http://ecomod.net/system/files/Mukhamediyev_Prague%20Conf..docx (дата обращения: 10.01.2019).
4. *Mukhamediyev B.* Estimated DSGE Model for oil producing Economy of Kazakhstan // *The Macroeconomic Review*. 2014. Vol. 3, № 3. P. 1–13.
5. *Чернявский Д.О., Муқанов Н.С.* Внедрение правила денежно-кредитной политики в квартальную прогностическую модель Казахстана // *Деньги и кредит*. 2017. № 5. С. 40–46.
6. *Шульц Д.Н., Ошакбаев Р.С.* Динамическая стохастическая модель общего равновесия Казахстана // *Вестник Евразийской науки*. 2018. Т. 10, № 4. URL: <https://esj.today/PDF/25ECVN418.pdf> (дата обращения: 13.02.2019).
7. *Rational expectations and econometric practice* / ed. by Lucas R., Sargent T. The University of Minnesota Press, 1984. 689 p.
8. *Taylor J.* Staggered wage setting in a macro model // *The American Economic Review*. 1979. Vol. 69, № 2. P. 108–113.
9. *Calvo G.* Staggered contracts in a utility-maximizing framework // *Journal of Monetary Economics*. 1983. № 12. P. 383–398.
10. *Rotemberg J.* Sticky prices in the United States // *The Journal of Political Economy*. 1982. Vol. 90, № 6. P. 1187–1211.
11. *Gali J.* Monetary policy, inflation, and the business cycle: an introduction to the New Keynesian framework. Princeton University Press, 2008. 203 p.
12. *Gali J., Gertler M.* Inflation dynamics: A structural econometric analysis // *Journal of Monetary Economics*. 1999. Vol. 44, Iss. 2. P. 195–222.
13. *Ошакбаев Р.С., Кысыков А.Б., Шульц Д.Н.* Эконометрическое моделирование инфляционных процессов в Казахстане // *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*. 2017. № 7. URL: <http://uecs.ru/makroekonomika/item/4476-2017-07-03-10-12-30> (дата обращения: 06.05.2018).
14. *Тулеуов О.* Моделирование инфляционных процессов в Казахстане на основе новой кейнсианской кривой Филлипса // *Экономические исследования и аналитические записки Национального Банка Республики Казахстан*. 2016. № 2016-2. 25 с.
15. *Schorfheide F.* Estimation and evaluation of DSGE Models: Progress and challenges. In book: D. Acemoglu, M. Arellano, E. Dekel (Eds.). *Advances in economics and econometrics: Tenth World Congress*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 184–230.
16. *Taylor J.B.* Discretion versus policy rules in practice // *Carnegie-Rochester Conference series on Public Policy*. 1993. № 39. P. 195–214. URL: <http://web.stanford.edu/~johntayl/Papers/Discretion.PDF> (дата обращения: 01.04.2018).
17. *Зарецкий А.* Поиск оптимального варианта монетарной политики в Беларуси: результаты простой DSGE-модели. URL: <http://www.research.by/webroot/delivery/files/wp2012r06.pdf> (дата обращения: 03.02.2016).
18. *Fuhrer J.C.* The (Un)Importance of forward-looking behavior in price specifications // *Journal of money, credit, and banking*. 1997. Vol. 28, № 3. P. 338–350.
19. *Кучеренко Е.Б.* Моделирование спроса на деньги в Республики Казахстан // *Экономическое обозрение*. 2009. № 2–3. С. 15–19. URL: http://www.nationalbank.kz/cont/publish849202_6270.pdf (дата обращения: 16.12.2018).
20. *DeJong D., Dave C.* Structural Macroeconometrics. 2nd ed. Princeton: Princeton University Press, 2011. 418 p.
21. *Айвазян С.А.* Байесовский подход в эконометрическом анализе // *Прикладная эконометрика*. 2008. № 1 (9). С. 93–130.
22. *Зельнер А.* Байесовские методы в эконометрии. Пер. с англ. и предисл. Г.Г. Пирогова, Ю.П. Федоровского. М.: Статистика, 1980. 438 с.

23. Микушева А. Оценивание динамических стохастических моделей общего равновесия // Квантиль. 2014. № 12. С. 1–22.
24. Джонс К., Кулиш М. DSGE-моделирование в пакете Dynare: практическое введение // Квантиль. 2014. № 12. С. 23–44.

Статья поступила в редакцию 24.03.2019, принята к печати 29.05.2019

Сведения об авторах

Шульц Дмитрий Николаевич – кандидат экономических наук, директор по макроэкономическим исследованиям, Центр экономики инфраструктуры (Россия, 129110, г. Москва, ул. Гиляровского, 57; e-mail: shults@inbox.ru).

Кысыков Аскар Бауржанович – магистр экономики, аналитик, Центр прикладных исследований «ТАЛАП» (Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Ташенова, 8, оф. 77; e-mail: kyssykov@gmail.com).

References

1. Lim G.C., McNelis P.D. *Computational macroeconomics for the open economy*. MIT Press, Cambridge, 2008. xiv, 231 pp.
2. Ishuova Zh.Sh. *Modelirovanie dinamicheskogo stokhasticheskogo obshchego ravnovesiya i otsenka vliyaniya denezhno-kreditnoi politiki na ekonomicheskii rost v Respublike Kazakhstan*. Diss. doktora filosofii (PhD): 6D050600 [Modeling of dynamic stochastic general equilibrium and assessment of the impact monetary and credit policy on economic growth in the Kazakhstan republic. Dr. of phil. dis. (PhD): 6D050600]. Almaty, 2013. 162 p. (In Russian).
3. Mukhamediyev B. A small dynamic stochastic general equilibrium model of the economy of Kazakhstan. *EcoMod*, 2013, no. 5330. Available at: http://ecomod.net/system/files/Mukhamediyev_Prague%20Conf..docx (accessed 10.01.2019).
4. Mukhamediyev B. Estimated DSGE model for oil producing economy of Kazakhstan. *The Macroeconomic Review*, 2014, vol. 3, no. 3, pp. 1–13.
5. Chernyavskii D.O., Mukanov N.S. Vnedrenie pravila denezhno-kreditnoi politiki v kvartal'nyuyu prognosticheskuyu model' Kazakhstana [Introducing the monetary policy rule into a quarterly predictive model in Kazakhstan]. *Den'gi i kredit* [Russian Journal of Money and Finance], 2017, no. 5, pp. 40–46. (In Russian).
6. Shul'ts D.N., Oshakbaev R.S. Dinamicheskaya stokhasticheskaya model' obshchego ravnovesiya Kazakhstana [Dynamic stochastic general equilibrium model of Kazakhstan]. *Vestnik Evraziiskoi nauki* [The Eurasian Scientific Journal], 2018, vol. 10, no. 4. (In Russian) Available at: <https://esj.today/PDF/25ECVN418.pdf> (accessed 13.02.2019).
7. *Rational expectations and econometric practice*. Ed. by Lucas R., Sargent T. The University of Minnesota Press, 1984. 689 p.
8. Taylor J. Staggered wage setting in a macro model. *The American Economic Review*, 1979, vol. 69, no. 2, pp. 108–113.
9. Calvo G. Staggered contracts in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 1983, no. 12, pp. 383–398.
10. Rotemberg J. Sticky prices in the United States. *The Journal of Political Economy*, 1982, vol. 90, no. 6, pp. 1187–1211.
11. Gali J. *Monetary policy, inflation, and the business cycle: An introduction to the New Keynesian framework*. Princeton University Press, 2008. 203 p.
12. Gali J., Gertler M. Inflation dynamics: A structural econometric analysis. *Journal of Monetary Economics*, 1999, vol. 44, iss. 2, pp. 195–222.
13. Oshakbaev R.S., Kysykov A.B., Shul'ts D.N. Ekonometricheskoe modelirovanie inflyatsionnykh protsessov v Kazakhstane [Econometric modeling of inflation processes in Kazakhstan]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Economic System Management: Electronic Scientific Journal], 2017, no. 7. (In Russian) Available at: <http://uecs.ru/makroekonomika/item/4476-2017-07-03-10-12-30> (accessed 06.05.2018).
14. Tuleuov O. Modelirovanie inflyatsionnykh protsessov v Kazakhstane na osnove novoi keinsianskoi krivoi Fillipsa [Modeling of inflation processes in Kazakhstan on the new keynesian Phillips curve].

Ekonomicheskie issledovaniya i analiticheskie zapiski Natsional'nogo Banka Respubliki Kazakhstan [Economic studies and analytical papers of the National Bank of the Republic of Kazakhstan], 2016, no. 2016-2. 25 p.

15. Schorfheide F. *Estimation and evaluation of DSGE models: progress and challenges*. In Book: Acemoglu D., Arellano M., Dekel E. (Eds.). *Advances in economics and econometrics: Tenth World Congress (Econometric Society Monographs)*. Cambridge, Cambridge University Press, 2013, pp. 184–230.

16. Taylor J.B. Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference series on Public Policy*, 1993, no. 39, pp. 195–214. Available at: <http://web.stanford.edu/~johntayl/Papers/Discretion.PDF> (accessed 01.04.2018).

17. Zaretskii A. *Poisk optimal'nogo varianta monetarnoi politiki v Belarusi: rezul'taty prostoi DSGE-modeli* [Search for optimal option of monetary policy in Belorussia: Results of simple DSGE-model]. (In Russian) Available at: <http://www.research.by/webroot/delivery/files/wp2012r06.pdf> (accessed 03.02.2016).

18. Fuhrer J.C. The (Un)Importance of forward-looking behavior in price specifications. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1997, vol. 28, no. 3, pp. 338–350.

19. Kucherenko E.B. Modelirovanie sprosa na den'gi v Respubliki Kazakhstan [Modeling the demand for money in the Republic of Kazakhstan]. *Ekonomicheskoe obozrenie* [Economic Review], 2009, no. 2-3, pp. 15–19. (In Russian) Available at: http://www.nationalbank.kz/cont/publish849202_6270.pdf (accessed 16.12.2018).

20. DeJong D., Dave C. *Structural macroeconometrics*. 2nd ed. Princeton, Princeton University Press, 2011. 418 p.

21. Aivazyan S.A. Baiesovskii podkhod v ekonometricheskom analize [Bayesian methods in econometrics]. *Prikladnaya ekonometrika* [Applied Econometrics], 2008, no. 1 (9), pp. 93–130. (In Russian).

22. Zel'ner A. *Baiesovskie metody v ekonometrii*. Per. s angl. i predisl. G.G. Pirogova, Yu.P. Fedorovskogo [Bayesian methods in econometrics. Transl. and preface by Pirogov G.G., Federovskii Yu.P.]. Moscow, Statistika Publ., 1980. 438 p. (In Russian).

23. Mikusheva A. Otsenivanie dinamicheskikh stokhasticheskikh modelei obshchego ravnovesiya [Estimation of dynamic stochastic general equilibrium models]. *Kvantil'* [Quantile], 2014, no. 12, pp. 1–22. (In Russian).

24. Dzhons K., Kulish M. DSGE-modelirovanie v pakete Dynare: prakticheskoe vvedenie [A practical introduction to DSGE modelling with Dynare]. *Kvantil'* [Quantile], 2014, no.12, pp. 23–44. (In Russian).

Received March 24, 2019; accepted May 29, 2019

Information about the Authors

Shults Dmitriy Nikolaevich – Candidate of Economic Sciences, Director for Macroeconomic Research, Infrastructure Economics Center (57, Gilyarovskogo st., Moscow, 129110, Russia; e-mail: shults@inbox.ru).

Kysykov Askar Baurzhanovich – Master of Economic Sciences, Analyst, the Center of Applied Research “TALAP” (6, Tashenova st., off. 77, Astana, 010000, Kazakhstan; e-mail: kyssykov@gmail.com).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Шульц Д.Н., Кысыков А.Б. Оценивание параметров динамической стохастической модели общего равновесия экономики Казахстана на основе байесовского подхода // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 232–247. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-232-247

Please cite this article in English as:

Shults D.N., Kysykov A.B. Assessment of the parameters of dynamic stochastic general equilibrium model of Kazakhstan economy using Bayesian estimation. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika* = *Perm University Herald. Economy*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 232–247. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-232-247

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-248-267

УДК 332.14+332.012.2

ББК 65.04+65.013

JEL Code E17, E52, E61

РЕГИОНАЛЬНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ФИСКАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Серков Леонид АлександровичORCID ID: [0000-0002-3832-3978](https://orcid.org/0000-0002-3832-3978), e-mail: dsge2012@mail.ruИнститут экономики Уральского отделения Российской академии наук
(620014, Россия, г. Екатеринбург, Московская, 29)

Использование инструментария региональных динамических моделей для анализа экономики субъектов Российской Федерации, в частности для исследования региональных деловых циклов, является в настоящее время актуальной задачей. Это обусловливается необходимостью выработки системных представлений о факторах, условиях и предпосылках развития регионов, об особенностях и тенденциях динамики их отраслевой и территориальной структуры. Целью исследования является разработка динамической стохастической мультисекторной модели для анализа эффектов региональной экономической политики. Научной новизной исследования является разработка и реализация динамических моделей с микроэкономическим обоснованием для формализации процессов развития региональной социально-экономической системы, устойчивости региональной политики и пространственного развития. Подобный класс моделей, составляющий теоретический фундамент современной макроэкономики, используется в настоящее время преимущественно для анализа национальной экономики. Модели подобного класса, описывающие процессы в региональной экономике, практически отсутствуют. Предложенный авторский инструментарий построения региональной динамической стохастической модели общего равновесия описывает структуру реального сектора экономики Свердловской области. Параметризация модели осуществлялась на эмпирических данных экономики Свердловской области за 2003–2016 гг. В модели рассматривается поведение следующих экономических агентов: домашние хозяйства; фирмы, осуществляющие свою деятельность в реальном секторе экономики; региональное правительство; федеральное правительство; Центральный банк. С помощью функций импульсного отклика рассчитаны мультипликаторы для трех секторов экономики Свердловской области – сектора торгуемых товаров, сектора неторгуемых товаров и сырьевого сектора. Анализ фискальных мультипликаторов показал, что наибольшее влияние из рассматриваемых фискальных шоков на объемы выпуска в рассматриваемых секторах экономики оказывают шок эффективной налоговой ставки на доход физических лиц и шок региональных расходов. Применение инструментария в виде исторической декомпозиции региональных переменных показывает результаты влияния шоков спроса и предложения во временной ретроспективе на объемы выпуска во всех трех рассмотренных секторах региональной экономики. Результаты временной декомпозиции вариаций рассмотренных эндогенных переменных позволяют сделать вывод о том, что циклические процессы в региональной экономике Свердловской области в исследуемом периоде в большей мере обусловлены факторами предложения, а не факторами спроса. Результаты исследования могут использоваться как для анализа приоритетов региональной экономической политики, так и в процессе разработки мер, направленных на снижение вероятности возникновения кризисных явлений в региональной экономике. Представленный в статье общий тренд к построению мультисекторных моделей региональных экономик в рамках подхода общего равновесия с учетом микроэкономических обоснований и рациональных ожиданий экономических агентов акцентирует внимание на перспективах дальнейших исследований. В частности, для отражения специфики регионов необходимо учитывать в модели институциональные факторы соответствующего региона. Этот вопрос является интересной темой для будущих исследований в области моделирования региональных социально-экономических систем.

Ключевые слова: регион, региональная экономическая политика, динамическая стохастическая модель, сектор торгуемых товаров, сектор неторгуемых товаров, сырьевой сектор, фискальные мультипликаторы, шоки спроса, шоки предложения, функции импульсного отклика, историческая декомпозиция вариаций эндогенных переменных.

REGIONAL DYNAMIC STOCHASTIC GENERAL EQUILIBRIUM MODEL AS A TOOL FOR ANALYSIS OF FISCAL POLICY

Leonid Aleksandrovich Serkov

ORCID ID: 0000-0002-3832-3978, e-mail: dsge2012@mail.ru

Institute of Economics, the Ural branch of the Russian Academy of Sciences
(29, Moscow st., Ekaterinburg, 620014, Russia)

Using the tools of regional dynamic models for analyzing the economy of the constituent entities of the Russian Federation, in particular, for studying regional business cycles is currently an urgent task. It is determined by the need to develop system conceptions about the factors, conditions and prerequisites for the development of regions, about the features and trends of the dynamics of their sector and territorial structure. The purpose of the article is to develop a dynamic stochastic multi-sector model for analyzing the effects of regional economic policy. The scientific novelty of the research concerns the development and implementation of dynamic models with microeconomic justification to formalize the processes of regional development, the sustainability of regional policy and spatial development. Similar class of models, that forms the theoretical foundation of contemporary macro-economics, is currently used for the analysis of national economy mostly. Models of such class that describe the processes in the regional economy are practically absent. The original tools for the construction of a regional dynamic stochastic general equilibrium model, suggested by the authors, describe the structure of a real sector of the economy of Sverdlovsk region. Parameterization of the model was made on the empirical data basis about the economy of Sverdlovsk region for 2003–2016. The behaviour of the following economic operators has been considered in the model: households; firms operating in the real sector of economy, the regional and federal government, and the Central Bank. Fiscal multipliers for three sectors of the economy – tradable goods sector, non-tradable goods sector and resource sector have been calculated with impulse response functions. The analysis of fiscal multipliers has revealed that the shock of the effective tax rate on individual income and the shock of regional costs have the most significant effect on the output in the above considered sectors of economy among all the rest fiscal shocks. The use of the tools in the form of a historical decomposition of regional variables demonstrates the results of the impact of supply and demand shocks in a time perspective on the output in the three sectors of the regional economy. The results of temporal decomposition of the variations of the endogenous variables mentioned above suggest that the cyclic processes in the regional economy of Sverdlovsk region during the study period are largely due to factors of supply rather than demand. The research results may be used both for the analysis of the regional economic policy priorities and for the development of measures aimed at the decrease of possible crisis phenomena in the regional economy. The trend to the construction of multi-sector models of regional economy in the framework of general equilibrium approach with the macroeconomics justification and rational expectations of economic operators described in the article stresses the importance and prospects of further studies. In particular, to reflect the specifics of the regions, it is necessary to take into account the institutional factors of each region in the model. This issue is an interesting theme for further research in the field of modeling of regional social and economic systems.

Keywords: region, regional economic policy, dynamic stochastic model, tradable and non-tradable goods sector, resource sector, fiscal multipliers, demand shocks, supply shocks, impulse response functions, historical decomposition of variations of endogenous variables.

Введение

Необходимость устойчивого развития регионов предопределяет разработку методического инструментария анализа экономической политики регионов и формирования стратегии их развития. Это становится тем более актуальным в связи с утверждением концепции пространственного развития регионов. Кроме того, актуальность использования подобного инструментария определяется необходимостью выработки системных представлений

о факторах, условиях и предпосылках развития регионов, об особенностях и тенденциях динамики их отраслевой и территориальной структуры.

Поэтому важной задачей является разработка динамической модели субъекта федерации, обладающей обоснованным инструментарием анализа региональных социально-экономических процессов. В качестве подобной модели в статье предлагается использовать динамическую стохастическую модель общего равновесия (DSGE-модель). DSGE-модели являются

мощным инструментом для разработки монетарной и фискальной политики. С помощью этих моделей можно анализировать структурные изменения в экономике и причинно-следственные связи между переменными. Поэтому данный инструментарий используется при исследовании национальных экономик во многих странах [1–3].

Подавляющее большинство работ с использованием DSGE-моделей посвящено исследованию макроэкономической политики национальных экономик. Например, в статьях [4; 5] посредством DSGE-моделей анализируется макроэкономика России. Имеется лишь незначительное число работ, в которых рассматривается регион и, соответственно, анализируется региональная экономическая политика [6–8]. Однако в перечисленных публикациях рассматривается лишь взаимодействие регионов с центром и не рассматривается взаимодействие регионов между собой. В исследовании [8] рассмотрена компактная DSGE-модель региональной экономики, лишенная этих недостатков. Вместе с тем эта модель не может считаться полноправной региональной моделью, так как она не отражает особенностей структуры реального сектора экономики. В свою очередь, особенности структуры реального сектора экономики могут являться причинами инфляционного дифференциала между регионами, различий в переносе валютного курса и т. д.

Отсутствие научного интереса к анализу региональных моделей в докризисный период (2008 г.) вызвано тем, что исследователей DSGE-моделей в этот период интересовал только анализ монетарной политики. Многие ученые считали фискальную политику недостаточно пригодным инструментом противодействия шокам. В посткризисный период эта точка зрения была изменена и, соответственно, появился интерес к анализу фискальной политики.

Таким образом, использование динамических субъектных моделей в качестве инструмента анализа региональной экономической политики является акту-

альной задачей, а получаемые при этом результаты оригинальными.

Исходя из вышесказанного, целью настоящего исследования является применение инструментария динамических стохастических моделей к анализу региональных социально-экономических процессов. Решение данной задачи осуществляется на основе мультисекторной DSGE-модели, параметры которой оцениваются на статистических данных экономики Свердловской области.

Методология исследования и описание модели

В предлагаемой публикации представлена мультисекторная региональная DSGE-модель, отражающая структуру реального сектора экономики Свердловской области. Составной частью модели являются домашние хозяйства, фирмы, региональное и федеральное правительство, Центробанк Российской Федерации. Структура реального сектора экономики модели схематично показана на рис. 1.

Как следует из рис. 1, в модели рассматриваются следующие типы фирм:

1. Производители сырьевого сектора экономики (сектор добычи полезных ископаемых) (далее Х-сектор).
2. Производители торгуемых товаров (обрабатывающий сектор) (далее М-сектор).
3. Производители неторгуемых товаров и услуг (далее N-сектор).
4. Импортеры (ввоз товаров из других регионов) (далее F-сектор).
5. Производители конечных товаров и услуг.

Отметим, что вышеописанные секторы экономики в полной мере отражают структуру реального сектора экономики Свердловской области. В качестве базовой схемы описания реального сектора экономики используется мультисекторная модель, представленная в работе [9]. Параметризация модели осуществлялась на эмпирических данных экономики Свердловской области. Модель экономики Свердловской области ввиду малой доли валового регионального продукта по сравнению с

ВВП РФ (примерно 2,4 %) может рассматриваться как модель малой открытой экономики¹. Рассматриваемый регион² обменивается ресурсами с другими регионами России и правительством. Взаимодействие

регионов с остальным миром и, соответственно, перенос обменного курса в модели не учитывается, так как, по мнению автора, подобная детализация не влияет на основные результаты работы.



Рис. 1. Структура реального сектора экономики мультисекторной региональной DSGE-модели

В исследовании применяется подход общего равновесия (DSGE-подход), согласно которому экономические агенты оптимизируют свою целевую функцию при определенных ограничениях: домохозяйства на бесконечном горизонте оптимизируют свои траектории потребления и часы досуга; фирмы оптимизируют ожидаемый поток прибыли при заданном технологическом ограничении.

¹ На макроэкономическом уровне, так как Свердловская область в некоторых отраслях промышленности доминирует над другими регионами.

² В дальнейшем домашний регион.

Достоинством модели является то, что каждое ее уравнение является структурным поведенческим правилом, получаемым из микроэкономических обоснований. Исследуемая мультисекторная модель является DSGE-моделью с рациональными ожиданиями экономических агентов [10–12]. Модель имеет неокейнсианские особенности, такие как жесткие цены и жесткая заработная плата³. В модели отражен

³ В публикации [8] представлена региональная односекторная DSGE-модель с жесткими и гибкими заработными платами. Доказано незначительное отличие влияния фискальных шоков для этих двух сценариев на основные региональные показатели.

факт неполного переноса цен в домашнем регионе и оставшейся части России. Предлагаемая модель разработана в соответствии с общими правилами построения DSGE-моделей [12–15].

Охарактеризуем субъекты экономики мультисекторной региональной DSGE-модели.

1. **Домашние хозяйства.** Континуальное множество репрезентативных домохозяйств с индексом $h \in [0,1]$ получает полезность от потребления конечного продукта и досуга. Предполагается существование домашних хозяйств двух типов. Первый тип домохозяйств – домохозяйства рикардиянского типа – обладает финансовыми активами. Эти домохозяйства сглаживают свое межвременное потребление, и их доля составляет $1 - \lambda$. Домохозяйства второго типа (нерикардиянские домохозяйства) не обладают финансовыми активами, и их доля составляет λ . Получаемый ими трудовой доход в течение каждого периода жизненного цикла они полностью расходуют на потребление.

Репрезентативные рикардиянские домохозяйства в каждом периоде времени t максимизируют с учетом дисконтирования ожидаемую сумму значений функции полезности и функции затраченного на труд времени (функции досуга):

$$\max E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [U(C_{h,t}^R) - V(N_{h,t}^R)] \right\}, \quad (1)$$

где E_0 – оператор рациональных ожиданий (математическое ожидание переменной при условии доступной в периоде $t=0$ информации), β – коэффициент дисконтирования ($0 < \beta < 1$), $N_{h,t}^R$ – количество отработанных часов, $C_{h,t}^R$ – объем потребления композитного продукта, составленного из продукта, который производится в домашнем регионе, и продукта, импортируемого из остальных регионов.

Домохозяйства, являющиеся держателями активов, решают задачу оптимизации (1) при динамическом бюджетном ограничении

$$\begin{aligned} (1 + \tau_{c,t})C_{h,t}^R + I_{i,h,t}^R + \frac{B_{h,t}}{(1+r_t)P_t} + \frac{B_{h,t}^c}{(1+r_t^c)P_t\Phi(A_t)} = \\ = \frac{B_{h,t-1}}{P_t} + \frac{B_{h,t-1}^c}{P_t} + \sum_{i=X,M,N} \left(\frac{(1-\tau_{h,t})W_{i,h,t}}{P_t} N_{i,h,t}^R + \right. \\ \left. + (1-\tau_{k,t})r_{i,t}^k K_{i,h,t}^R \right) + (1-\tau_{p,t})Pr_t, \end{aligned} \quad (2)$$

где $B_{h,t}$, $B_{h,t}^c$ – однопериодные долговые региональные и федеральные обязательства (в номинальном выражении); r_t и r_t^c – процентные ставки по этим обязательствам в номинальном выражении; $r_{i,t}^k$ – стоимость капитала в i -м секторе экономики ($i = X, M, N$); $W_{i,h,t}$ – стоимость одного часа трудовых ресурсов в номинальном выражении в i -м секторе; $I_{h,t}^R$ – реальный объем инвестиций ($I_{h,t}^R = I_{X,h,t}^R + I_{M,h,t}^R + I_{N,h,t}^R$); P_t – индекс уровня цен в регионе (индекс потребительских цен); P_t^* – аналогичный индекс уровня цен в Российской Федерации; Pr_t – реальная прибыль фирм ($Pr_t = Pr_{X,h,t}^R + Pr_{M,h,t}^R + Pr_{N,h,t}^R$); $\tau_{c,t}$, $\tau_{h,t}$, $\tau_{k,t}$, $\tau_{p,t}$ – эффективные ставки¹ искажающих налогов: налога на добавленную стоимость (косвенного налога на потребителя), налога с дохода физических лиц, налога на капитал (налог на имущество и налоги от продажи акций) и налога с прибыли соответственно. В бюджетном ограничении (2) функция $\Phi(A_t)$ характеризует премию за риск владения федеральными ценными бумагами, при этом $A_t = \frac{B_{h,t}^c}{P_t}$.

Накопление капитала рикардиянскими домохозяйствами, владеющими финансовыми активами, в каждом i -м секторе происходит с учетом издержек по трансформации инвестиций в капитал, т. е. издержками на введение нового капитала. Уравнение накопления капитала имеет вид

$$K_{i,h,t+1}^R = (1 - \delta)K_{i,h,t}^R + f\left(\frac{I_{i,t}^R}{K_{i,h,t}^R}\right)K_{i,h,t}^R, \quad (3)$$

где δ – норма амортизации. Предполагает-

¹ Ставки, по которым реально собираются налоги, или отношение поступлений к налогооблагаемой базе. Именно они важны с экономической точки зрения.

ся, что функция трансформации $f' > 0, f'' \leq 0, f'(\delta) = 1, f(\delta) = \delta$.

Нерикардрианские домохозяйства потребляют весь свой получаемый в текущем периоде доход $C_{h,t}^N$. Бюджетное ограничение для этого типа домохозяйств имеет вид

$$(1 + \tau_{c,t})C_{h,t}^N = \sum_{i=X,M,N} \left(\frac{(1 - \tau_{h,t})W_{i,h,t}}{P_t} N_{i,h,t}^N \right). \quad (4)$$

Функция полезности для домашних хозяйств, имеющих активы, $U(C_{h,t}^R) \equiv (C_{h,t}^R)^{1-\sigma} / (1-\sigma)$, а функция досуга $V(N_{h,t}^R) \equiv (N_{h,t}^R)^{1+\phi} / (1+\phi)$, где σ – параметр, обратный эластичности межвременного замещения, ϕ – параметр, обратный эластичности предложения труда. Предполагается, что уровень рабочих часов одинаков у обеих групп домохозяйств: $N_{h,t}^R = N_{h,t}^N = N_{h,t}$.

Кроме того, домашние хозяйства являются монополистами на рынке предложения трудовых услуг и определяют желаемый уровень заработной платы. Предполагается жесткость заработной платы по типу Calvo [16], и каждому домохозяйству разрешено на начало периода t с вероятностью $(1 - \phi_i^W)$ изменять желаемый уровень заработной платы $\tilde{W}_{i,h,t}$ ($i = X, M, N$). В случае отсутствия такой возможности новый уровень заработной платы индексируется с учетом региональной инфляции с вероятностью ϕ_i^W . Для определения $\tilde{W}_{i,h,t}$ для каждого сектора $i = X, M, N$ домохозяйство решает следующую задачу максимизации:

$$\max_{\tilde{W}_{i,h,t+l}} E_0 \left[\sum_{l=0}^{\infty} (\beta \phi_i^W)^l \left(U(C_{h,t+l}) - V(N_{i,h,t+l}) + \lambda_{t+l} \pi^l (1 - \tau_{h,t}) \right) \right], \quad (5)$$

по отношению к $N_{i,h,t+l}$, где λ_{t+l} – множитель Лагранжа, π – стационарный уровень инфляции в регионе.

Агрегированное совокупное потребление обеих типов домохозяйств $C_t = (1 - \lambda)C_{h,t}^R + \lambda C_{h,t}^N$, капитал $K_t = (1 - \lambda)K_{i,h,t}$, инвестиции $I_t = (1 - \lambda)I_{i,h,t}$, $\text{Pr}_t = (1 - \lambda)\text{Pr}_{i,h,t}$, количество отработанных часов

$N_t = (1 - \lambda)N_{i,h,t}^R + \lambda N_{i,h,t}^N$. При этом $N_{h,t} = N_{X,h,t}^{(1+\zeta)/\zeta} + N_{M,h,t}^{(1+\xi)/\xi} + N_{N,h,t}^{(1+\xi)/\xi}$, где параметр предпочтения $\xi > 0$.

2. Сырьевой сектор экономики.

Производство в этом секторе моделируется с учетом важности использования природных ресурсов в экономике Свердловской области. Этот сектор представлен репрезентативной фирмой, использующей агрегированный (в объеме сектора) капитал $K_{X,t}$, труд $N_{X,t}$ и природные ресурсы L_t . Объем выпуска продукции в сырьевом секторе описывается функцией

$$Y_{X,t} = (K_{X,t})^{\alpha_X} (N_{X,t})^{\gamma_X} (L_t)^{\eta_X}, \quad (6)$$

где $\alpha_X, \gamma_X, \eta_X$ – доли соответствующих факторов производства в сырьевом секторе, в сумме равные единице. Хотя большинство природных ресурсов Свердловской области являются невозобновляемыми, изменение их количества L_t условно (в рамках модели) подчиняется авторегрессионному AR(1) уравнению

$$\text{Log}(L_t) = \rho_L \text{Log}(L_{t-1}) + \varepsilon_{L,t}, \quad (7)$$

где ρ_L – авторегрессионный коэффициент ($\rho_L \in (0,1)$), $\varepsilon_{L,t} \sim N(0, \sigma_L)$ – положительный нормально распределенный шок с нулевым средним и стандартным отклонением σ_L , означающий, в частности, открытие новых месторождений.

Предполагается, что продукт сырьевого сектора экономики распределяется между потреблением в секторах торгуемых и неторгуемых товаров домашнего региона и экспортируется в другие регионы (рис. 1).

Номинальная цена $P_{X,t}^*$ продуктов сырьевого сектора определяется экзогенно на мировом биржевом рынке, деноминируется в долларах и изменяется в соответствии с AR(1) уравнением

$$\text{Log}(P_{X,t}^*) = \rho_{P,X} \text{Log}(P_{X,t-1}^*) + \varepsilon_{P_{X,t}}, \quad (8)$$

Производители сырьевого продукта решают задачу условной оптимизации путем максимизации целевой функции при заданных значениях $P_{X,t}^*, r_{X,t}^k, W_{X,t}, L_t$

$$\max_{K_{X,t}, N_{X,t}, L_t} (e_t P_{X,t}^* Y_{X,t} - r_{X,t}^k K_{X,t} - W_{X,t} N_{X,t} - P_{L,t} L_t) / P_t \quad (9)$$

по отношению к объему выпуска (5). Отметим, что задача оптимизации (9) является статической, так как на рынке сырьевых товаров отсутствуют номинальные и реальные «жесткости». Из условий первого порядка определяются значения переменных

$$r_{X,t}^k = \alpha_X s_t p_{X,t}^* Y_{X,t} / K_{X,t}, \quad (10)$$

$$W_{X,t} = \gamma_X s_t p_{X,t}^* Y_{X,t} / N_{X,t}, \quad (11)$$

$$P_{L,t} = \eta_X s_t p_{X,t}^* Y_{X,t} / L_t. \quad (12)$$

В выражениях (8) – (11) e_t – номинальный обменный курс рубля к доллару, $s_t = e_t P_{f,t}^* / P_t^*$ – реальный обменный курс рубля к доллару, $p_{X,t}^* = P_{X,t}^* / P_{f,t}^*$ – реальная цена сырьевых товаров на биржевом рынке (в долларах), $P_{f,t}^*$ – уровень цен в остальном мире, определяемый экзогенно аналогично (8).

3. Сектор торгуемых товаров.

Этот сектор представлен континуальным множеством репрезентативных фирм (фирмам присваивается индекс $j \in [0,1]$). Фирмы этого сектора промежуточных товаров действуют в условиях несовершенной конкуренции. Объем выпуска продукции в этом секторе описывается функцией $Y_{M,j,t} = A_{M,t} (K_{M,j,t})^{\alpha_M} (N_{M,j,t})^{\gamma_M} (Y_{X,j,t}^M)^{\eta_M}$, $(\alpha_M + \gamma_M + \eta_M = 1)$, (13)

где $A_{M,t}$ является технологическим шоком и подчиняется уравнению

$$\text{Log}(A_{M,t}) = \rho_{A_M} \text{Log}(A_{M,t-1}) + \varepsilon_{M,t}^A. \quad (14)$$

Продукция сектора торгуемых товаров распределяется между внутренним потреблением и экспортом в другие регионы, $Y_{M,j,t} = Y_{M,j,t}^d + Y_{M,j,t}^{\text{ex}}$. Функция внешнего спроса для экспортируемых товаров

$$Y_{M,t}^{\text{ex}} = w_{\text{ex}} \left(\frac{P_{M,t}}{P_t^*} \right) Y_t^*, \quad \text{где } w_{\text{ex}} - \text{доля потребляемых в других регионах продукции домашнего сектора товаров, } Y_t^* - \text{экзогенно заданный суммарный объем выпуска продукции в других регионах (ВВП России), } P_t^* - \text{индекс потребительских цен России.}$$

При моделировании экспорта предполагается, что фирмы-экспортеры приобретают однородный продукт, произведенный в домашнем регионе, разбивают его на множество брендов, которые поставляются в сторонние регионы. При этом неявно полагается, что все потребители (как домашнего, так и сторонних регионов) имеют одинаковые предпочтения для домашних товаров.

Получаемая прибыль в секторе торгуемых товаров в период $t + l$ определяется как

$$\text{Pr}_{M,j,t+l} = \tilde{P}_{M,j,t+l} Y_{M,j,t+l} - r_{M,t+l}^k K_{M,j,t+l} - W_{M,j,t+l} N_{M,j,t+l} - e_{t+l} P_{X,t+l}^* Y_{X,j,t+l}^M, \quad (15)$$

где $Y_{X,t+l}^M$ – продукция сырьевого сектора, используемая при производстве торгуемых товаров.

Решение задачи условной межвременной оптимизации приводит к уравнениям для функций спроса на капитал, труд и сырьевые товары:

$$r_{M,t}^k = \alpha_M Y_{M,j,t} \zeta_{M,t} / K_{M,j,t}, \quad (16)$$

$$W_{M,t} = \gamma_M \zeta_{M,t} Y_{M,j,t} / N_{M,j,t}, \quad (17)$$

$$s_t p_{X,t}^* = \eta_M \zeta_{M,t} Y_{M,j,t} / Y_{X,j,t}^M, \quad (18)$$

где $\zeta_{M,t}$ – реальные предельные издержки фирм сектора торгуемых товаров.

Фирмы сектора торгуемых товаров имеют возможность самостоятельно изменять цены. Исследуемая модель предполагает номинальную жесткость цен по методу Calvo [16]. При этом каждой фирме разрешено на начало периода t с вероятностью $(1 - \phi_M^P)$ изменять уровень цен в секторе. При этом фирмы берут на себя обязательство продать любое количество продукции, на которую будет предъявлен спрос по установленной цене. В случае отсутствия возможности установления новых цен текущий уровень цен индексируется с учетом региональной инфляции с вероятностью ϕ_M^P .

Предположим, в момент t фирма получает сигнал об установлении новой цены. Она выбирает такое значение цены, которое максимизирует ожидаемый будущий поток прибылей:

$$\tilde{P}_{M,j,t} = \arg \max_{\tilde{P}_{M,j,t}} E_t \left[\sum_{l=0}^{\infty} (\beta \phi_M^p)^l \Lambda_{t,t+l} \Pr_{M,j,t+l}(\tilde{P}_{M,j,t}) \right]$$

при условии $Y_{M,j,t+l} = \left(\frac{\tilde{P}_{M,j,t}}{P_{M,t+l}} \right)^{-\theta} Y_{M,t+l}$. В вы-

ражении для оптимальной цены $\Lambda_{t,t+l}$ – стохастический дисконт – фактор номинальных доходов, а прибыль записывается в виде $\Pr_{M,j,t+l} = (\tilde{P}_{M,j,t} / P_{t+l} - \zeta_{M,t+l}) Y_{M,j,t+l}$.

Таким образом, в результате оптимизации определяется цена $\tilde{P}_{M,j,t} = \tilde{P}_{M,j,t} / P_t =$

$$= \frac{\theta E_t \left(\sum_{l=0}^{\infty} (\beta \phi_M^p)^l \Lambda_{t,t+l} \zeta_{M,t+l} \left(\tilde{P}_{M,j,t} / P_{M,j,t+l} \right)^{-\theta} Y_{M,t+l} \prod_{k=1}^l \pi^{-\theta} \pi_{t+k}^{\theta} \right)}{\theta - 1 E_t \left(\sum_{l=0}^{\infty} (\beta \phi_M^p)^l \Lambda_{t,t+l} \left(\tilde{P}_{M,j,t} / P_{M,j,t+l} \right)^{-\theta} Y_{M,t+l} \prod_{k=1}^l \pi_{t+k}^{l(1-\theta)} \right)}.$$

4. Сектор неторгуемых товаров.

Этот сектор также представлен континуальным множеством репрезентативных фирм (фирмам присваивается индекс $j \in [0,1]$). Производство в этом секторе моделируется аналогично производству в секторе торгуемых товаров за исключением того, что продукция сектора неторгуемых товаров не экспортируется в другие регионы. Объем выпуска в этом секторе описывается функцией

$$Y_{N,j,t} = A_{N,t} (K_{N,j,t})^{\alpha_N} (N_{N,j,t})^{\gamma_N} (Y_{X,j,t}^N)^{\eta_N},$$

$$(\alpha_N + \gamma_N + \eta_N = 1), \quad (19)$$

где технологический фактор $\text{Log}(A_{N,t}) =$

$$= \rho_{A,N} \text{Log}(A_{N,t-1}) + \varepsilon_{N,t}^A.$$

Получаемая прибыль в секторе неторгуемых товаров в период $t+l$ определяется как

$$\Pr_{N,j,t+l} = P_{N,j,t+l} Y_{N,j,t+l} - r_{N,t+l}^k K_{N,j,t+l} - W_{N,t+l} N_{N,j,t+l} - e_{t+l} P_{X,j,t+l}^* Y_{X,j,t+l}^N, \quad (20)$$

где $Y_{X,j,t+l}^N$ – продукция сырьевого сектора, используемая при производстве неторгуемых товаров.

Решение задачи условной межвременной оптимизации приводит к уравнениям для функций спроса на капитал, труд и сырьевые товары в секторе неторгуемых товаров

$$r_{N,t}^k = \alpha_N Y_{N,j,t} \zeta_{N,t} / K_{N,j,t}, \quad (21)$$

$$w_{N,t} = \gamma_N \zeta_{N,t} Y_{N,j,t} / N_{N,j,t}, \quad (22)$$

$$s_t p_{X,t}^* = \eta_N \zeta_{N,t} Y_{N,j,t} / Y_{X,j,t}^N, \quad (23)$$

где $\zeta_{N,t}$ – реальные предельные издержки фирм сектора неторгуемых товаров.

Фирмы в секторе неторгуемых товаров (аналогично фирмам сектора торгуемых товаров) действуют в условиях несовершенной конкуренции. Поэтому предполагается также номинальная жесткость цен в соответствии с подходом *Calvo*. Максимизация прибыли производителей (20) в этом секторе позволяет найти оптимальную цену $\tilde{P}_{N,j,t}$ в текущий момент времени.

5. Сектор импортируемых товаров. Фирмы ($j \in [0,1]$) домашнего региона, импортирующие товары, действуют в условиях несовершенного рынка (монополистической конкуренции). Эти фирмы покупают товар по цене $P_{F,t}^*$, устанавливая свой бренд на этот продукт и продают его на домашнем рынке по цене $P_{F,j,t}$. При этом каждый бренд этой продукции выступает в качестве несовершенного заменителя по отношению к другим брендам. Оптимальная цена в момент времени t , которую устанавливают фирмы-импортеры, определяется аналогично оптимальной цене производителей в секторах торгуемых и неторгуемых товаров. При этом номинальные предельные издержки импортеров равны $P_{F,t}^*$.

6. Сектор производства конечных товаров и услуг. Разделение рынка продукции на рынок промежуточных товаров и рынок конечных благ необходимо для определения индекса потребительских цен и объяснения источника надбавки к ценам производителей. Рынок производства конечных товаров и услуг является совершенно конкурентным. На этом рынке действует условный агрегатор (рис. 1), производящий конечные блага по технологии

$$Z_t = \left(w_M^{1/v} (Y_{M,t}^d)^{\frac{v-1}{v}} + w_N^{1/v} (Y_{N,t})^{\frac{v-1}{v}} + w_F^{1/v} (Y_{F,t})^{\frac{v-1}{v}} \right)^{\frac{v}{v-1}}, \quad (24)$$

где w_M, w_N, w_F – доли продукции соответствующих секторов для потребления в домашнем регионе в объеме выпуска конеч-

ного продукта, v – эластичность замещения между продукцией этих секторов в конечном продукте. Отметим, что в конечные блага Z_t не входит экспортируемая из домашнего в другие регионы продукция из сырьевого и сектора торгуемых товаров (рис. 1).

Агрегатор решает задачу оптимизации своей прибыли путем максимизации целевой функции при заданных ценах

$$\max_{Y_{M,t}, Y_{N,t}, Y_{F,t}} (P_t Z_t - P_{F,t} Y_{F,t} - P_{M,t} Y_{M,t}^d - P_{N,t} Y_{N,t}) \quad (25)$$

по отношению к (24). Решение задачи оптимизации определяет функции спроса для продукции соответствующих секторов

$$Y_{F,t} = w_F \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-v} Z_t, \quad Y_{M,t}^d = w_M \left(\frac{P_{M,t}}{P_t} \right)^{-v} Z_t, \quad (26)$$

$$Y_{N,t} = w_N \left(\frac{P_{N,t}}{P_t} \right)^{-v} Z_t,$$

где цена $P_t = (w_F P_{F,t}^{1-v} + w_M P_{M,t}^{1-v} + w_N P_{N,t}^{1-v})^{\frac{1}{1-v}}$ является индексом потребительских цен. Конечный продукт региона определяется суммой потребления, инвестиций во все секторы и региональных расходов $Z_t = C_t + I_t + G_t$.

7. Региональное правительство.

Реальный баланс бюджета регионального правительства с учетом того, что налог на добавленную стоимость полностью, а налог на прибыль частично поступают в федеральный бюджет, определяется как

$$G_t + \frac{B_{t-1}}{P_t} = \sum_{i=X,M,N} (\tau_{h,t} \frac{W_{i,t} N_{i,t}}{P_t} + \tau_{k,t} r_{i,t}^k K_{i,t}^R) + 0.85 \tau_{p,t} P_{p,t} + \frac{B_t}{(1+r_t)P_t}. \quad (27)$$

Кроме того, в ограничении (27) не учитываются межбюджетные федеральные и региональные трансферты. С одной стороны, нас интересуют в анализе фискальной политики только искажающие налоги, с другой – отсутствие трансфертов не влияет на общность результатов.

В исследуемой модели анализируется следующее бюджетное правило для расходов регионального правительства:

$$\ln\left(\frac{G_t}{G}\right) = \rho_g \ln\left(\frac{G_{t-1}}{G}\right) + (1-\rho_g) \mu_{gy} \ln\left(\frac{y_{t-1}}{y}\right) + \varepsilon_{g,t} + \text{corr} - \varepsilon_{g,gc} \varepsilon_{gc,t}, \varepsilon_{g,t} \sim N(0, \sigma_g^2), \quad (28)$$

т. е. рассматривается бюджетное правило с обратной связью между расходами и ВРП¹. Значимость этой связи характеризуется коэффициентом μ_{gy} . Корреляция между шоками региональных и государственных расходов учитывается параметром $\text{corr} - \varepsilon_{g,gc}$. Переменные G, y являются долгосрочными детерминированными значениями соответствующих эндогенных переменных.

Фискальные правила для эффективных налоговых ставок определяются как правила с обратной связью между ставками и отношением долговых обязательств федерального центра к ВВП:

$$\ln\left(\frac{\tau_{h,t}}{\tau_h}\right) = \rho_{th} \ln\left(\frac{\tau_{h,t-1}}{\tau_h}\right) + (1-\rho_{th}) \ln\left(\frac{B_t^c / P_t}{y_{t-1}^c / y^c}\right) + \varepsilon_{th,t}, \varepsilon_{th,t} \sim N(0, \sigma_{th}^2), \quad (29)$$

$$\ln\left(\frac{\tau_{k,t}}{\tau_k}\right) = \rho_{tk} \ln\left(\frac{\tau_{k,t-1}}{\tau_k}\right) + (1-\rho_{tk}) \ln\left(\frac{B_t^c / P_t}{y_{t-1}^c / y^c}\right) + \varepsilon_{tk,t}, \varepsilon_{tk,t} \sim N(0, \sigma_{tk}^2), \quad (30)$$

$$\ln\left(\frac{\tau_{c,t}}{\tau_c}\right) = \rho_{tc} \ln\left(\frac{\tau_{c,t-1}}{\tau_c}\right) + (1-\rho_{tc}) \ln\left(\frac{B_t^c / P_t}{y_{t-1}^c / y^c}\right) + \varepsilon_{tc,t}, \varepsilon_{tc,t} \sim N(0, \sigma_{tc}^2), \quad (31)$$

$$\ln\left(\frac{\tau_{p,t}}{\tau_p}\right) = \rho_{tp} \ln\left(\frac{\tau_{p,t-1}}{\tau_p}\right) + (1-\rho_{tp}) \ln\left(\frac{B_t^c / P_t}{y_{t-1}^c / y^c}\right) + \varepsilon_{tp,t}, \varepsilon_{tp,t} \sim N(0, \sigma_{tp}^2). \quad (32)$$

¹ Кроме этого правила в модели рассматривалось правило с экзогенной зависимостью в виде AR(1) и правило с обратной связью между региональными расходами и долговыми обязательствами. Но модель с бюджетным правилом (28) наиболее адекватно отвечает эмпирическим данным.

8. Федеральное правительство и Центральный банк Российской Федерации. Реальный баланс бюджета Правительства Российской Федерации определяется как

$$G_t^c + \frac{B_{t-1}^c}{P_t^*} = \tau_c(C_t + G_t) + \frac{B_t^c}{(1+r_t^c)P_t^*} + 0.15\tau_{p,t}Pr_t. \quad (33)$$

Бюджетное правило для государственных расходов, анализируемое в модели, имеет тот же вид, что и правило для региональных расходов (28).

Отметим, что на данный момент отсутствует единая точка зрения относительно монетарного правила ЦБ РФ [17]. В работе [18] подчеркивается, что эффективным монетарным инструментом Банка России является правило Тейлора [19] для процентной ставки. Поэтому в предлагаемой публикации монетарная политика ЦБ моделируется именно в такой форме:

$$\ln\left(\frac{R_t^c}{R^c}\right) = \omega_{rc} \ln\left(\frac{R_{t-1}^c}{R^c}\right) + \left(\frac{1-\omega_r}{R^c}\right) \left[\omega_{\pi c} \ln\left(\frac{\pi_t^c}{\pi}\right) + \omega_{yc} \left(\ln\left(\frac{y_t^c}{y_{t-1}^c}\right) \right) \right] + \varepsilon_t^{rc}, \varepsilon_t^{rc} \sim N(0, \sigma_{rc}^2), \quad (34)$$

где $R_t^c = 1 + r_t^c$, $\omega_{rc}, \omega_{\pi c}, \omega_{yc}$ – весовые коэффициенты в правиле Тейлора, π_t^c, y_t^c – уровень инфляции и объем выпуска в российской экономике. Эти переменные являются экзогенными и изменяются в соответствии с авторегрессионными уравнениями $AR(1)$.

Идея общего равновесия заключается в том, что каждый из вышеописанных агентов в модели предлагает свой условный план величины спроса и предложения на продукты и ресурсы, который зависит от цен на эти продукты и ресурсы. В процессе взаимодействия агентов их планы согласовываются так, чтобы выполнялись включенные в модель материальные и финансовые системные балансовые соотношения.

В предположении симметричности равновесия планы и решения для всех домашних хозяйств и фирм являются одинаковыми. Таким образом, $C_{h,t} = C_t$, $B_{ht} = B_t$,

$$B_{h,t}^c = B_t^c, I_{i,h,t} = I_{i,t}, N_{i,h,t} = N_{i,j,t} = N_{i,t}, K_{i,h,t} = K_{i,j,t} = K_{i,t}, Tr_{h,t}^c = Tr_t^c$$

$$\tilde{W}_{i,h,t} = \tilde{W}_{i,t}, Y_{i,j,t} = Y_{i,t}, P_{\tau,j,t} = P_{\tau,t}, \tilde{P}_{\tau,j,t} = \tilde{P}_{\tau,t},$$

$$Y_{X,j,t}^M = Y_{X,t}^M, Y_{X,j,t}^N = Y_{X,t}^N, \Pi p_{h,t} = \Pi p_t, Tr_{h,t} = Tr_t$$

при всех значениях $h \in [0,1]$, $j \in [0,1]$, $i = M, N, X$ и $\tau = M, N, F$. В общем равновесии стационарные детерминированные значения $B = B^c = Tr = Tr^c = 0$ (условие расчищения рынков). Региональный валовой продукт составляет $Y_t = p_{M,t}Y_{M,t}^d +$

$$+ p_{N,t}Y_{N,t} + p_{M,t}^*Y_{M,t}^{ex} + s_t p_{X,t}^*(Y_{X,t} - Y_{X,t}^N - Y_{X,t}^M),$$

$$\text{где } p_{M,t} = \frac{P_{M,t}}{P_t}, p_{N,t} = \frac{P_{N,t}}{P_t}, p_{M,t}^* = \frac{P_{M,t}}{P_t^*}, p_{X,t}^* = \frac{P_{X,t}^*}{P_t^*}.$$

В выражении для ВРП два первых слагаемых определяют продукцию, потребляемую в домашнем регионе, два последних – продукцию, экспортируемую в другие регионы.

Для нахождения решения вышеприведенной системы уравнений необходимо оценить параметры модели. Для этого система уравнений приводилась к логлинеаризованному виду относительно соответствующих устойчивых стационарных детерминированных состояний. Реализация модели и нахождение решений осуществлялись в математическом пакете Matlab.

Оценка параметров DSGE-модели экономики Свердловской области

Оценка параметров модели осуществлялась с помощью байесовской эконометрики [20–22]. При этом использовались статистические данные для экономики Свердловской области и экономики России. Согласно теореме Байеса апостериорная функция $p(\mathcal{G} | Y_T)$ плотности вероятности вектора параметров модели $\mathcal{G}$ имеет вид

$$p(\mathcal{G} | Y_T) = \frac{p(Y_T | \mathcal{G}) * p(\mathcal{G})}{p(Y_T)} = \frac{p(Y_T | \mathcal{G}) * p(\mathcal{G})}{\int p(Y_T | \mathcal{G}) * p(\mathcal{G}) d\mathcal{G}}, \quad (35)$$

где T – длина временного ряда, $p(Y_T | \mathcal{G})$ – функция правдоподобия, $p(\mathcal{G})$ – априорная функция плотности вероятности вектора параметров модели, Y_T – вектор наблюдаемых переменных. Функция $p(Y_T)$ – функция маргинального правдоподобия.

Параметризация исследуемой модели производилась на статистических данных экономики Свердловской области и России. При этом использовались временные ряды квартальных данных с 2003 по 2015 гг. по следующим переменным¹: валовой региональный продукт Свердловской области, валовой внутренний продукт РФ, конечное потребление домашних хозяйств региона, конечное потребление домашних хозяйств РФ, средняя заработная плата в регионе², уровень общей инфляции в РФ, уровень потребительских цен в регионе, объемы выпуска в сырьевом секторе (добыча полезных ископаемых), секторе торгуемых товаров и в секторе неторгуемых товаров. При этом сектор торгуемых товаров включал в себя сельскохозяйственное производство и различные отрасли промышленности. Сектор неторгуемых товаров включал в себя производство и транспортировку электроэнергии, газа и воды, строительство, оптовую и розничную торговлю, транспорт и связь, финансы, страхование и недвижимость, государственное управление, образование и здравоохранение, социальные и другие услуги. Данный выбор обусловлен тем, что именно эти составляющие секторов вносят значительный вклад в ВРП и ВВП. Из исследуемых временных рядов удалялась сезонная составляющая. После этого из логарифмированных временных рядов с помощью фильтра Ходрика – Прескотта удалялась трендовая составляющая. Циклические компоненты, полученные после этих трансформаций временных рядов, можно трактовать как отклонения переменных от долгосрочного равновесия.

Часть параметров модели принимала фиксированные значения. Норма амортизации капитала принималась равной $\delta = 0,025$. Параметр $\lambda = 0,5$. Коэффициент дисконтирования $\beta = 0,99$ [8]. Предельные налоговые ставки $\tau_h = 0,13$, $\tau_p = 0,2$, $\tau_k = 0,18$, $\tau_c = 0,18$.

Параметры производственных функций всех секторов принимались равными аналогичным параметрам для экономики России исходя из того, что структура экономики Свердловской области усредненно подобна структуре экономики России. В работе [23] эти параметры рассчитывались на основе таблиц «затраты – выпуск». Аналогичные соображения принимались во внимание при калибровке параметров w_M, w_N, w_F, w_{ex} .

Таким образом, оцененная на статистических данных Свердловской области региональная DSGE-модель может быть использована для анализа экономической политики, в частности фискальной региональной политики.

Обсуждение результатов моделирования

Следует отметить, что в докризисный период (2008 г.) разработчиков и исследователей DSGE-моделей интересовал в основном анализ монетарной политики, так как многие экономисты считали, что фискальная политика непригодна в качестве контрциклического инструмента. Непреходящий интерес к исследованию фискальной политики возник в посткризисный период и продолжается в настоящее время. Поэтому представляет интерес анализ некоторых аспектов региональной фискальной политики с помощью разработанной DSGE-модели.

Анализ фискальных мультипликаторов. Для количественной оценки эффектов бюджетной политики использовались мультипликаторы региональных расходов и эффективных налоговых ставок. Данные показатели рассчитывались на основе функций импульсного отклика исследуемой модели. Мультипликатор расходов рассчитывался как кумулятивный усредненный рост объема выпуска в трех секторах региональной экономики с первого по четвертый квартал после увеличения расходов в отношении к величине, на которую были увеличены региональные расходы. Соответственно, мультипликаторы налоговых ставок рассчитывались как кумулятивный усредненный рост объемов

¹ Источником данных являются официальные сайты Росстата и ЦБ РФ.

² Все вышеперечисленные переменные представлены на душу населения в постоянных ценах первого квартала 2003 г.

выпуска после уменьшения доходов бюджета (вследствие уменьшения эффективных налоговых ставок) в отношении к величине, на которую изначально были уменьшены региональные доходы.

На рис. 2–4 изображены функции импульсного отклика объемов выпуска в секторах торгуемых (y_m), неторгуемых товаров (y_n) и сырьевом (x) на одномоментные положительные шоки¹ региональных расходов (e_g) и отрицательные

шоки эффективных ставок налогов на доход физических лиц (e_{τ_h}), на прибыль (e_{τ_P}), на потребление (e_{τ_c}) и капитал (e_{τ_k}). Размер шоков равен одному стандартному отклонению. Параметр $\lambda = 0,5$. Временной горизонт равен тридцати кварталам. По вертикальной оси отложены процентные отклонения переменных от стационарного состояния.

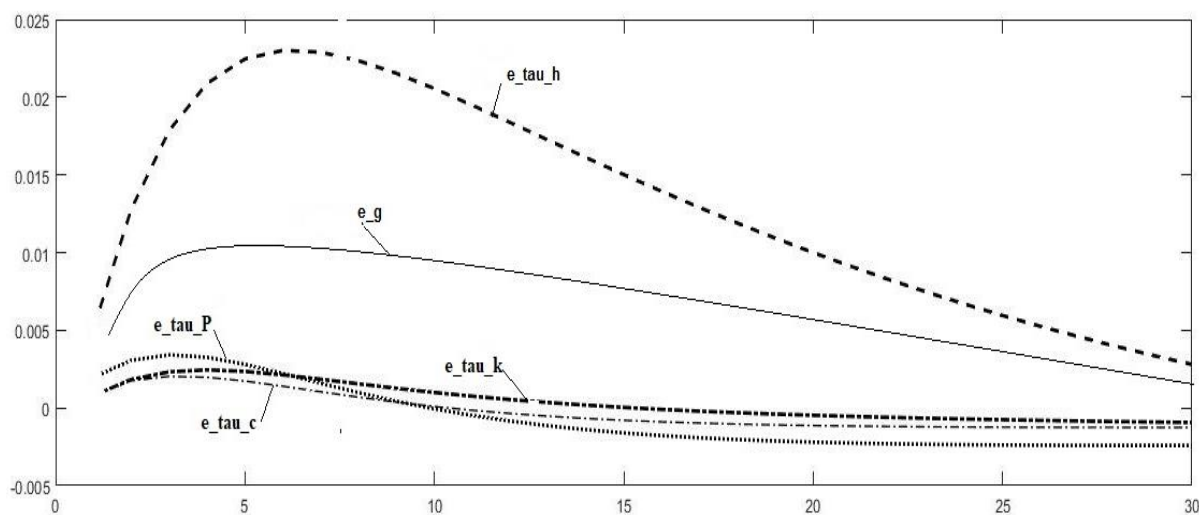


Рис. 2. Функции импульсного отклика объема выпуска в секторе торгуемых товаров (y_m) на шок региональных расходов и шоки эффективных налоговых ставок*

* В рис. 2–4 используются обозначения: e_g – шок региональных расходов, e_{τ_h} – шок эффективных ставок налогов на доход физических лиц, e_{τ_P} – шок эффективных ставок налогов на прибыль, e_{τ_c} – шок эффективных ставок налогов на потребление, e_{τ_k} – шок эффективных ставок налогов на капитал.

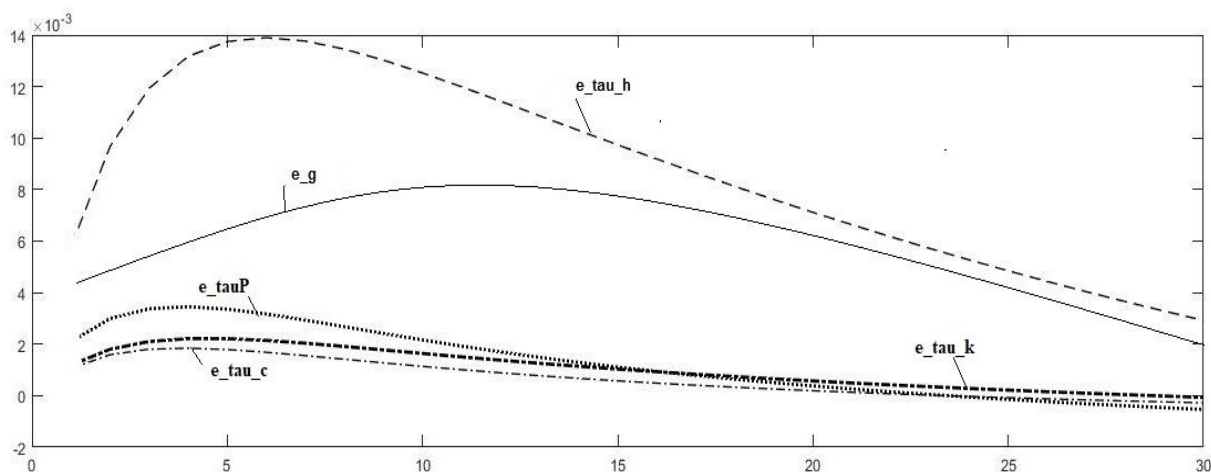


Рис. 3. Функции импульсного отклика объема выпуска в секторе неторгуемых товаров (y_n) на шок региональных расходов и шоки эффективных налоговых ставок

¹ Одномоментные шоки происходили в первый квартал.

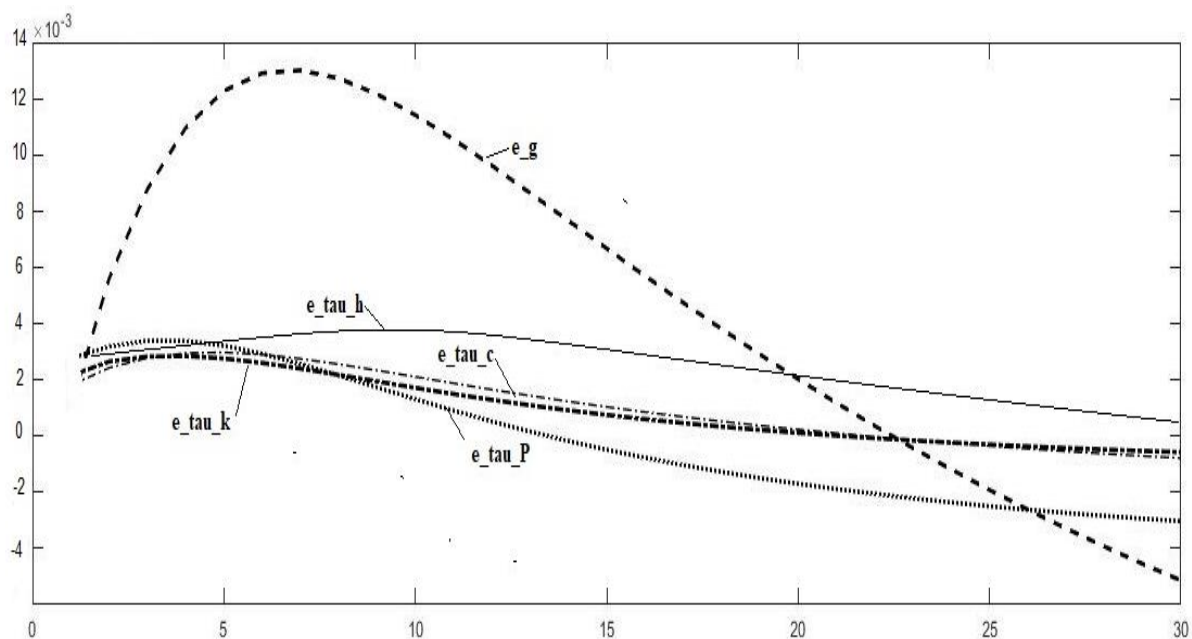


Рис. 4. Функции импульсного отклика объема выпуска в сырьевом секторе (х) на шок региональных расходов и шоки эффективных налоговых ставок

Из анализа функций импульсного отклика следует, что наибольший рост объемов выпуска в секторе торгуемых товаров и секторе неторгуемых товаров происходит в результате одномоментных отрицательных шоков эффективной ставки налога на доход физических лиц. При этом наибольший кумулятивный (в течение четырех периодов) рост объема выпуска после этих шоков наблюдается в секторе торгуемых товаров (рис. 2). Одномоментный рост объемов выпуска в секторе торгуемых товаров и секторе неторгуемых товаров примерно одинаков. В сырьевом секторе наибольший рост объема выпуска происходит в результате одномоментного положительного шока региональных расходов. Кумулятивный и одномоментный рост объема выпуска в сырьевом секторе значительно меньше роста объема выпуска в двух других секторах.

Из шоков эффективных налоговых ставок, как отмечалось выше, наибольшее влияние на рост объема выпуска во всех секторах региональной экономики оказывает шок ставки налога на доход физических лиц. Влияние шоков других налогов менее заметно. При этом одномоментный рост объема выпуска в сырьевом секторе для всех шоков эффективных налоговых ставок и для шока расходов примерно

одинаков и меньше аналогичного роста в двух других секторах. Хотя кумулятивный рост объема выпуска в этом секторе в результате шока расходов значительно больше такового для шоков налоговых ставок. Заметим также, что кумулятивный рост объема выпуска в течение четырех кварталов в сырьевом секторе для шоков ставок подоходного налога и налога на прибыль примерно одинаков. Кумулятивный рост объема выпуска в этом секторе за более длительный период (от четырех и более кварталов) в результате шока ставки подоходного налога намного превышает аналогичный рост для шока ставки налога на прибыль.

По данным анализа функций импульсного отклика были произведены количественные оценки фискальных мультипликаторов¹. Данные анализа приведены в таблице. Из этих данных следует, что все мультипликаторы меньше единицы. При этом максимальное значение имеет мультипликатор эффективной ставки налога на доход физических лиц для объ-

¹ Так как для оценки фискальных мультипликаторов размер шоков должен быть равен 1% от объема выпуска в соответствующем секторе экономики, то функции импульсного отклика на рис. 2–4 пересчитывались на эту величину шоков.

ема выпуска в секторе торгуемых товаров – 0,62 (т. е. при уменьшении региональных доходов на 1% от объема выпуска в секторе торгуемых товаров реальный рост объема выпуска в этом секторе по итогам четырех кварталов составит 0,62%). Таким образом, анализ мультипликаторов показывает, что снижение налога на доход физических лиц для стимулирования объ-

ема выпуска в краткосрочном периоде во всех секторах, кроме сырьевого, может быть более мощным фискальным инструментом по сравнению с повышением региональных расходов. В сырьевом секторе более предпочтительным фискальным инструментом является повышение региональных расходов.

Фискальные мультипликаторы (период с первого по четвертый квартал)

Фискальные инструменты	Сектор торгуемых товаров (уп)	Сектор неторгуемых товаров (уп)	Сырьевой сектор (х)
Региональные расходы (увеличение)	0,31	0,27	0,28
Налоговая ставка на доход физических лиц (уменьшение)	0,62	0,46	0,11
Налоговая ставка на потребление (уменьшение)	0,11	0,08	0,07
Налоговая ставка на прибыль (уменьшение)	0,14	0,12	0,09
Налоговая ставка на капитал (уменьшение)	0,08	0,07	0,06

Историческая декомпозиция вариаций эндогенных переменных. Также одним из мощных инструментов анализа влияния шоков на переменные в DSGE-моделях является историческая (временная) декомпозиция вариации (дисперсий) эндогенных переменных, позволяющая оценить вклад в динамику региональных переменных внешних и внутренних экономических факторов в период до и после кризиса 2008 г. Ввиду того что рассматриваемая модель содержит значительное количество шоков (13 шоков), для облегчения визуализации (но с некоторой потерей экономической интерпретации) все шоки разбиты на четыре группы. Первая группа содержит шоки предложения – технологические шоки, ценовой шок на сырьевые товары, шок на использование природных ресурсов $\varepsilon_{M,t}^A, \varepsilon_{N,t}^A, \varepsilon_{P_{X,t}}, \varepsilon_{L,t}$. Вторая группа состоит из одного шока спроса – региональных расходов $\varepsilon_{g,t}$. Третья группа содержит внешние по отношению к рассматриваемому региону шоки – инфляционный шок, шок объема выпуска в российской экономике¹, шок монетарной по-

литики (шок процентной ставки), шок госрасходов. Наконец, четвертая группа – группа фискальных шоков $\varepsilon_{th,t}, \varepsilon_{tc,t}, \varepsilon_{tk,t}, \varepsilon_{tp,t}$, ответственных за формирование доходов регионального бюджета. Отметим, что шоки первой, второй и четвертой групп однонаправленные, а внешние шоки (третья группа) разнонаправленные.

Разложение вариаций региональных объемов выпуска в различных секторах экономики Свердловской области приведено на рис. 5–7. Сплошная линия на рисунках представляет динамику рассматриваемой фактической переменной в процентном отклонении от значения в первом квартале 2003 г., а столбчатая диаграмма – вклад группы шоков. Из приведенных данных следует, что во время кризиса 2008–2010 гг. основная роль в спаде реального объема выпуска в секторе торгуемых товаров (рис. 5) принадлежала шокам предложения, связанным с резким снижением цен на металлы, и фискальным шокам. Эти шоки ответственны примерно за 25% спада реального объема выпуска в рассматриваемом секторе.

¹ Эти шоки неявно присутствуют в правиле Тейлора (36).

Свердловская область, как субъект с металлургической специализацией экономики, одна из первых пострадала от падения цен на мировом рынке на экспортируемую продукцию. Наряду с этим, в период экономического кризиса снижались доходы консолидированного бюджета области, и за первые три квартала 2009 г. они составляли 87,1% к уровню аналогичного периода 2008 г. Меньшая, но существенная доля по сравнению с фискальными и шоками предложения в разложении вариаций региональных объемов выпуска принадлежала отрицательному шоку спроса (шок региональных расходов). Это связано с тем, что в период кризиса региональные расходы составляли 95,4% к аналогичному уровню 2008 г.¹ В большей степени шок региональных расходов влияет на потребление домохозяйств². Незначительная роль в спаде реального объема выпуска в секторе торгуемых товаров в период кризиса принадлежала внешним по отношению к рассматриваемому региону шокам. Из внешних шоков основную роль играли разнонаправленные шоки процентной ставки и объема выпуска в национальной экономике. Отметим также, что в докризисный период 2008 г. рост объема выпуска в рассматриваемом секторе в основном вызывался шоками предложения.

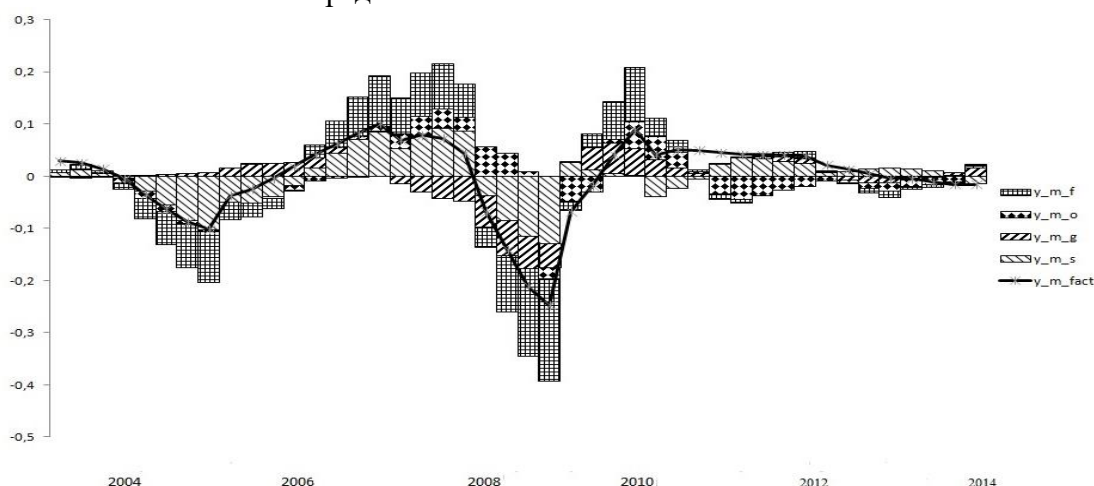


Рис. 5. Временная декомпозиция вариации реального объема выпуска в секторе торгуемых товаров (процентное отклонение)*

* Используются обозначения: y_{m_s} — шоки предложения; y_{m_g} — шок региональных расходов; y_{m_o} — внешние (федеральные) шоки; y_{m_f} — фискальные шоки; $y_{m_{fact}}$ — динамика фактической переменной y_m .

¹ Максимов М.И. Кризис и регион: Свердловская область // Научно-образовательный портал IQ [Электронный ресурс]. URL: <https://iq.hse.ru/news/177674868.html> (дата обращения: 23.01.2019).

² Ввиду ограниченного формата публикации разложение вариаций совокупного потребления домашних хозяйств не приводится.

В спаде реального объема выпуска в секторе неторгуемых товаров (рис. 6) роль внешних шоков возрастает, и их доля приближается к доле шоков предложения. Отметим, что начиная декабря с 2008 г. ставка рефинансирования ЦБ снижалась. Доля шока региональных расходов, напротив, меньше, чем для объема выпуска в секторе торгуемых товаров. Все эти группы шоков ответственны за 30% спад объема выпуска в рассматриваемом секторе экономики. В докризисный период рост объема выпуска в секторе неторгуемых товаров так же, как и в секторе торгуемых товаров, обеспечивался в основном шоками предложения и частично внешними шоками.

В сырьевом секторе (рис. 7) главенствующая роль как во время спада, так и во время подъема принадлежала шокам предложения (снижению и повышению биржевых цен на металлы). Роль остальных шоков незначительна.

Отметим также, что разложение вариаций эндогенных региональных переменных по отдельным шокам (не по группам) может изменить и уточнить некоторые выводы. В частности, выводы по влиянию внешних разнонаправленных шоков на поведение исследуемых переменных.

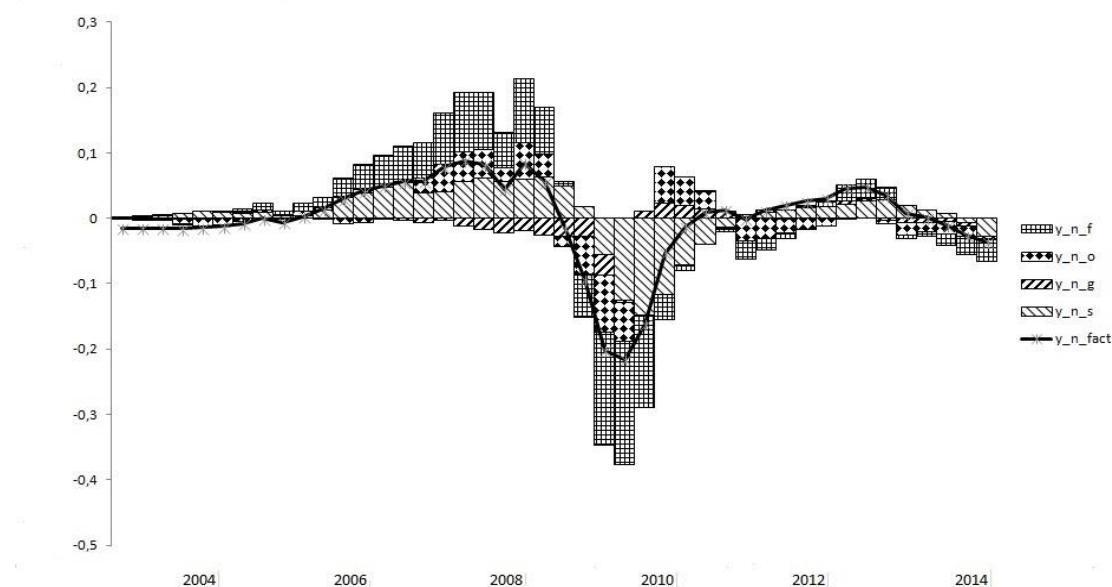


Рис. 6. Временная декомпозиция вариации реального объема выпуска в секторе неторгуемых товаров (процентное отклонение)*

* Используются обозначения: y_{n_s} – шоки предложения; y_{n_g} – шок региональных расходов; y_{n_o} – внешние (федеральные) шоки; y_{n_f} – фискальные шоки; y_{n_fact} – динамика фактической переменной y_n .

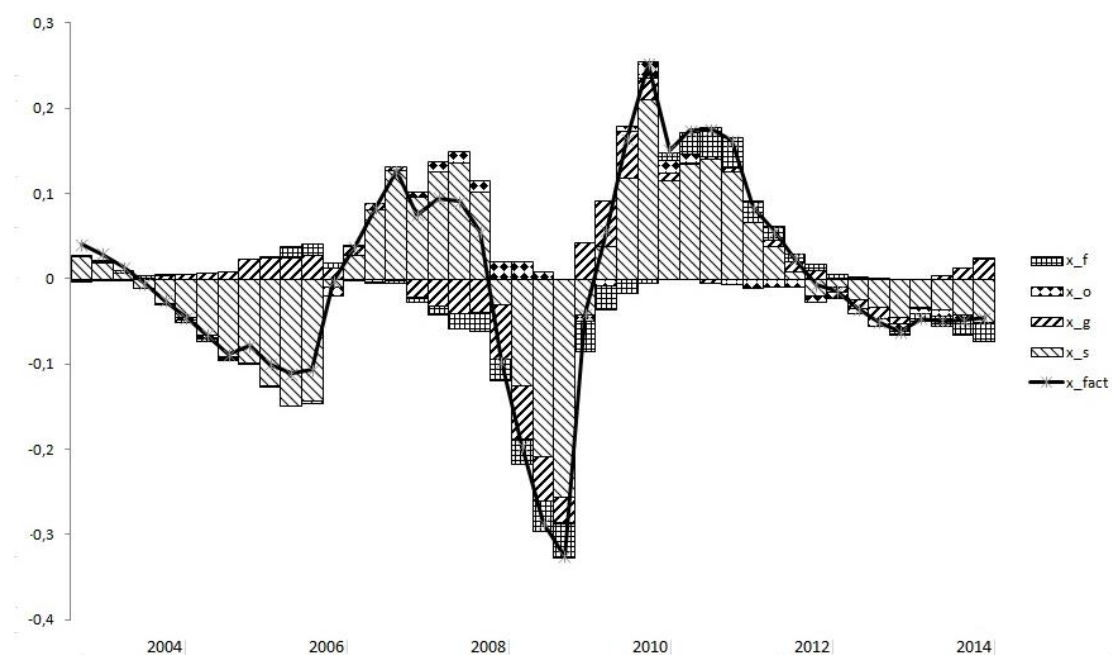


Рис. 7. Временная декомпозиция вариации реального объема выпуска в сырьевом секторе (процентное отклонение)*

* Используются обозначения: x_s – шоки предложения; x_g – шок региональных расходов; x_o – внешние (федеральные) шоки; x_f – фискальные шоки; x_fact – динамика фактической переменной x .

Таким образом, анализ функций импульсного отклика и фискальных мультипликаторов позволяет оценить влияние фискальных шоков региональных расходов и налоговых ставок на объемы выпуска в исследуемых секторах экономики Свердловской области. Полученные результаты имеют важное значение для снижения веро-

ятности возникновения кризисных явлений в региональной экономике. Результаты временной декомпозиции рассмотренных эндогенных переменных позволяют сделать вывод о том, что деловой цикл в рассматриваемом регионе и анализируемом периоде в большей мере обусловлен факторами предложения.

Заключение

Представленная в данной публикации динамическая стохастическая модель отражает структуру реального сектора экономики Свердловской области. При разработке модели применялся подход общего равновесия. Параметризация модели осуществлялась на эмпирических статистических данных экономики Свердловской области при использовании байесовской эконометрики. Для количественной оценки эффектов бюджетной политики использовались мультипликаторы региональных расходов и эффективных налоговых ставок. Данные показатели рассчитывались на основе функций импульсного отклика исследуемой модели. Из анализа функций импульсного отклика следует, что наибольший рост объемов выпуска в секторах торгуемых и неторгуемых товаров происходит в результате одномоментных отрицательных шоков эффективной ставки налога на доход физических лиц. В сырьевом секторе наибольший рост объема выпуска происходит в результате одномоментного положительного шока региональных расходов. Результаты временной декомпозиции объемов выпуска в рассматриваемых секторах

экономики Свердловской области позволяют сделать вывод о том, что деловой цикл в рассматриваемом регионе и анализируемом периоде в большей мере обусловлен факторами предложения, а не факторами, действующими со стороны спроса. Полученные результаты являются оригинальными и могут использоваться для анализа приоритетов региональной экономической политики и снижения вероятности возникновения кризисных явлений в региональной социально-экономической системе.

Данная публикация является мотивационным фактором для будущих исследований. В частности, экспорт продукции в другие регионы описывается в модели как экзогенный процесс. Учет эндогенности этого процесса может несколько изменить причинно-следственные связи между переменными модели. Кроме того, экономические агенты модели являются репрезентативными. Ослабление этого допущения, т. е. учет гетерогенности экономических агентов, также может изменить полученные результаты. Моделирование такой региональной экономики является интересной темой для дальнейших исследований в области пространственного развития.

Благодарности

Статья подготовлена в соответствии с планом НИР ИЭ УрО РАН на 2019–2021 гг.

Список литературы

1. *Adolfson M.* Monetary policy with incomplete exchange rate pass –through // *Journal of International Money and Finance*. 2007. Vol. 26, Iss. 3. P. 468–494.
2. *Gali J., Gertler M.* Macroeconomic modeling for monetary policy evaluation // *Journal of Economic Perspectives*. 2007. Vol. 21, № 4. P. 25–46.
3. *Sugo T., Ueda K.* Estimating a dynamic stochastic general equilibrium model for Japan // *Journal of the Japanese and International Economies*. 2008. Vol. 22, Iss. 4. P. 476 –502.
4. *Малаховская О.А.* Использование моделей DSGE для прогнозирования: есть ли перспектива // *Вопросы экономики*. 2016. № 12. С. 129–146.
5. *Иващенко С.М.* Многосекторная модель динамического стохастического общего экономического равновесия российской экономики // *Вестник С.-Петерб. ун-та. Экономика*. 2016. № 3. С. 176–202.
6. *Duarte M., Wolman A.L.* Fiscal policy and regional inflation in a currency Union // *Journal of international Economics*. 2008. Vol. 74, Iss. 2. P. 384–401.
7. *Tamegawa K.* Constructing a Small – Region DSGE Model // *Hindawi Publishing Corporation ISRN Economics*. 2013. Vol. 2013. P. 1–9.

8. Серков Л.А. Анализ влияния структурных шоков на эндогенные переменные компактной региональной динамической модели // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2018. Том 17, № 3. С. 445–470. doi: 10.15826/vestnik.2018.17.3.020.
9. Dib A. Welfare effects of commodity price and exchange rate volatilities in a multi-sector small open economy model // Bank of Canada Working Paper. 2008. № 8. 53 p.
10. Sargent T., Wallace N. Rational expectation and the theory of economic policy // Journal of Monetary Economics. 1976. Vol. 2, Iss. 2. P. 169–183.
11. Muth J.F. Rational expectations and the theory of price movements // Econometrica. 1961. Vol 29, № 3. P. 315–335.
12. Klein P. Using the generalized Schur form to solve a multivariate linear rational expectations model // Journal of Economic Dynamics and Control. 2000. Vol. 24. P.1405–1423.
13. Kim J. Constructing and estimating a realistic optimizing model of monetary policy // Journal of Monetary Economics. 2000. Vol. 45, Iss. 2. P. 329–359.
14. Smets F., Wouters R. An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area // Journal of the European Economic Association. 2003. Vol. 1, Iss. 5. P. 1123–1175.
15. Ireland P.N. Sticky price models of the business cycle: specification and stability // Journal of Monetary Economics. 2001. Vol. 47. P. 3–18.
16. Calvo G. Staggered prices in a utility maximizing framework // Journal of Monetary Economics. 1983. Vol 12, Iss. 3. P. 383–398.
17. Шульгин А.Г. Сколько правил монетарной политики необходимо при оценке DSGE-модели для России? // Прикладная эконометрика. 2014. № 36 (4). С. 3–31.
18. Федорова Е.А., Лысенкова А.В. Моделирование правила Тейлора для денежно-кредитной политики Банка России: эмпирический анализ // Финансы и кредит. 2013. № 37 (565). С. 10–17.
19. Taylor J.B. Discretion versus policy rules in practice // Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. 1993. Vol. 39. P. 195–214.
20. Fernandez-Villaverde J., Rubio-Ramirez J. Comparing dynamic equilibrium models to data: A Bayesian approach // Journal of Econometrics. 2004. Vol. 123, Iss. 1. P. 153–187.
21. Geweke J. Using simulation methods for Bayesian econometric models: Inference // Econometric Reviews. 1999. Vol. 18, Iss. 1. P. 1–73.
22. Del Negro M., Schorfheide F. Forming priors for DSGE models (and how it affects the assessment of nominal rigidities) // Journal of Monetary Economics. 2008. Vol. 55, Iss. 7. P. 1191–1208.
23. Semko R. Optimal economic policy and oil price shocks in Russia // Economics Education and Research Consortium. Working Paper. 2013. № 13/03E. P. 1–53.

Статья поступила в редакцию 14.04.2019, принята к печати 29.05.2019

Сведения об авторе

Серков Леонид Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Россия, 620014, г. Екатеринбург, Московская, 29; e-mail: dsge2012@mail.ru).

Acknowledgements

The article has been written according to the Plan of Research and Development of the Institute of Economics, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2019–2021.

References

1. Adolfson M. Monetary policy with incomplete exchange rate pass-through. *Journal of International Money and Finance*, 2007, vol. 26, iss. 3, pp. 468–494.
2. Gali J., Gertler M. Macroeconomic modeling for monetary policy evaluation. *Journal of Economic Perspectives*, 2007, vol. 21, no. 4, pp. 25–46.

3. Sugo T., Ueda K. Estimating a dynamic stochastic general equilibrium model for Japan. *Journal of the Japanese and International Economies*, 2008, vol. 22, iss. 4, pp. 476–502.
4. Malakhovskaya O.A. Ispol'zovanie modeli DSGE dlya prognozirovaniya: est' li perspektiva [DSGE-based forecasting: What should our perspective be?]. *Voprosy ekonomiki* [Voprosy Ekonomiki], 2016, no. 12, pp. 129–146. (In Russian).
5. Ivashchenko S.M. Mnogosekturnaya model' dinamicheskogo stokhasticheskogo obshchego ekonomicheskogo ravnovesiya rossiiskoi ekonomiki [Multiple sector DSGE model of Russia]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika* [St. Petersburg University Journal of Economic Studies], 2016, no. 3, pp. 176–202. (In Russian).
6. Duarte M., Wolman A.L. Fiscal policy and regional inflation in a currency union. *Journal of international Economics*, 2008, vol. 74, iss. 2, pp. 384–401.
7. Tamegawa K. Constructing a small – region DSGE model. *Hindawi Publishing Corporation ISRN Economics*, 2013, vol. 2013, pp. 1–9.
8. Serkov L.A. Analiz vliyaniya strukturnykh shokov na endogennye peremennye kompaktnoi regional'noi dinamicheskoi modeli [Analysis of the effects of structural shocks on the endogenic variables of a compact regional dynamic model]. *Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie* [Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management], 2018, vol. 17, no. 3, pp. 445–470. (In Russian). doi: 10.15826/vestnik.2018.17.3.020.
9. Dib A. Welfare effects of commodity price and exchange rate volatilities in a multi-sector small open economy model. *Bank of Canada Working Paper*, 2008, no. 8. 53p.
10. Sargent T., Wallace N. Rational expectation and the theory of economic policy. *Journal of Monetary Economics*, 1976, vol. 2, iss. 2, pp. 169–183.
11. Muth J.F. Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica*, 1961, vol. 29, no. 3, pp. 315–335.
12. Klein P. Using the generalized Schur form to solve a multivariate linear rational expectations model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2000, vol. 24, pp. 1405–1423.
13. Kim J. Constructing and estimating a realistic optimizing model of monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, 2000, vol. 45, iss. 2, pp. 329–359.
14. Smets F., Wouters R. An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, 2003, vol. 1, iss. 5, pp. 1123–1175.
15. Ireland P.N. Sticky price models of the business cycle: Specification and stability. *Journal of Monetary Economics*, 2001, vol. 47, pp. 3–18.
16. Calvo G. Staggered prices in a utility maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 1983, vol. 12, iss. 3, pp. 383–398.
17. Shul'gin A.G. Skol'ko pravil monetarnoi politiki neobkhodimo pri otsenke DSGE – modeli dlya Rossii? [How many rules of monetary policy do we need when assessing DSGE models for Russia?]. *Prikladnaya ekonometrika* [Applied Econometrics], 2014, no. 36 (4), pp. 3–31. (In Russian).
18. Fedorova E.A., Lysenkova A.V. Modelirovanie pravila Teilora dlya denezhno – kreditnoi politiki Banka Rossii: empiricheskii analiz [Modeling Taylor rule for monetary policy of the Bank of Russia: Empirical analysis]. *Finansy i kredit* [Finance and Credit], 2013, no. 37 (565), pp. 10–17. (In Russian).
19. Taylor J.B. Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1993, vol. 39, pp. 195–214.
20. Fernandez-Villaverde J., Rubio-Ramirez J. Comparing dynamic equilibrium models to data: a Bayesian approach. *Journal of Econometrics*, 2004, vol. 123, iss. 1, pp. 153–187.
21. Geweke J. Using simulation methods for Bayesian econometric models: Inference, development, and communication. *Econometric Reviews*, 1999, vol. 18, iss. 1, pp. 1–73.
22. Del Negro M., Schorfheide F. Forming priors for DSGE models (and how it affects the assessment of normal rigidities). *Journal of Monetary Economics*, 2008, vol. 55, iss. 7, pp. 1191–1208.
23. Semko R. Optimal economic policy and oil price shocks in Russia. *Economics Education and Research Consortium. Working Paper*, 2013, no 13/03E, pp. 1–53.

Information about the Author

Serkov Leonid Aleksandrovich – Candidate of Physical and Mathematical Science, Associate Professor, Senior Researcher, Institute of Economics, the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moscow st., Ekaterinburg, 620014, Russia; e-mail: dsge2012@mail.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Серков Л.А. Региональная динамическая стохастическая модель общего равновесия как инструмент анализа фискальной политики // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 248–267. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-248-267

Please cite this article in English as:

Serkov L.A. Regional dynamic stochastic general equilibrium model as a tool for analysis of fiscal policy. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika* = *Perm University Herald. Economy*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 248–267. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-248-267

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-268-288

УДК 330.43:336.02

ББК 65в661

JEL Code C1, C6, G17

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КУРСОВ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА*

Петр Михайлович Симонов

ORCID ID: [0000-0001-6357-662X](https://orcid.org/0000-0001-6357-662X), Researcher ID: [S-5438-2016](https://orcid.org/S-5438-2016), e-mail: simpm@mail.ru

Роберт Викторович Гарафутдинов

ORCID ID: [0000-0002-2130-9352](https://orcid.org/0000-0002-2130-9352), Researcher ID: [A-9122-2019](https://orcid.org/A-9122-2019), e-mail: rvgarafutdinov@gmail.com

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

Задача прогнозирования динамики изменений курсов финансовых инструментов является актуальной, так как ее решение позволило бы снизить риски и увеличить доходность от операций на финансовых рынках. Согласно классическому представлению о природе рынков, процессы ценообразования на них имеют стохастический характер и не поддаются прогнозированию. В последние годы активное развитие получила эконофизика – наука на стыке экономики и физики, применяющая к анализу экономических систем подходы, типичные для изучения физических явлений. К числу таких подходов относится фрактальный анализ. Он базируется на гипотезе фрактального рынка, согласно которой динамика изменений цен финансовых инструментов подчиняется степенным законам и ее прогнозирование возможно. Фрактальность финансовых рядов выражается в их свойстве длительное время поддерживать тенденцию изменений (долгой памяти). Существуют модификации эконометрических моделей, учитывающие фрактальные свойства временных рядов. Их применение на данных российского финансового рынка изучено недостаточно полно: единичны примеры успешных предсказаний, полученных с помощью таких моделей; отсутствуют работы, акцентирующие внимание на сравнении фрактальных и нефрактальных моделей на достаточно больших массивах ценовых данных, что не позволяет с уверенностью говорить о превосходстве моделей, учитывающих фрактальные свойства рядов. Цель исследования – проверка гипотезы о том, что учет фрактальности финансовых рядов при прочих равных условиях позволяет получать более качественные прогнозы курсов финансовых инструментов. Получены следующие результаты исследования. Гипотеза о лучшей прогностической способности фрактальных моделей не отвергается, так как в большинстве случаев точность прогнозов ARFIMA и ARFIMA-GARCH оказалась выше точности прогнозов ARIMA и GARCH. Гипотеза о переменной фрактальной структуре финансовых рядов подтверждается, о чем свидетельствуют изменчивые графики локальных фрактальных размерностей. Гипотеза о преимуществе моделей с долгой памятью перед моделями с короткой памятью не отвергается, так как модель ARIMA показала наименьшую точность прогнозов. Гипотеза об изменении фрактальных свойств рядов при трансформации подтверждается. Это доказывают различные значения показателя Херста и отличающиеся графики локальных размерностей. Не удалось подтвердить следующие гипотезы: использование локальных показателей фрактальности вместо глобальных для вычисления параметра дробного дифференцирования увеличивает точность прогнозов; при росте длины прогноза его точность снижается; участки рядов с долгой памятью лучше моделируются и прогнозируются. Сформулированы возможные направления перспективных исследований: разработка метода определения границ локальных участков финансовых рядов с разными фрактальными свойствами; формулирование рекомендаций относительно того, по какому ряду (исходному или преобразованному) следует оценивать оператор дробного дифференцирования модели ARFIMA; проверка неподтвержденных гипотез с изменением методики исследования; изучение различных фрактальных модификаций GARCH-моделей и выявление условий их применимости.

Ключевые слова: эконофизика, фрактальный анализ, долгая память, персистентность, локальные и глобальные фрактальные характеристики, показатель Херста, метод минимального покрытия, R/S-анализ, дробное дифференцирование ряда, точность прогноза, ARFIMA, ARFIMA-GARCH, финансовые рынки.

* Статья развивает положения научной школы «Функционально-дифференциальные уравнения: конструктивные методы исследования и приложения (в экономике)» кафедры информационных систем и математических методов в экономике экономического факультета ПГНИУ.

© Симонов П.М., Гарафутдинов Р.В., 2019



Данная статья распространяется на условиях лицензии
Creative Commons - Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

MODELING AND FORECASTING OF FINANCIAL INSTRUMENTS DYNAMICS USING ECONOMETRICS MODELS AND FRACTAL ANALYSIS*

Pyotr M. Simonov

ORCID ID: [0000-0001-6357-662X](https://orcid.org/0000-0001-6357-662X), Researcher ID: [S-5438-2016](https://orcid.org/S-5438-2016), e-mail: simpm@mail.ru

Robert V. Garafutdinov

ORCID ID: [0000-0002-2130-9352](https://orcid.org/0000-0002-2130-9352), Researcher ID: [A-9122-2019](https://orcid.org/A-9122-2019), e-mail: rvgarafutdinov@gmail.com

Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia)

The task of forecasting the dynamics of changes in the rates of financial instruments is relevant, since its solution would reduce risks and increase the profitability of operations in financial markets. According to the classical concept of the nature of markets, their pricing processes are stochastic and cannot be predicted. In recent years the general trend in scientific research is econo-physics – the science in the convergence of economics and physics that uses the approaches typical for physical phenomena investigation to analyze economic systems. One of these approaches is fractal analysis. It is based on the fractal market hypothesis, which states that the dynamics of changes in prices of financial instruments is subject to power laws and their prediction is possible. The fractal of financial series is expressed in their property to maintain the trend of changes (so called long memory) for a long time. There are modifications of econometric models that take into account the fractal properties of time series. Their use in domestic markets has not been studied enough: there are few examples of successful predictions obtained using such models; there are no works that focus on the comparison of fractal and non-fractal models on sufficiently large arrays of price data, and it does not allow us to say with certainty about the superiority of models that take into account the fractal properties of series. The main idea of the study is to compare the prediction accuracy of econometric models and their fractal extensions using the same data. The purpose of the research is to verify the hypothesis that taking into account the fractal of financial series, while all other things are equal, allows us to obtain better and more accurate forecasts of financial instruments. The following approaches and methods have been used: fractal analysis and econometric models (ARIMA, GARCH), as well as their modifications, taking into account the property of long memory. For the first time, the accuracy of a large number of similar fractal and non-fractal models has been compared with differences in the nuances of fractal parameter estimation on the same data, the problems of determining the boundaries of financial series sections with different fractal properties and selecting a series (initial or transformed) for evaluating the operator of fractional differentiation of the ARFIMA model have been formulated. We have obtained the following results. The hypothesis of the best predictive ability of fractal models is not rejected, since in most cases the forecast accuracy of ARFIMA and ARFIMA-GARCH was higher than the forecast accuracy of ARIMA and GARCH. The hypothesis of a variable fractal structure of financial series has been confirmed, as evidenced by the variable graphs of local fractal dimensions. The hypothesis of the advantage of models with long memory over models with short memory has not been rejected, since the ARIMA model has demonstrated the least accuracy of forecasts. The hypothesis of the alteration of the fractal properties of time series in the transformation has been confirmed, that has been proven with different values of the Hurst exponent and different graphics of local dimensions. We did not manage to confirm the following hypotheses: the use of local fractal indicators instead of global ones to calculate the fractional differentiation parameter increases the accuracy of forecasts; with the growth of the forecast length, its accuracy decreases; sections of series with long memory are better modeled and forecasted. Possible directions for further research have been formulated: to develop a method for determining the boundaries of local areas of financial series with different fractal properties; to formulate recommendations on which series (initial or transformed) should be evaluated by the operator of fractional differentiation of the ARFIMA model; to verify unconfirmed hypotheses with a change in the research methodology; to study various fractal modifications of GARCH models and identification of conditions for their applicability.

Keywords: econophysics, fractal analysis, long memory, persistence, local and global fractal properties, the Hurst exponent, minimum coverage method, R/S analysis, fractional differentiation of a series, forecast accuracy, ARFIMA, ARFIMA-GARCH, financial markets.

* The article improves the concepts of the scientific school "Functional-differential equations: constructive research methods and applications (in Economics)" that are suggested by the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, the Faculty of Economics, Perm State University.

Введение

Функционирование современной рыночной экономики невозможно без привлечения и перераспределения капиталов. Одним из основных механизмов для решения этих задач является финансовый рынок. Финансовые рынки как система сложны и неустойчивы, а протекающие на них процессы, в частности динамика изменений ценовых котировок финансовых инструментов, стохастичны [1]. Природа этой стохастичности очевидна, ведь на курсы финансовых инструментов влияет огромное количество различных факторов – экономических, психологических (настроения и ожидания участников рынка), природных, политических и т. д. Этих факторов настолько много, что ни одна модель не в состоянии учесть их все. Срабатывает философский принцип перехода количества в качество, и создается впечатление, что динамика ценовых приращений хаотична и непредсказуема.

В то же время задача прогнозирования будущих значений курсов финансовых инструментов является актуальной, поскольку возможность формирования достаточно точных предсказаний позволила бы снизить риски и увеличить доходность от операций на рынках. Существует много подходов к решению этой задачи: фундаментальный и технический анализ, статистическое и эконометрическое моделирование, различные методы машинного обучения, такие как нейросетевой анализ [2], эконофизические подходы (фрактальный, р-адический анализ [1]) и др., но их эффективность и применимость в тех или иных условиях остается предметом дискуссии и исследований, во многом потому, что сама природа динамики финансовых рынков вызывает споры. Нет единого мнения, является ли процесс ценовых изменений полностью случайным (стохастическим) и потому принципиально непредсказуемым или же это процесс детерминированный: поведение цен зависит от конечного числа каких-то конкретных факторов и поддается моделированию.

Классические методы анализа финансовых рынков, такие как модель опти-

мального инвестиционного портфеля Г. Марковица, модель САРМ У. Шарпа и модель ценообразования опционов Блека – Шоулза, основаны на предположении Л. Башелье о том, что характеристики финансовых активов являются случайными величинами, распределенными по нормальному закону [3]. Теоретической базой, воплощающей данный постулат, является предложенная экономистом Ю. Фама гипотеза эффективного рынка (*Efficient Market Hypothesis, EMH*) [4], суть которой состоит в том, что вся значимая информация немедленно и в полной мере отражается в ценах, они являются практически непредсказуемыми, а их динамика описывается моделью «случайного блуждания». Соответственно, исследовать данные процессы возможно методами вероятностного подхода.

Однако крупнейшие финансовые кризисы (такие как кризис 2008 г., превратившийся в мировой экономический) не вписываются в постулаты данного подхода. В 1987 г. случился обвал американского рынка, за один день индекс Доу-Джонса упал на 29,2% [3]. Согласно кривой Гаусса такое событие должно происходить раз в миллионы лет. Однако последовали и другие кризисы, вследствие чего стало понятно, что гипотеза эффективного рынка не является универсальной. Было обнаружено, что в нестабильные периоды кривая плотности распределения изменения доходностей не соответствует гауссовской и риск наступления больших отклонений значительно (на 5 и более стандартных отклонений) превышает таковой при нормальном законе. Такие распределения получили названия распределений с «толстыми хвостами» (*fat tails*). Их форма свидетельствует о том, что динамика рыночных процессов не всегда является случайной.

Когда стало очевидным, что классический подход к пониманию принципов развития финансовых рынков не в состоянии объяснить кризисные явления, исследователи начали искать другие подходы и пытаться применять к анализу экономических процессов неортодоксальные методы, ранее для экономики не характерные. Вклад в развитие экономической науки

внесли ученые из таких областей знания, как военное дело (опционы, теория игр, логистика, исследование операций), биология (нейронные сети), информатика (информационные технологии), а также физика [5]. В физике хорошо изучено поведение неупорядоченных стохастических систем; отсюда в экономику пришли такие понятия, как «броуновское движение» и «случайное блуждание», относящиеся к поведению элементарных частиц [1]. Наука, которая использует типичные для физики методы исследований для изучения экономических систем, называется эконофизикой¹.

Одним из методов эконофизики является фрактальный анализ – перспективное (о чем свидетельствует достаточно большое количество зарубежных публикаций), но недостаточно представленное в отечественной научной литературе [7] направление исследования финансового рынка. Основателем его стал американский математик Б. Мандельброт, предположивший, что динамика рынков подчиняется степенным законам [3]. Он выдвинул концепцию, альтернативную *ЭМН*, – гипотезу фрактального рынка (*Fractal Market Hypothesis, FMH*), согласно которой процесс ценообразования на рынках не случаен, а глобально детерминирован, прошлые цены влияют на будущие, а рынки обладают фрактальными свойствами. Наличие этих свойств объясняется тем, что для устойчивости рынка на нем должны присутствовать инвесторы с разными инвестиционными горизонтами (от нескольких часов до нескольких лет) [8]. Если рынок имеет один горизонт инвестирования, на нем возникает нехватка ликвидности и, как следствие, паника [9]. Фрактальность финансовых рядов выражается в таком их свойстве, как «долгая память» (*long memory*), или персистентность. Это свойство процесса поддерживать тенденцию изменения. Автокорреляционная функция персистентного ряда убывает гиперболически медленно. Персистентные процессы характеризуются независимостью от вре-

менного масштаба: дневные приращения зависят от прошедших дневных приращений в той же степени, что и недельные от прошедших недельных [6]. Существуют расширения авторегрессионных стохастических моделей временных рядов, учитывающие свойство долгой памяти [2], и, согласно утверждениям ряда исследователей, такие модели позволяют получать более точные прогнозы [10; 11].

Применению фрактального анализа к задаче прогнозирования динамики финансовых рынков посвящены немногочисленные исследования. Так, в работе Е.С. Остапенко и Т.А. Дунаевой [12] установлено, что на ценах акций компании Google модель с долгой памятью ARFIMA дает меньшую ошибку прогноза, чем ARMA. М.В. Прудский [10] использовал ARFIMA для моделирования курса доллара к рублю, им были сделаны выводы о том, что модель обладает способностью делать краткосрочные прогнозы и является более точной в сравнении с другими статистическими моделями из-за учета ею фрактальных свойств. И.И. Белолипецким и С.А. Фархией [13] был предложен подход к прогнозированию финансовых рядов на основе нейросетевой модели, одним из предикторов которой явился индекс фрактальности, и на примере курсов акций ОАО «Татнефть» было показано, что его использование улучшает прогностические свойства модели. Тем не менее применение фрактальных методов прогнозирования на финансовых рынках изучено недостаточно: единичны примеры успешных предсказаний, полученных с помощью таких моделей; отсутствуют работы, акцентирующие внимание на сравнении фрактальных и нефрактальных моделей на достаточно больших массивах ценовых данных, что не позволяет с уверенностью утверждать о превосходстве моделей, учитывающих фрактальные свойства рядов. Этим обусловлена актуальность данного исследования.

Основная гипотеза исследования заключается в следующем: учет фрактальности финансовых рядов при прочих равных условиях позволяет получать более точные прогнозы динамики курсов финансовых

¹ Термин «эконофизика» введен Р. Мантенья и Г. Стенли [6].

инструментов. Целью исследования является проверка этой гипотезы. В качестве методического инструментария выбран фрактальный анализ, эконометрические модели ARIMA, GARCH и их фрактальные модификации, учитывающие свойство долгой памяти анализируемых процессов. Предмет исследования – динамика курсов инструментов, обращающихся на российском финансовом рынке, а также фондового индекса (на примере индекса ММВБ).

Приступим к достижению поставленной цели и начнем с обзора результатов ранее проведенных исследований.

Теоретический обзор

Задачей применения фрактального подхода к анализу финансовых рынков и прогнозированию курсов финансовых инструментов занимались отечественные и иностранные авторы. Результаты обзора некоторых актуальных научных работ в данной области представлены в табл. 1.

Таблица 1

Научные работы по фрактальному анализу финансовых рынков

Ключевые достижения	Авторы	Подходы (методы)	Результаты
Подтвержден фрактальный характер финансовых временных рядов	Ю.М. Балагула [14]	R/S-анализ, спектральный метод (GPH)	Выявлено наличие долгой памяти в рядах биржевых оптовых цен на электроэнергию и фондовых индексов разных стран
	А.В. Зиненко [3]	R/S-анализ	
	G. Caporale, M. Škare [15]	R/S-анализ, спектральный метод (GPH), ARFIMA-FIGARCH-моделирование	Выявлено наличие двойной длинной памяти (как в рядах доходности, так и в рядах волатильности) реального ВВП Великобритании
	S. Zhelyazkova [16]	ARFIMA-FIGARCH, HY-GARCH и FIAPARCH-моделирование	Выявлено наличие двойной длинной памяти в курсах двенадцати валют к доллару США; установлено, что динамика различных валютных пар хорошо описывается различными фрактальными модификациями GARCH-моделей
Предложены новые фрактальные показатели: размерность минимального покрытия и индекс фрактальности	Н.В. Старченко, М.М. Дубовиков [17]	Метод минимального покрытия, R/S-анализ, клеточный метод	Выявлено, что для определения индекса фрактальности требуется на два порядка меньше данных, нежели для оценивания показателя Херста методом R/S-анализа (на примере цен акций тридцати компаний, входящих в индекс Доу-Джонса)
Выполнено сопоставление различных фрактальных показателей, показано, что они согласованы, но отличаются точностью	Е.К. Кривоносова и др. [18; 19]		На примере цен акций Лукойл установлено, что наиболее точно фрактальная размерность определяется методом клеточного покрытия
Обоснована возможность применения фрактального анализа для предсказания кризисных ситуаций объектов разного уровня	А.К. Мансуров [20]	Метод ДФА	Выявлено, что существенное отклонение фрактальной размерности рядов валютных курсов сигнализирует о валютных кризисах (на примере курсов двадцати трех валют к доллару США)
	Е.К. Кривоносова [2]	Фрактальные (R/S-анализ, методы клеточного и минимального покрытия) и мультифрактальные (МФ-ДФА, вейвлет-преобразования, анализ с использованием показателя Гельдера) методы	Показано, что наиболее точным для определения стабильности работы предприятия из фрактальных методов является клеточный, из мультифрактальных – анализ на базе показателя Гельдера (на примере финансовых показателей компаний, действующих на российском рынке производства и обслуживания нефтегазодобывающего комплекса)
Обосновано, что персистентные временные ряды прогнозируются точнее, чем случайное блуждание	V. Kulish, V. Horák [21]	R/S-анализ	На примере ряда индекса Доу-Джонса установлено, что участки ряда с показателем Херста более 0,5 могут быть предсказаны более точно, чем участки, у которых показатель близок к 0,5; сделан вывод о том, что показатель Херста может служить мерой предсказуемости

Ключевые достижения	Авторы	Подходы (методы)	Результаты
Обосновано, что фрактальные модели могут осуществлять точечные прогнозы значений котировок с более высокой точностью, чем нефрактальные	Е.С. Остапенко, Т.А. Дунаева [12]	R/S-анализ, ARFIMA-моделирование	На примере цен акций компании Google установлено, что модель ARFIMA дает более точные прогнозы, чем ARMA; сделано предположение о том, что игнорирование наличия длинной памяти приводит к большей погрешности прогноза, чем учет длинной памяти при ее отсутствии
	М.В. Прудский [10]	R/S-анализ, ARFIMA-моделирование	Сделаны выводы о том, что модель ARFIMA позволяет с более высокой точностью, чем другие модели, прогнозировать курс доллара к рублю
	И.И. Белолипцев, С.А. Фархиева [13]	Метод минимального покрытия, нейросетевое моделирование	На примере курсов акций ОАО «Татнефть» показано, что использование индекса фрактальности в качестве предиктора улучшает прогностические свойства нейросетевой модели

На наш взгляд, общим пробелом в работах о прогнозировании будущих значений курсов финансовых инструментов является то, что в них, как правило, исследован лишь один временной ряд. Кроме того, не во всех работах [10] произведено сравнение точности прогнозов фрактальных моделей и максимально похожих на них нефрактальных.

При этом необходимо отметить, что во всех исследованиях были получены положительные результаты, продемонстрировавшие эффективность фрактального подхода к анализу финансовых рынков. Как показывает обзор, в основном фрактальный подход используется авторами для подтверждения гипотезы о фрактальности и персистентности финансовых временных рядов, а также для исследования возможности предсказывать критические точки (кризисы). Для определения фрактальных свойств рядов чаще всего используется исторически первый и наиболее простой метод – R/S-анализ в совокупности с показателем Херста, реже применяются альтернативные методы – ДФА, клеточный, спектральный. Перспективному мультифрактальному подходу почти не уделяется внимания, несмотря на то, что, по мнению некоторых авторов [2], реальные финансовые ряды обладают спектром фрактальных показателей на разных масштабах и лучше анализируются именно методами мультифрактального анализа. По

всей видимости, это связано с высокой сложностью применения таких методов. Также было обнаружено лишь небольшое количество работ, посвященных точечному прогнозированию значений финансовых временных рядов [10; 12; 13], причиной чего предположительно является скептическое отношение многих исследователей к самой возможности получения таких достаточно точных прогнозов. В рассмотренных работах наибольшей популярностью пользуются эконометрические модели с долгой памятью (в частности, ARFIMA), которые, согласно выводам авторов, обладают высокой прогностической способностью. Тем не менее применение таких моделей на российском финансовом рынке изучено недостаточно хорошо, работы и, соответственно, примеры полученных данным методом успешных предсказаний единичны, поэтому требуется дальнейшее исследование их эффективности. Не было обнаружено попыток применения для прогнозирования фрактальных расширений GARCH-моделей, в то время как теоретически они должны лучше, чем ARFIMA, описывать реальные финансовые ряды, для которых характерно явление кластеризации волатильности. Кроме того, авторам не встретилось сравнения фрактальных и нефрактальных моделей на достаточно больших массивах ценовых данных. Как правило, для исследования выбирается лишь один финансовый инстру-

мент, в ряду курсов которого моделируется фиксированной участок, на основании чего делаются выводы о прогностических способностях моделей. Современные инструментальные средства и вычислительные возможности аппаратного обеспечения позволяют проводить массовое моделирование, сравнивая сотни и даже десятки тысяч моделей на множестве участков ценовых рядов. Настоящая работа не претендует на полномасштабное исследование качества различных моделей на обширном эмпирическом материале, однако, как показали его результаты, можно говорить о некоторых преимуществах фрактальных модификаций в различных условиях.

Прежде чем переходить к методике исследования, следует кратко коснуться теоретических аспектов фрактального анализа и его категориального аппарата.

Размерность – это число измерений геометрического объекта или множества. Топологической размерностью (D_T) называют минимальное количество координат, необходимое для описания объекта. D_T может принимать только целые значения, подходит для описания идеализированных, гладких множеств, таких как прямая линия, куб, сфера [17]. Но в природе такие практически не встречаются. Для описания реальных объектов подходит размерность Хаусдорфа (D_H), являющаяся обобщением понятия топологической размерности D_T . D_H идеальных объектов (гладких кривых, поверхностей) совпадает с их D_T , в случае же самоподобных структур (таких, как береговая линия) D_H всегда превышает D_T и является нецелой (дробной) величиной. Такая размерность показывает, насколько плотно и равномерно элементы множества заполняют пространство. Наконец, Б. Мандельбротом введен термин «фрактальная размерность» (D) для обозначения частного случая размерности Хаусдорфа (дробной). Множества, для которых справедливо неравенство $D_H > D_T$, Б. Мандельброт назвал фракталами. В дальнейшем в нашем исследовании термин «размерность» и обозначение D относятся именно к этому типу размерности.

Отметим, что не существует точного определения сущности категории «фрактал». Сам Б. Мандельброт охарактеризовал ее так: «Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому» [22]. Принято относить к фракталам объекты, обладающие следующими свойствами [10]: самоподобие или масштабная инвариантность (отдельные составляющие объекта подобны всему объекту целиком, вследствие чего при различных масштабах объект выглядит одинаково); масштабирование по степенному закону (изменение характеристик объекта с изменением масштаба рассмотрения имеет степенную зависимость); фрактальная размерность, которая превосходит топологическую (при увеличении соотношения между масштабом и каким-либо параметром фрактала постоянно и равно фрактальной размерности [2]).

Сущность фрактального анализа как инструмента описания различных объектов заключается в том, что производится обработка масштабированием фрактальной структуры и описывается распределение какой-либо структурной характеристики (или меры) при этом масштабировании [18]. Фрактальными свойствами могут обладать не только математические абстракции и природные сущности, но и временные ряды, являющиеся численным дискретным описанием непрерывных динамических процессов. Как правило, когда говорят об анализе и прогнозировании динамики финансовых рынков, подразумевают исследование именно ценовых рядов финансовых инструментов. Если обратить внимание на графики котировок акций или валют, можно заметить их сильную изрезанность (признак фрактальной размерности), а также то, что при рассмотрении на различных временных масштабах они выглядят похоже, нельзя с уверенностью сказать, дневные это курсы, месячные или минутные (самоподобие). На свойство масштабирования по степенному закону указывает форма распределений с «толстыми хвостами».

Если для пространственной структуры основной фрактальной характери-

кой является ее размерность, то в случае временного ряда говорят о наличии у процесса «долгой памяти», когда ему присуще свойство персистентности. Эти понятия тесно взаимосвязаны. Чтобы численно охарактеризовать свойство «долгой памяти», британским гидрологом Г. Херстом был введен показатель H , позднее названный его именем [14]. Кроме того, Н.В. Старченко был предложен оригинальный метод оценивания фрактальной размерности фи-

нансовых временных рядов и введен новый показатель – индекс фрактальности (μ) [8].

Финансовые временные ряды демонстрируют сложное непериодическое поведение, при котором тренды и флэты хаотическим образом сменяют случайное блуждание. Рассмотренные фрактальные показатели позволяют идентифицировать состояние процесса и делать выводы о его дальнейшем поведении. В табл. 2 приведено их сопоставление [19].

Таблица 2

Взаимосвязь показателей фрактальности временного ряда

Показатель	Диапазон значений	Характер ряда		
		Антиперсистентный (флэт)	Случайный (стохастический)	Персистентный (тренд)
Показатель Херста, H	[0; 1]	$0 < H < 0,5$	$H = 0,5$	$0,5 < H < 1$
Фрактальная размерность, D	[1; 2]	$1,5 < D < 2$	$D = 1,5$	$1 < D < 1,5$
Индекс фрактальности, μ	[0; 1]	$0,5 < \mu < 1$	$\mu = 0,5$	$0 < \mu < 0,5$

Из таблицы 2 видно, что все три показателя согласуются друг с другом при индикации состояний хаотического процесса. В работе [19] дана следующая характеристика этих состояний:

1) Тренд – персистентный участок, на котором поддерживается тенденция изменений. Если в текущем периоде показатель увеличивался, с большой долей вероятности он продолжит расти и в следующем периоде.

2) Флэт – антиперсистентный участок, направление изменений на котором постоянно меняется (чаще, чем при случайном характере процесса). Такой характер динамики называют «возврат к среднему». Если в текущем периоде показатель увеличивался, с большой долей вероятности в следующем периоде направление изменения показателя сменится, в результате чего его значение не может далеко уйти от среднего.

3) Случайное блуждание – промежуточное состояние между трендом и флэтом. Динамика процесса случайна, будущие значения не зависят от прошлых.

Охарактеризовав теоретические основы фрактального анализа, рассмотрим методы оценивания фрактальных характеристик финансовых рядов. Как показал обзор литературы, существует достаточно

большое количество способов вычисления как фрактальной размерности, так и показателя Херста. Рассмотрим два метода, которые и будут применены в исследовании.

Метод минимального покрытия, детально разработанный Н.В. Старченко [8], позволяет характеризовать локальную динамику процесса. Для этого сужается репрезентативный масштаб до значений, при которых временной ряд не меняет своего поведения, и определяется локальная фрактальная размерность [19]. Алгоритм метода состоит из следующих шагов. Пусть процесс характеризуется некоторой функцией $y = f(t)$ на отрезке $[a = t_0 < t_1 < \dots < t_m = b]$, $i = 1, 2, \dots, m$. Отрезок $[a, b]$ разбивается на m сегментов равной длины $\delta = \frac{b-a}{m} = t_i - t_{i-1}$. Затем график функции покрывается прямоугольниками с основанием δ таким образом, чтобы это покрытие было минимальным по площади. Тогда высота прямоугольника на отрезке $[t_{i-1}, t_i]$ будет соответствовать амплитуде $A_i(\delta)$, равной разности максимального и минимального значения $f(t)$ на данном отрезке. Накопленная амплитуда на всем отрезке вычисляется как $V_f(\delta) = \sum_{i=1}^m A_i(\delta)$, а площадь минимального покрытия как $S_\mu(\delta) = V_f(\delta)\delta$. Очевидно, что при сокращении длины отрезка δ точность

вычисления площади покрытия будет увеличиваться. Имеет место степенная зависимость $S_\mu(\delta) \sim \delta^{2-D}$ при $\delta \rightarrow 0$, где D – фрактальная размерность. Из этой формулы следует, что $V_f(\delta) \sim \delta^{-\mu}$ при $\delta \rightarrow 0$, где $\mu = D_\mu - 1$. Н. В. Старченко назвал показатель D_μ размерностью минимального покрытия, а μ – индексом фрактальности. Показатель μ вычисляют как взятый с отрицательным знаком коэффициент при независимой переменной в уравнении линейной регрессии $\ln V_f(\delta) = -\mu \ln \delta + b$, где b – свободный член. Показано, что для приемлемо точного определения размерности минимального покрытия достаточно репрезентативных интервалов длиной 32 и иногда даже 16 дней.

Метод нормированного размаха, или R/S-анализ (*Rescaled range analysis*), предложен Г. Херстом в 50-х гг. XX в. и до сих пор является одним из наиболее популярных подходов в исследованиях фрактальных рядов самой различной природы, что подтверждается обзором научных работ. Можно сказать, что для вычисления H он является «родным» методом, и некоторые авторы, говоря о показателе Херста, подразумевают его оценивание именно посредством метода нормированного размаха [3; 21]. Идея R/S-анализа состоит в том, что существует степенная зависимость вида $\frac{R}{S} \sim c \cdot \delta^H$, где R – размах вариации (под вариацией показателя понимается накопленное отклонение его от среднего значения), S – стандартное отклонение показателя, δ – количество значений показателя в группе, c – некоторая константа. Вычисляемая статистика R/S является размахом, нормированным стандартным отклонением, что и дало название методу. В работе [3] подробно описан его алгоритм. Пусть дан временной ряд $x(t)$ длиной $n+1$. Прежде всего его приводят к так называемым «логарифмическим доходностям» $y(t)$ по формуле $y(t) = \ln \frac{x_t}{x_{t-1}}$. Далее работают с преобразованными данными. Ряд $y(t)$ длиной n делится на m групп значений по δ элементов. Для каждой i -й группы ($i=1, 2, \dots, m$) рассчитываются: среднее

значение $\bar{y}_i$; накопленные отклонения от среднего $Y_t = \sum_{t=1}^{\delta} (y_t - \bar{y}_i)$, образуя m рядов $Y_i(t)$; размах $R_i = \max(Y_i(t)) - \min(Y_i(t))$; стандартное отклонение $S_i = \sqrt{\frac{1}{\delta} \sum_{t=1}^{\delta} (y_t - \bar{y}_i)^2}$; R/S-статистика (нормированный размах) по формуле R_i/S_i . После полученные m величин R/S усредняются, и получается двойка элементов $\langle R/S(\delta), \delta \rangle$. Такие вычисления проводят для различных значений δ . Показатель Херста H определяется как коэффициент при независимой переменной в уравнении линейной регрессии $\ln \frac{R}{S}(\delta) = H \ln \delta + c$, где c – свободный член. Стоит отметить, что величина δ не может принимать значения, меньшие 10. При этом очевидно, что она является собственным делителем количества элементов в ряду n , поэтому выборку нужно формировать таким образом, чтобы максимизировать число собственных делителей – это положительно скажется на точности вычисления H . Кроме того, для достижения приемлемой точности значение n должно быть достаточно высоко (несколько тысяч) [9]. В работе [17] показано, что на интервалах порядка нескольких десятков значений оценивание H не имеет смысла, так как функция $R/S(\delta)$ имеет медленный выход на асимптотический режим.

Фрактальную размерность можно вычислить через показатель Херста по формуле $D=2-H$ [17].

Далее, основываясь на методологии фрактального анализа, охарактеризуем методику исследования.

Методика исследования

Для моделирования динамики курсов финансовых инструментов нами были выбраны две популярные эконометрические модели – ARIMA и GARCH – и их фрактальные модификации ARFIMA и ARFIMA-GARCH.

ARIMA (p, d, q). Интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего порядков p, d, q – относится к линейным моделям и предназначена для описания нестационарных процессов. Данная

модель предложена Дж. Боксом и Г. Дженкинсом [23]. Ее уравнение имеет следующий вид: $\Phi(L)(1-L)^d X_t = \mu + \Theta(L)\varepsilon_t$, где X_t – исследуемый процесс (временной ряд), L – оператор сдвига, $\Phi(L)$ – полином степени p от L , $\Theta(L)$ – полином степени q от L , d – порядок интегрирования процесса X_t . Параметры p, d, q могут принимать целые неотрицательные значения.

ARFIMA (p, d, q). Дробно-интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего порядков p, d, q – является обобщением модели ARIMA (p, d, q), допускающим дробное значение параметра d . Предложена Дж. Хоскингем [24]. Уравнение для этой модели остается неизменным, а оператор дробного дифференцирования аппроксимируется следующим рядом:

$(1-L)^d = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\Gamma(k-d)}{\Gamma(-d)\Gamma(k+1)} L^k$, где Γ – гамма-функция [11]. Забегая вперед, отметим, что для программной реализации алгоритма моделирования ARFIMA нами была использована следующая формула вычисления ряда дробных разностей Y_t : $Y_t = X_t + \sum_{k=1}^{t-1} (-1)^k \frac{\prod_{i=1}^k (d-i+1)}{k!} x_{t-k}$ [25]. Каждая разность аппроксимируется предыдущими значениями исходного ряда, при этом «глубину» памяти, т. е. количество участвующих в вычислении значений, можно ограничить. В этой особенности проявляется учет моделью свойства «долгой памяти» процесса. Для оценки параметра d существуют специализированные методы [14], а также его можно вывести через соотношение с показателем Херста: $d = H - 0,5$ [9].

GARCH (p, q). Обобщенная авторегрессионная условная гетероскедастичность порядков p, q являет собой семейство нелинейных моделей, предназначенных для изучения волатильности в ценовых рядах и позволяющих учитывать такие ее свойства, как кластеризация («группирование» периодов с высокой и низкой волатильностью), а также так называемый эффект «рычага» – уменьшение волатильности при росте цены, и наоборот. Классическая модификация, называемая иногда SGARCH, предложена Т. Боллерслевом [26]. Стандартно для моделей GARCH

определяется два уравнения – условного математического ожидания доходности y_t^2 и условной дисперсии σ_t^2 [27]. Формула классической модели имеет следующий вид: $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \cdot y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \cdot \sigma_{t-j}^2$. Для корректного определения условной дисперсии должны выполняться ограничения $\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0$. В этой модели ряд y_t^2 удовлетворяет процессу ARMA ($\max[p, q], q$) модели. Величина σ_t^2 служит условной дисперсией процесса $y_t | Y_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$. На практике часто используется модель GARCH (1, 1) [28].

ARFIMA-GARCH (p, d, q). Данная модель является модификацией SGARCH-модели, в которой в качестве уравнения условного математического ожидания выступает не ARMA, а ARFIMA [29]. Таким образом, учитываются фрактальные свойства моделируемого процесса.

В процессе исследования предполагается проверить ряд гипотез, высказанных авторами научных работ по данной тематике, а также выдвинутых авторами настоящей статьи:

1) Учет моделями фрактальных свойств моделируемых процессов позволяет повысить точность прогнозов [10].

2) Финансовые временные ряды обладают переменной структурой, их фрактальные свойства на различных участках различны [19; 30].

3) Использование локальных показателей фрактальности (оцененных на моделируемом участке ряда) вместо глобальных (оцененных по всему ряду) для вычисления параметра дробного дифференцирования положительно сказывается на точности прогнозов [7].

4) Учет при моделировании «долгой памяти» процесса в том случае, если в действительности он ею не обладает, не ухудшает качества прогнозов, в то время как непринятие во внимание данной особенности процесса при ее наличии снижает их точность [12].

5) При росте длины прогноза его точность снижается.

6) При переходе к лог-доходностям фрактальные свойства ряда меняются.

Для проверки перечисленных гипотез в качестве исходных данных для моделирования следует взять ценовые ряды различных финансовых инструментов с достаточно длительной предысторией (несколько тысяч значений). Предполагается выполнить преобразование цен y_t к логарифмическим доходностям по формуле $x_k = \ln \frac{y_t}{y_{t-1}}$ [3] и далее моделировать эти доходности. Так как предположительно ценовые ряды обладают переменной фрактальной структурой, влияющей на качество моделирования и прогнозирования, не следует аппроксимировать модели на всей истории рядов, необходимо выбрать относительно короткий локальный участок. В то же время проблема определения границ таких участков остается актуальной, в литературе не было обнаружено соответствующей методики. Было решено применить так называемый метод «скользящего окна» (*sliding window*) [31] и рассмотреть все возможные локальные участки рядов с их начала до конца с шагом 1, на каждом попытаться аппроксимировать модели и проверить их прогнозирующую способность.

В машинном обучении существует задача выявления «эффекта от воздействия» (*treatment effect*) [32]. Типичный пример ее решения – определение эффективности лекарственных препаратов. Идея метода заключается в том, чтобы оказать на объект некоторое воздействие, оценить изменение его состояния, затем не оказывать воздействий и вновь оценить изменение состояния. Разница между изменениями и будет предполагаемым эффектом от воздействия. В идеале воздействовать и не воздействовать нужно на один и тот же объект одновременно. В жизни реализовать это затруднительно, однако при анализе ретроспективных ценовых данных такой подход становится возможным. Поэтому в исследовании решено применить данную концепцию при сравнении моделей. В качестве воздействия будет выступать учет моделями свойств долгой памяти процессов. Для этого следует тестировать модели в максимально похожих условиях, т. е. на одних и тех же данных. Причем обе

ARMA-модели (фрактальная и обычная) должны пройти проверки на адекватность: оценки коэффициентов должны быть статистически значимы (так как не всегда наилучшая аппроксимированная к данным модель обладает только значимыми коэффициентами, решено принимать модели, у которых их более 50%); в остатках должна отсутствовать автокорреляция (проверка тестом Льюнга – Бокса); остатки должны быть распределены по нормальному закону (проверка тестом Лиллиефорса) [28]. Кроме того, отбрасываются модели «белого шума» ARMA (0, 0) и «случайного блуждания» ARIMA (0, 1, 0), т. е. модели, сумма порядков p, q которых меньше 1. В качестве показателя точности прогнозирования решено применять среднюю абсолютную ошибку $MAE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |y_t - \hat{y}_t|$, где y_t – фактическое значение наблюдения, $\hat{y}_t$ – прогнозное значение наблюдения, T – длина тестового участка. В качестве локальной фрактальной характеристики рядов решено использовать размерность минимального покрытия D_μ , вычисляемую методом минимального покрытия. Данный метод выбран потому, что позволяет оценивать размерность на небольшом количестве наблюдений (от 16) с приемлемой точностью [17]. В качестве глобальной фрактальной характеристики (оцениваемой по всей длине ряда) выбран показатель Херста H , вычисляемый методом R/S-анализа. Конкретных рекомендаций по величине участка аппроксимации (длине скользящего окна) в литературе обнаружено не было, поэтому он составляет 128 наблюдений, такое значение близко к круглому значению 100 и при этом является степенью двойки (как того требует специфика метода минимального покрытия). Предполагается делать краткосрочные прогнозы глубиной 1, 3 и 10 шагов. Величины MAE, полученные за один проход по ряду, усредняются по каждой из моделей, такие средние значения предполагается сравнивать между собой.

Программную реализацию методики решено осуществлять на языке программирования R в среде разработки RStudio. Для

вычисления показателя Херста, реализации процедур дробного дифференцирования и метода минимального покрытия были написаны пользовательские функции в соответствии с приведенными в литературе алгоритмами. Аппроксимация моделей ARIMA и ARFIMA выполняется с использованием готовой функции `auto.arima()` из пакета `forecast`. Данная функция отбирает из нескольких конкурирующих моделей наилучшую по информационному критерию AIC. Аппроксимация моделей GARCH осуществляется через функции `ugarchspec()` (задание спецификации модели) и `ugarchfit()` (непосредственная идентификация параметров модели) из пакета `rugarch`. Использована базовая модификация SGARCH. При обучении модели ARFIMA-GARCH процедуру вычисления дробных разностей, как и оценивание величины d , решено доверить встроенным в пакет `rugarch`-алгоритмам.

Далее выполняется сравнение четырех авторегрессионных моделей: ARIMA (p, d, q); ARFIMA (p, d, q) (параметр d вычислен через локальную размерность D_μ , оцененную по исходному ряду котировок); ARFIMA (p, d, q) (параметр d вычислен через локальную размерность D_μ , оцененную по ряду лог-доходностей); ARFIMA (p, d, q) (параметр d вычислен через глобальный показатель Херста H , оцененный по всему ряду). Параметры p, q всех моделей оценены по ряду наблюдений.

Выполняется сравнение двух GARCH (1,1)-моделей: SGARCH (модель условного математического ожидания – ARMA); ARFIMA-GARCH (модель условного математического ожидания – ARFIMA).

Прежде чем переходить непосредственно к моделированию и прогнозированию в соответствии с составленной методикой необходимо проанализировать входные данные.

Данные

В качестве моделируемых ценовых рядов выбраны котировки набора финансовых инструментов, на котором проводилось исследование в работе [10]. В набор дан-

ных внесены следующие изменения: исключены акции компании «Газпром» и биржевой индекс RTSI, добавлены валютные пары USDRUB и EURRUB (табл. 3). Использованы дневные цены закрытия.

Таблица 3

Исследуемые финансовые инструменты и индекс

№ п/п	Тикер	История	Количество наблюдений
1	ALRS	11.29.2011 – 02.05.2018	1616
2	EURRUB	01.01.2000 – 29.04.2018	4637
3	GMKN	31.01.2001 – 02.05.2018	4118
4	MTSS	15.10.2003 – 02.05.2018	3614
5	ROSN	19.07.2006 – 02.05.2018	2948
6	USDRUB	01.01.2000 – 29.04.2018	4867
7	VTBR	28.05.2007 – 02.05.2018	2736
8	IMOEX	05.01.2000 – 02.05.2018	4574
9	LKOH	05.01.2000 – 02.05.2018	4575
10	SBER	05.01.2000 – 02.05.2018	4563

Источник: ФИНАМ. URL: <https://www.finam.ru> (дата обращения: 10.01.2019).

На рис. 1–4 приведена динамика показателей ряда на примере индекса ММВБ как индикатора состояния российского финансового рынка (характеристики других инструментов сопоставимы).

Эмпирический показатель Херста H для исходных уровней ряда составил ровно 1 с $R^2=0,9996$, т. е. динамика IMOEX на протяжении без малого 20 лет имеет выраженный тренд, что заметно по графику. Динамика локальной размерности колеблется в диапазоне (1,05; 1,5), что, во-первых, подтверждает наличие у процесса долгой памяти, а во-вторых, укладывается в рамки гипотезы о переменной структуре исходных уровней ряда (размерность меняется в широких диапазонах).

Эмпирический показатель Херста H для лог-доходностей равен 0,5341 с $R^2=0,9965$, что говорит о слабо выраженной персистентности процесса. При этом график лог-доходностей визуально напомина-

ет «белый шум» с нулевым средним, но локальные размерности в основном находятся в диапазоне (1,5; 1,75), т. е. флэта. Поэтому в данном случае глобальные и усредненные локальные фрактальные характеристики не согласуются. Наличие таких особенностей вызвало вопросы о способе расчета параметра d модели ARFIMA: стоит ли оценивать его по моделируемому ряду, демонстрирующему устойчивую антиперси-

стентность, либо по трендовому ряду исходных уровней.

Коэффициент эксцесса распределения лог-доходностей индекса ММВБ равен 15,3592, коэффициент симметрии $-0,2405$. Это свидетельствует о том, что распределение не соответствует нормальному, характеризуется вытянутым пиком и «толстыми хвостами», как и ожидалось (для нормального распределения значения коэффициентов составляют соответственно 3 и 0).



Рис. 1. Значения индекса ММВБ



Рис. 2. Динамика фрактальной размерности значений индекса ММВБ

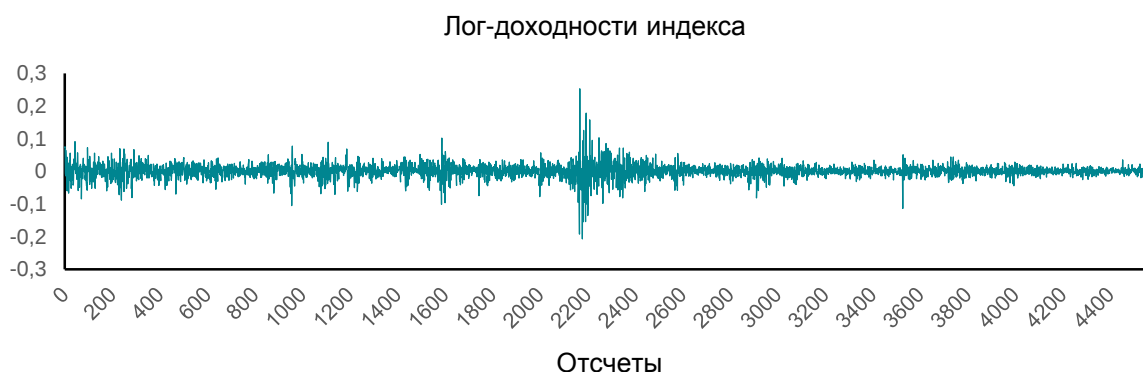


Рис. 3. Лог-доходности индекса ММВБ



Рис. 4. Динамика фрактальной размерности лог-доходности индекса ММБФ

В следующем разделе статьи описаны и проанализированы полученные в ходе моделирования результаты.

Результаты и их обсуждение

Результаты моделирования и прогнозирования представлены в табл. 4–6.

Таблица 4

Усредненные показатели MAE при глубине прогноза 1 шаг вперед*

Тикер	ARIMA	ARFIMA (D_μ)	ARFIMA (D_μ -log)	ARFIMA (H)	ARIMA-GARCH	ARFIMA-GARCH
ALRS	0,01922**	0,01888	0,01866	0,01826*	0,01949*	0,02044
EURRUB	0,00693**	0,00681	0,00659*	0,00677	0,00509*	0,00516
GMKN	0,01424	0,01395*	0,01408	0,01442**	0,01563	0,01534*
MTSS	0,01454	0,01472	0,01393*	0,01455**	0,01699	0,01678*
ROSN	0,01982	0,02084**	0,01898	0,01816*	0,01664	0,01636*
USDRUB	0,00536	0,00508*	0,00556**	0,00547	0,00588*	0,00595
VTBR	0,01522	0,01504	0,01433*	0,01530**	0,02363	0,02198*
IMOEX	0,01285**	0,01284	0,01270	0,01261*	0,01382	0,01342*
LKOH	0,01608**	0,01561*	0,01575	0,01598	0,01668	0,01602*
SBER	0,01590	0,01531*	0,01591**	0,01551	0,01734	0,01694*
Среднее	0,01401**	0,01391	0,01365*	0,01370	0,01512	0,01484*

* В табл. 4–6 звездочкой (*) обозначен лучший прогноз в своем классе моделей, двумя звездочками (**) – худший прогноз.

Таблица 5

Усредненные показатели MAE при глубине прогноза 3 шага вперед

Тикер	ARIMA	ARFIMA (D_μ)	ARFIMA (D_μ -log)	ARFIMA (H)	ARIMA-GARCH	ARFIMA-GARCH
ALRS	0,01770	0,01784**	0,01749	0,01723*	0,01809*	0,01892
EURRUB	0,00598	0,00621**	0,00585*	0,00602	0,00508	0,00506*
GMKN	0,01452	0,01446	0,01409*	0,01462**	0,01606*	0,01607
MTSS	0,01516	0,01535	0,01468*	0,01536**	0,01837*	0,01859
ROSN	0,02179	0,02222**	0,02096	0,02055*	0,01781	0,01760*
USDRUB	0,00576	0,00571*	0,00585	0,00598**	0,00587	0,00579*
VTBR	0,01158	0,01127*	0,01128	0,01165**	0,02233	0,02172*
IMOEX	0,01212	0,01218**	0,01206	0,01202*	0,01380	0,01345*
LKOH	0,01679**	0,01675	0,01652*	0,01675	0,01732	0,01679*
SBER	0,01512	0,01455*	0,01524**	0,01489	0,01745	0,01707*
Среднее	0,01365	0,01365**	0,01340*	0,01351	0,01522	0,01511*

Таблица 6

Усредненные показатели MAE при глубине прогноза 10 шагов вперед

Тикер	ARIMA	ARFIMA (D_H)	ARFIMA (D_H -log)	ARFIMA (H)	ARIMA- GARCH	ARFIMA- GARCH
ALRS	0,01443**	0,01401	0,01411	0,01383*	0,01765*	0,01793
EURRUB	0,00639*	0,00646	0,00647	0,00648**	0,00483*	0,00484
GMKN	0,01531**	0,01514	0,01495*	0,01527	0,01564*	0,01595
MTSS	0,01297	0,01310**	0,01275*	0,01308	0,01563*	0,01566
ROSN	0,01817	0,01818**	0,01771	0,01752*	0,01730	0,01711*
USDRUB	0,00544	0,00549	0,00542*	0,00557**	0,00590	0,00582*
VTBR	0,01261	0,01242*	0,01256	0,01268**	0,02834	0,02810*
IMOEX	0,01224	0,01225**	0,01217*	0,01219	0,01453	0,01430*
LKOH	0,01683**	0,01678	0,01678*	0,01679	0,01763	0,01733*
SBER	0,01639	0,01590*	0,01639**	0,01630	0,01850	0,01804*
Среднее	0,01308**	0,01297	0,01293*	0,01297	0,01559	0,01551*

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1) Основная гипотеза исследования о лучшей прогностической способности фрактальных эконометрических моделей в сравнении с классическими не отвергается. Во всех, за исключением одного, случаях различные вариации ARFIMA оказались точнее, чем ARIMA. В большинстве случаев ARFIMA-GARCH также оказались точнее, чем SGARCH.

2) Гипотеза о переменной фрактальной структуре финансовых временных рядов подтверждается, что доказывают изменчивые графики локальных размерностей (амплитуда колебаний составляет 0,4–0,5). Это закономерно и объясняется неоднородностью рыночной динамики курсов финансовых инструментов, ее хаотичностью, наличием в рядах участков как с ярко выраженным трендом, так и со случайным блужданием, наличием эффекта кластеризации волатильности. В то же время возникает задача кластеризации участков ряда с различной фрактальной размерностью. Методики ее решения в литературе обнаружено не было, однако успешная работа в этом направлении позволила бы определять, в каком состоянии процесс находится в настоящий момент, что расширило бы возможности для предсказания его будущего поведения. Кроме того, знание таких участков позволит выявить условия применимости различных моделей.

3) Гипотеза о том, что использование локальных показателей фрактальности вместо глобальных для вычисления пара-

метра дробного дифференцирования увеличивает точность прогнозов, не подтверждается. В среднем модель с глобальным параметром d показала несущественно меньшую точность, чем с локальными. Предположительно это можно объяснить следующими ограничениями примененного инструментария. Во-первых, моделируемые локальные участки выбирались грубо, методом «скользящего окна» фиксированного размера. Разумно предположить, что несколько раз это окно совпало с границами истинного участка с концентрированным однотипным поведением процесса и оцененная величина его размерности также являлась истинной. Не исключено, что среди фрактальных моделей, аппроксимированных на таких участках, наибольшей точностью прогнозов обладали те, параметр d которых определялся по локальной размерности. Однако проверить это невозможно, так как ошибка прогнозов усреднялась и итоговая анализируемая величина MAE учитывает как прогнозы, полученные на истинных участках, так и прогнозы на участках, содержащих границы состояния процесса (например, тренда и случайного блуждания), а оцененная на таких «смешанных» участках величина локальной размерности адекватно описывает этот участок не в большей степени, чем величина глобальной. Во-вторых, для оценки локальной и глобальной размерностей и, следовательно, параметра d моделей были использованы разные методы (соответственно метод минимального покрытия и R/S-анализ). Данные ограничения методики

создают предпосылки для дальнейших исследований и проверок гипотезы о преимуществе применения локальных размерностей для целей прогнозирования.

4) Гипотеза о том, что учет несуществующего эффекта долгой памяти не ухудшает прогнозов, а его игнорирование существующего – ухудшает, не отвергается. Модель с короткой памятью ARIMA показала самые низкие результаты среди авторегрессионных моделей почти в каждом случае. Чтобы получить более убедительные доказательства данного утверждения, следует провести исследование с акцентом на сравнении фрактальных и нефрактальных моделей на выявленных участках с долгой памятью, а также на участках без нее. Потенциальным результатом такого исследования может стать рекомендация всегда использовать модели ARFIMA вместо ARIMA.

5) Гипотеза о том, что при росте длины прогноза его точность снижается, не подтверждается. На горизонтах прогнозирования 1, 3, 10 шагов точность остается сопоставимой. По нашему мнению, причины несогласованности результатов с этой достаточно очевидной гипотезой (проще предсказать одно ближайшее значение, чем серию, вероятность реализации такого прогноза выше) – в следующем ограничении методики: для оценки точности прогноза использовалась усредненная абсолютная величина ошибки, не учитывающая направления ошибок единичных. Возможно, с ростом глубины прогноза модели ошибаются чаще именно в направлениях динамики курсов финансовых инструментов. Поэтому данный момент требует дальнейших исследований.

6) Гипотеза об изменении фрактальных свойств при переходе к лог-доходностям подтверждается, о чем свидетельствуют различные значения показателя Херста, а также графики локальных размерностей до и после этой операции. Данный факт объясняется тем, что лог-трансформация, как и дифференцирование, устраняет в ряду тренд, поведение ряда начинает напоминать паттерн «возврат к среднему».

7) В сравнении ARIMA и GARCH-моделей превосходство в точности прогнозирования осталось за ARIMA. Причиной этого может быть то, что исследуемые ценовые ряды не обладают высокой волатильностью, для них нехарактерен эффект ее кластеризации, поэтому GARCH-модели не демонстрируют преимуществ. Однако исследование этих моментов (в частности, тестов на условную гетероскедастичность в остатках ARMA-моделей) не проводилось.

8) В среднем небольшое преимущество перед другими получила модель ARFIMA с параметром d , вычисленным по антиперсистентному ряду лог-доходностей, а не по трендовому исходному ряду котировок. Этот факт не укладывается в рамки гипотезы о том, что участки с долгой памятью лучше моделируются [21]. Предполагаемым объяснением данного факта может послужить то, что, как подтвердили результаты исследования, при лог-трансформации ряда меняются его фрактальные свойства, в том числе и величина размерности, из которой выводится значение d . Логичным выглядит то, что учитываться при моделировании должны фрактальные свойства непосредственно моделируемого ряда. Данный ряд имеет преимущественно антиперсистентный характер, практически не обладает долгой памятью, и вопрос о том, насколько вообще к нему применимы модели, ее учитывающие, остается открытым. Этот момент требует дальнейших исследований.

Таким образом, можно констатировать, что полученные в результате исследования факты согласуются с четырьмя из проверяемых гипотез и противоречат двум из них. При этом причиной того, что эти гипотезы не подтвердились, предположительно стали ограничения методики, поэтому отбрасывать их нельзя, необходимы дальнейшие исследования в данном направлении.

Заключение

Основная выдвинутая авторами гипотеза о том, что при прогнозировании финансовых временных рядов фрактальные модели позволяют получать более точные прогно-

зы, чем нефрактальные, не противоречит данным исследования. Также было подтверждено, что:

1) Финансовые ряды имеют изменчивую фрактальную структуру, величина их локальной фрактальной размерности зависит от границ рассматриваемого участка.

2) Модели с долгой памятью показывают устойчивое преимущество перед моделями с короткой памятью на подавляющем большинстве данных.

3) При трансформации исходного ряда курсов финансовых инструментов его фрактальные свойства меняются.

Все эти факты согласуются с положениями теории о фрактальности финансовых рынков и результатами других исследований. Новизной исследования является то, что авторами впервые получено подтверждение этих гипотез на большом массиве данных, а также поставлена и решена проблема кластеризации участков финансовых рядов с различными фрактальными свойствами, определено, по какому ряду следует оценивать фрактальную размерность для вычисления оператора дробного дифференцирования модели ARFIMA – исходному или преобразованному (моделируемому). Это позволяет лучше определять условия применимости фрактальных эконометрических моделей и в целом развивает методологию прогнозирования динамики финансовых временных рядов, увеличивая точность прогнозов.

В ходе исследования не удалось подтвердить следующие гипотезы:

1) Применение локальных показателей фрактальности вместо глобальных

для вычисления параметра дробного дифференцирования модели ARFIMA увеличивает точность прогнозов.

2) С увеличением глубины прогноза его точность снижается.

3) Участки рядов с долгой памятью (тренды) лучше моделируются и прогнозируются. Авторами не ставилась задача проверки данной гипотезы, однако некоторые исследователи [21] ее выдвигали.

Предположительно причиной несоответствия установленных фактов этим гипотезам явились ограничения примененного авторами методического инструментария, поэтому результаты настоящего исследования не являются достаточным основанием для того, чтобы данные гипотезы отвергнуть как ошибочные.

На основании анализа полученных результатов перспективными направлениями исследований являются: разработка метода определения границ локальных участков финансовых рядов с разными фрактальными свойствами; формулирование рекомендаций относительно того, по какому ряду (исходному или преобразованному) следует оценивать оператор дробного дифференцирования модели ARFIMA; проверка гипотезы о преимуществе применения локальных размерностей для целей прогнозирования, влиянии длины прогноза на его точность и о лучшей прогнозируемости рядов финансовых инструментов на их трендовых участках, исследование различных фрактальных модификаций GARCH-моделей (FIGARCH, FIAPARCH и др.) и выявление условий их применимости.

Список литературы

1. Симонов П.М., Филимонова С.А. Р-адическое моделирование динамики индекса РТС в зависимости от таймфреймов // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2016. № 4 (31). С. 74–85. doi: 10.17072/1994-9960-2016-4-74-85.
2. Кривоносова Е.К. Разработка методов прогнозирования и анализа кредитных и инвестиционных рисков с применением фрактальных и мультифрактальных характеристик: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.13. Пермь, 2015. 167 с.
3. Зиненко А.В. R/S анализ на фондовом рынке // Бизнес-информатика. 2012. № 3 (21). С. 24–30.
4. Fama E.F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical // The Journal of Finance. 1969. Vol. 25, № 2. P. 383–417.

5. Карасева Е.И. Преимущества междисциплинарных исследований в экономике // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2014. № 1 (29). С. 210–227.
6. Романовский М.Ю., Романовский Ю.М. Введение в эконофизику: статистические и динамические модели. Изд. 2-е, испр. и доп. М. Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2012. 340 с.
7. Гарафутдинов Р.В. Применение моделей с долгой памятью для прогнозирования динамики фондового индекса // Математика и междисциплинарные исследования – 2018. Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых с международным участием, 14–19 мая 2018 г. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. С. 158–161.
8. Старченко Н.В. Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов: дисс. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.18, 01.01.03. М., 2005. 122 с.
9. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: применение теории хаоса в инвестициях и экономике. М.: Интернет-трейдинг, 2004. 304 с.
10. Прудский М.В. Фрактальный анализ финансовых рынков // Информационные системы и математические методы в экономике: сб. науч. тр. / общ. ред М.В. Радионовой. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. Вып. 5. С. 109–120.
11. Балагула Ю.М., Абакумова Ю.А. Длинная память на рынке нефти: спектральный подход. Препринт Ес-01/11. СПб.: ЕУСПб, 2011. 40 с.
12. Остапенко Е.С., Дунаева Т.А. Прогнозирование временных рядов с долговременной памятью с помощью моделей класса ARFIMA // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2010. № 7. С. 270–273.
13. Белолитцев И.И., Фархиева С.А. Предсказание финансовых временных рядов на основе индекса фрактальности // Мир Науки. 2014. Вып. 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/01EMN314.pdf> (дата обращения: 10.11.2018).
14. Балагула Ю.М. Фрактальные характеристики длинной памяти в ценах на электроэнергию. Препринт Ес-03/16. СПб.: ЕУСПб, 2016. 13 с.
15. Caporale G.M., Škare M. Long memory in UK real GDP, 1851–2013: An ARFIMA-FIGARCH analysis // DIW Berlin Discussion Paper. 2014. № 1395. doi: 10.2139/ssrn.2459806.
16. Zhelyazkova S. ARFIMA-FIGARCH, HYGARCH and FIAPARCH Models of Exchange Rates // Izvestia Journal of the Union of Scientists – Varna. Economic Sciences Series. 2018. Vol. 7 (2). P. 142–153.
17. Дубовиков М.М., Старченко Н.В. Эконофизика и фрактальный анализ финансовых временных рядов // Успехи физических наук. 2011. Т. 181, № 7. С. 779–786.
18. Кривоносова Е.К., Первадчук В.П. Использование фрактального подхода для анализа стабильности многоуровневых структур // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2013. № 1. С. 63–69.
19. Кривоносова Е.К., Первадчук В.П., Кривоносова Е.А. Сравнение фрактальных характеристик временных рядов экономических показателей // Современные проблемы науки и образования (электронный научный журнал). 2014. № 6. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15974> (дата обращения: 10.01.2019).
20. Мансуров А.К. Прогнозирование валютных кризисов с помощью методов фрактального анализа // Проблемы прогнозирования. 2008. № 1 (106). С. 145–158.
21. Kulish V, Horák V. Forecasting the behavior of fractal time series: Hurst exponent as a measure of predictability // Review of the Air Force Academy. 2016. № 2 (32). P. 61–68. doi: 10.19062/1842-9238.2016.14.2.8.
22. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Ин-т компьютерных исследований, 2002. 656 с.
23. Box G., Jenkins G., Reinsel G. Time series analysis: Forecasting and control. 4th ed. N. Y.: Wiley, 2008. 784 p.
24. Hosking J. Fractional differencing // Biometrika. 1981. Vol. 68, № 1. P. 165–176.
25. Haubrich J.G. Consumption and fractional differencing: Old and new anomalies // The Review of Economics and Statistics. 1993. Vol. 75, № 4. P. 767–772. doi: 10.2307/2110038.
26. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity // Journal of Econometrics. 1986. Vol. 31. P. 307–327.
27. Аганин А.Д. Сравнение GARCH и HAR-RV моделей для прогноза реализованной волатильности на российском рынке // Прикладная эконометрика. 2017. Т. 48. С. 63–84.

28. Ахуньянова С.А., Симонов П.М. Моделирование и прогнозирование на финансовых рынках с помощью эконометрики и эконофизики: монография. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2017. 203 с. URL: <https://elis.psu.ru/node/486405> (дата обращения: 06.04.2019).
29. Ling S., Li W. On fractionally integrated autoregressive moving-average time series models with conditional heteroscedasticity // *Journal of the American Statistical Association*. 1997. Vol. 92, № 439. P. 1184–1194.
30. Сизов А.А. Модели, способы и программные средства поддержки принятия решений на основе прогнозирования временных рядов с переменной структурой: дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.17. Смоленск, 2014. 139 с.
31. Chou J.S., Ngo N.T. Time series analytics using sliding window metaheuristic optimization-based machine learning system for identifying building energy consumption patterns // *Applied Energy*. 2016. Vol. 177. P. 751–770.
32. Jordà Ò., Taylor A.T. The time for austerity: Estimating the average treatment effect of fiscal policy // *The Economic Journal*. 2016. Vol. 126, Iss. 590. P. 219–255. doi: 10.1111/eoj.12332.

Статья поступила в редакцию 21.01.2019, принята к печати 24.04.2019

Сведения об авторах

Симонов Петр Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: simpm@mail.ru).

Гарафутдинов Роберт Викторович – аспирант кафедры информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: rvgarafutdinov@gmail.com).

References

1. Simonov P.M., Filimonova S.A. P-adicheskoe modelirovanie dinamiki indeksa RTS v zavisimosti ot taimfreimov [P-adic modeling of the RTS index dynamics depending on the timeframes]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya "Ekonomika"* [Perm University Herald. ECONOMY], 2016, no. 4 (31), pp. 74–85. (In Russian). doi: 10.17072/1994-9960-2016-4-74-85.
2. Krivososova E.K. *Razrabotka metodov prognozirovaniya i analiza kreditnykh investitsionnykh riskov s primeneniem fraktal'nykh i mul'tifraktal'nykh kharakteristik*. Diss. kand. ekon. nauk [Development of methods for forecasting and analyzing credit and investment risks using fractal and multifractal characteristics. Cand. econ. sci. diss.]. Perm, 2015. 167 p. (In Russian).
3. Zinenko A.V. R/S analiz na fondovom rynke [R/S analysis of stock market]. *Biznes-informatika* [Business Informatics], 2012, no. 3 (21), pp. 24–30. (In Russian).
4. Fama E.F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical. *The Journal of Finance*, 1969, vol. 25, no. 2, pp. 383–417.
5. Karaseva E.I. Preimushchestva mezhdistsiplinarnykh issledovaniy v ekonomike [Advantages of interdisciplinary research in economics]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki* [University Proceedings. Volga region. Social Sciences], 2014, no. 1 (29), pp. 210–227. (In Russian).
6. Romanovskii M.Yu., Romanovskii Yu.M. *Vvedenie v ekonofiziku: statisticheskie i dinamicheskie modeli*. Izd. 2-e, ispr. i dop. [Introduction to econophysics: statistical and dynamic models. 2nd ed., rev. and add.]. Moscow, Izhevsk, Institut komp'yuternykh issledovaniy Publ., 2012. 340 p. (In Russian).
7. Garafutdinov R.V. Primenenie modelei s dolgoi pamyat'yu dlya prognozirovaniya dinamiki fondovogo indeksa [Stock exchange index forecasting using long memory models]. *Matematika i mezhdistsiplinarnye issledovaniya – 2018. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem, 14–19 maya 2018 g.* [Mathematics and interdisciplinary research – 2018. Proceedings of Russian Scientific and Practical Conference of Young

Scientists with International Participation, May 14–19, 2018]. Perm, Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet Publ., 2018, pp. 158–161. (In Russian).

8. Starchenko N.V. *Indeks fraktal'nosti i lokal'nyi analiz khaoticheskikh vremennykh ryadov*. Diss. kand. fiz.-mat. nauk [Fractality index and local analysis of chaotic time series. Cand. phys.-math. sci diss.]. Moscow, 2005. 122 p. (In Russian).

9. Peters E. *Fraktal'nyi analiz finansovykh rynkov: primeneniye teorii khaosa v investitsiyakh i ekonomike* [Fractal analysis of financial markets: Application of chaos theory in investments and the economy]. Moscow, Internet-treiding, 2004. 304 p. (In Russian).

10. Prudskii M.V. *Fraktal'nyi analiz finansovykh rynkov* [Fractal analysis of financial markets]. *Informatsionnye sistemy i matematicheskie metody v ekonomike*. Sb. nauch. tr. Obshch. red. M.V. Radionovoi. Vyp. 5 [Information systems and mathematical methods in economics. Coll. scientific works. Ed. by M.V. Radionova. Iss. 5]. Perm, Perm. gos. nats. issl. un-t Publ., 2012, pp. 109–120. (In Russian).

11. Balagula Yu.M., Abakumova Yu.A. *Dlinnaya pamyat' na rynke nefiti: spektral'nyi podkhod*. Preprint Es-01/11 [Long memory in the oil market: A spectral approach. Preprint Es-01/11]. St. Petersburg, EUSPb Publ., 2011. 40 p. (In Russian).

12. Ostapenko E.S., Dunaeva T.A. *Prognozirovaniye vremennykh ryadov s dolgovremennoi pamyat'yu s pomoshch'yu modelei klassa ARFIMA* [Forecasting time series with long memory using ARFIMA models]. *Visnik Kiivs'kogo natsional'nogo universitetu tekhnologii ta dizainu* [Bulletin of Kiev National University of Technology and Design], 2010, no. 7, pp. 270–273. (In Russian).

13. Beloliptsev I.I., Farkhieva S.A. *Predskazaniye finansovykh vremennykh ryadov na osnove indeksa fraktal'nosti* [Forecasting financial time series based on the fractal index]. *Mir nauki* [World of Science], 2014, vol. 3. (In Russian) Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/01EMN314.pdf> (accessed 10.11.2018).

14. Balagula Yu.M. *Fraktal'nye kharakteristiki dlinnoi pamyati v tsenakh na elektroenergiyu*. Preprint Es-03/16 [Fractal characteristics of long memory in electricity prices. Preprint Es-03/16]. St. Petersburg, EUSPb Publ., 2016. 13 p. (In Russian).

15. Caporale G.M., Škare M. Long memory in UK real GDP, 1851–2013: An ARFIMA-FIGARCH analysis. *DIW Berlin Discussion Paper*, 2014, no. 1395. doi: 10.2139/ssrn.2459806.

16. Zhelyazkova S. ARFIMA-FIGARCH, HYGARCH and FIAPARCH Models of Exchange Rates. *Izvestia Journal of the Union of Scientists – Varna. Economic Sciences Series*, 2018, vol. 7 (2), pp. 142–153.

17. Dubovikov M.M., Starchenko N.V. *Ekonofizika i fraktal'nyi analiz finansovykh vremennykh ryadov* [Econophysics and fractal analysis of financial time series]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in Physical Sciences], 2011, vol. 181, no. 7, pp. 779–786. (In Russian).

18. Krivososova E.K., Pervadchuk V.P. *Ispol'zovaniye fraktal'nogo podkhoda dlya analiza stabil'nosti mnogourovnevnykh struktur* [Fractal approach to the multilevel structure stability analyze]. *Vestnik PNIPU. Mashinostroyeniye, materialovedeniye* [Bulletin PNRPU. Mechanical Engineering, Materials Science], 2013, no. 1, pp. 63–69. (In Russian).

19. Krivososova E.K., Pervadchuk V.P., Krivososova E.A. *Sravneniye fraktal'nykh kharakteristik vremennykh ryadov ekonomicheskikh pokazatelei* [Comparison of the fractal characteristics of economic indicators time series]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya (elektronnyi nauchnyi zhurnal)*. [Modern Problems of Science and Education (scientific journal)], 2014, no. 6. (In Russian) Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15974> (accessed 10.01.2019).

20. Mansurov A.K. *Prognozirovaniye valyutnykh krizisov s pomoshch'yu metodov fraktal'nogo analiza* [Forecasting currency crises by fractal analysis techniques]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Problems], 2008, no. 1 (106), pp. 145–158. (In Russian).

21. Kulish V., Horák V. Forecasting the behavior of fractal time series: Hurst exponent as a measure of predictability. *Review of the Air Force Academy*, 2016, no. 2 (32), pp. 61–68. doi: 10.19062/1842-9238.2016.14.2.8.

22. Mandel'brot B. *Fraktal'naya geometriya prirody* [Fractal geometry of nature]. Moscow, Institut komp'yuternykh issledovaniy Publ., 2002. 656 p. (In Russian).

23. Box G., Jenkins G., Reinsel G. *Time series analysis: Forecasting and control*. 4th Ed. New York, Wiley, 2008. 784 p.

24. Hosking J. Fractional differencing. *Biometrika*, 1981, vol. 68, no. 1, pp. 165–176.

25. Haubrich J.G. Consumption and fractional differencing: Old and new anomalies. *The Review of Economics and Statistics*, 1993, vol. 75, no. 4, pp. 767–772. doi: 10.2307/2110038.
26. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 1986, vol. 31, pp. 307–327.
27. Aganin A.D. Sroavnenie GARCH i HAR-RV modelei dlya prognoza realizovannoi volatil'nosti na rossiiskom rynke [Forecast comparison of volatility models on Russian stock market]. *Prikladnaya ekonometrika* [Applied Econometrics], 2017, vol. 48, pp. 63–84. (In Russian).
28. Akhun'yanova S.A., Simonov P.M. *Modelirovanie i prognozirovanie na finansovykh rynkakh s pomoshch'yu ekonometriki i ekonofiziki: monografiya*. [Modeling and prediction of financial markets by means of econometrics and econophysics: Monograph]. Perm, Perm. gos. nats. issled. un-t Publ., 2017. 203 p. (In Russian) Available at: <https://elis.psu.ru/node/486405> (accessed 10.01.2019).
29. Ling S., Li W. On fractionally integrated autoregressive moving-average time series models with conditional heteroscedasticity. *Journal of the American Statistical Association*, 1997, vol. 92, no. 439, pp. 1184–1194.
30. Sizov A.A. *Modeli, sposoby i programmnye sredstva podderzhki prinyatiya reshenii na osnove prognozirovaniya vremennykh ryadov s peremennoi strukturoi*. Diss. kand. tekhn. nauk [Models, methods and software for decision support based on the prediction of time series with a variable structure. Cand. tech. sci. diss.]. Smolensk, 2014. 139 p. (In Russian).
31. Chou J.S., Ngo N.T. Time series analytics using sliding window metaheuristic optimization-based machine learning system for identifying building energy consumption patterns. *Applied Energy*, 2016, vol. 177, pp. 751–770.
32. Jordà O., Taylor A.M. The time for austerity: Estimating the average treatment effect of fiscal policy. *The Economic Journal*, 2016, vol. 126, iss. 590, pp. 219–255. doi: 10.1111/econj.12332.

Received January 21, 2019; accepted April 24, 2019

Information about the Authors

Simonov Pyotr Mikhailovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: simpm@mail.ru).

Garafutdinov Robert Viktorovich – Postgraduate Student at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: rvgarafutdinov@gmail.com).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Симонов П.М., Гарафутдинов Р.В. Моделирование и прогнозирование динамики курсов финансовых инструментов с применением эконометрических моделей и фрактального анализа // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 268–288. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-268-288

Please cite this article in English as:

Simonov P.M., Garafutdinov R.V. Modeling and forecasting of financial instruments dynamics using econometrics models and fractal analysis. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika* = Perm University Herald. Economy, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 268–288. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-268-288

РАЗДЕЛ III. РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-289-312

УДК 332.01

ББК 65.050

JEL Code A110

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННО-ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА НА УРОВНЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**Оксана Вячеславовна Буторина**ORCID ID: [0000-0001-5793-3002](https://orcid.org/0000-0001-5793-3002), Researcher ID: [V-9983-2017](https://orcid.org/V-9983-2017), e-mail: ok.butorina@yandex.ru**Елена Андреевна Третьякова**ORCID ID: [0000-0002-9345-1040](https://orcid.org/0000-0002-9345-1040), Researcher ID: [M-7494-2017](https://orcid.org/M-7494-2017), e-mail: e.a.t.pnrpu@yandex.ruПермский государственный национальный исследовательский университет
(614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15)

В рамках общемировых трансформационных процессов, связанных с формированием и дальнейшим развитием новой экономики (неоэкономики), особую значимость приобретают исследования технологического цикла, его прямых и обратных зависимостей с другими циклами, определяющими сущность современной макроэкономической динамики. Данное исследование посвящено выявлению сущности информационно-инновационно-технологических процессов как составляющей современного макроэкономического цикла на основе разработки и апробации методического инструментария его анализа на уровне региональных социально-экономических систем. На основе сопоставления определений технологического цикла и использования постулатов рекуррентного подхода предложено авторское трактование данной категории как особого вида цикла, в рамках которого информатизация, инноватизация и технологизация производства рассматриваются как единый процесс, проявляющийся в колебаниях показателей инновационности, используемых в процессе производства технологий в определенные промежутки времени. Предложен алгоритм методики анализа данного цикла, который включает в себя цель и подчиненные ей четыре, в том числе и результирующий, блока. Разработанная методика направлена на определение текущей фазы современного информационно-инновационно-технологического цикла на основе использования постулатов процессного подхода и метода ранжирования, что стало основой авторской группировки регионов – субъектов Приволжского федерального округа (ПФО) по уровню информационно-инновационно-технологического развития и последующего выявления базовых тенденций для каждой группы регионов, определяющих доминирующий вектор их развития. Апробация методики позволила утверждать, что в регионах-лидерах преобладают прогрессивные тенденции, свидетельствующие о высоком уровне информационно-инновационного потенциала. Регионы средней группы могут характеризоваться сочетанием прогрессивных и регрессивных тенденций, связанных с неустойчивыми значениями по информационной и инновационной составляющим, что может свидетельствовать об отсутствии в данных регионах собственной информационной и инновационной среды. Отстающие регионы характеризуются преобладанием кризисных тенденций, свидетельствующих об отсутствии информационно-инновационных условий для прогрессивных изменений в технологической составляющей информационно-инновационно-технологического цикла. Полученные результаты могут стать основой разработки направлений и методов управления данным видом цикла в группе регионов или в каждом конкретном регионе в отдельности.

Ключевые слова: макроэкономический цикл, информационно-инновационно-технологический цикл, фазы цикла, рекуррентный подход, технологический прогресс, региональные социально-экономические системы, динамика развития, тенденции, ранжирование, статистический анализ.

© Буторина О.В., Третьякова Е.А., 2019

Данная статья распространяется на условиях лицензии
Creative Commons - Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

ANALYSIS TECHNIQUE OF INFORMATION INNOVATION AND TECHNOLOGICAL CYCLE AT THE LEVEL OF REGIONAL ECONOMIC SYSTEMS

Oksana V. Butorina

ORCID ID: [0000-0001-5793-3002](https://orcid.org/0000-0001-5793-3002), Researcher ID: [V-9983-2017](https://orcid.org/V-9983-2017), e-mail: ok.butorina@yandex.ru

Elena A. Tretyakova

ORCID ID: [0000-0002-9345-1040](https://orcid.org/0000-0002-9345-1040), Researcher ID: [M-7494-2017](https://orcid.org/M-7494-2017), e-mail: E.A.T.pnrpu@yandex.ru

Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia)

The study of a technological cycle, its direct and negative correlations with other cycles that determine the meaning of modern macroeconomic dynamics is significantly important in the context of global transformation processes that are associated with formation and further development of new economy (neo-economy). The study identifies the essence of information innovation and technological processes that are considered to be a component of the modern macroeconomic cycle. The identification is based on the development and testing of the techniques of the cycle analysis at the level of regional social and economic systems. The authors have suggested their original interpretation of a technological cycle while comparing different definitions of the term and using postulates of the recurrent approach. The technological cycle means a particular type of cycle where informatization, innovation and technologization of production are considered to be a single process expressed in the fluctuations of innovation indicators. The latter are used in the technology production process at particular time periods process of technology production. The algorithm for the analysis of the information innovation and technological cycle includes aim and four blocks subordinated to it, including a resulting one, has been suggested. The method we have developed is aimed at the determination of the current phase of the modern information innovation and technological cycle. The method is based on different postulates of process approach and ranking and has become the foundation for the author's grouping of regions – subjects of the Volga Federal District according to the level of information innovation and technological development of the current macroeconomic cycle and subsequent identification of basic trends for each group of regions defining the dominant vector of their development. Testing of the proposed methodology has allowed us to assert that the leading regions are characterized with progressive trends indicating a high level of information and innovation potential. Regions of the middle group are characterized with a combination of progressive and regressive trends connected to unstable values of information and innovation components. That indicates the absence of own information and innovation environment in the regions. Less developed regions are characterized with the predominance of crisis trends indicating the absence of information and innovation conditions for progressive changes in the technological component of the information innovation and technological cycle. The development of trends and methods for the management of the present type of cycle in a group of regions or in a particular region may be based on the obtained results.

Keywords: macroeconomic cycle, information innovation and technological cycle, cycle phases, recurrent approach, technological progress, regional social and economic systems, development dynamics, trends, ranking, statistical analysis.

Актуальность темы исследования

В рамках общемировых трансформационных процессов, связанных с формированием и дальнейшим развитием новой экономики (неоэкономики), особую значимость приобретают исследования технологического цикла, его прямых и обратных зависимостей с другими циклами, определяющими сущность современной макроэкономической динамики. При этом неоднозначность процессов, определяющих характер современной макроэкономической динамики, отсутствие единой трактовки текущего со-

стояния развития экономических систем различного уровня актуализировали на современном этапе изучение циклической динамики в целом и технологической динамики в частности. По мнению *A. Klein-knecht* и *G. Van der Velde*, современное экономическое развитие в силу своей уникальности требует формирования новой и отдельной области знаний, посвященной исследованию динамики базовых циклических процессов макроэкономики в среднесрочной перспективе. Эти знания касаются совокупных экономических вопросов, которые не вписываются ни в краткосрочные

бизнес-циклы, ни в долгосрочный рост [1, с. 665]. Как нам представляется, именно переплетение многочисленных процессов и высокий уровень их взаимозависимости отражают особенности макроэкономического развития.

Текущие макроэкономические процессы, предположительно имеющие циклическую природу, названы нами «современный макроэкономический цикл». Они аккумулируют в себе объективную повторяемость, связанную со сменами мегациклов в истории человечества. Как отмечают S.Y. Glazyev, A.E. Ajvazov, V.A. Belikov, именно переходный период на данном этапе развития формирует его основное противоречие – противостояние умирающей индустриальной цивилизации и формирующегося информационного общества [2, с. 1]. Как нам представляется, это определяет особенности современного макроэкономического развития и его уникальную сущность, которые формируются спецификой рекуррентных взаимосвязей между базовыми процессами, также имеющими циклическую природу.

Среди всего многообразия экономических процессов приоритетное значение при исследовании могут иметь только те циклы, которые отражают доминирующие процессы при межфазовых переходах от одной формы развития экономики к другой в рамках смены мегациклов. Как известно, одним из таких циклов является технологический цикл, определяющий направление изменений инновационного, информационного и производственного циклов.

Особо следует отметить, что в современной отечественной и зарубежной литературе описываются прямые и обратные зависимости между технологическим и инновационным циклами, технологическими и инвестиционными циклами, технологическими и бизнес-циклами. Взаимосвязь технологических и инвестиционных процессов рассмотрена в работах зарубежных авторов. Они указывают на то, что новый этап технологического развития объективно должен сопровождаться инновациями в финансовой сфере, что может

способствовать их успешной коммерциализации [3, с. 11]. При этом объективно встает вопрос о распространении технологического прогресса в мире, о необходимости разработки новых инструментов трансляции инноваций для обеспечения прогрессивной динамики развития [4]. R.A. Araujo, J. Rodolpho исследуют обратную зависимость между динамикой бизнес-цикла и инновационной активностью предприятий [5, с. 90].

Представленные работы подтверждают наличие прямых и обратных зависимостей между технологическими, инновационными и информационными процессами как составляющими макроэкономического цикла в текущем периоде. При этом, несмотря на теоретический и прикладной интерес, нерешенными остаются вопросы, отражающие сущность технологической составляющей современного макроэкономического цикла, характер ее внутренних (информационно-инновационно-технологических (далее – ИИТ)) и внешних (технологическо-производственных, технологическо-структурных, технологическо-социальных) зависимостей. Данные нерешенные вопросы актуализируют необходимость использования новых подходов к исследованию взаимозависимости циклических процессов в современных условиях. Например, рекуррентный подход позволяет выявить не только сущность, но и структурное наполнение современного макроэкономического цикла.

На основании данного подхода макроэкономический цикл может трактоваться двояко. Широко – как особый вид цикла, возникший при переходе между индустриальным (находящимся в состоянии затухания) и постиндустриальным (находящимся в фазе зарождения) мегациклами, что не противоречит исследованиям ведущих отечественных и зарубежных ученых [6, с. 220]. Другими словами современный макроэкономический цикл – это мегациклический переходный период [7, с. 525], уникальность которого заключается во внутрифазовых трансформациях (табл. 1).

Таблица 1

**Внутрифазовые трансформации в рамках современного
мегациклического переходного периода**

Мегацикл	Фаза современного макроэкономического цикла	Форма экономического развития систем	Базовые процессы, формирующие сущность форм экономического развития
Индустриальный	Кризис	Неоиндустриальная экономика	Совершенствование технологий производства
Постиндустриальный	Депрессия	Цифровая экономика; информационная экономика	Услугизация производства; информатизация как процесс, объединяющий формирование, распространение, коммерциализацию новых знаний, воплощенных в материально-вещественных средствах и предметах труда
	Оживление	Инновационная экономика	Структурная трансформация – формирование новых критических отраслей на основе создания и внедрения информационных процессов и технологий; инноватизация – массовая генерация инноваций и их внедрение в производство
	Подъем	Неоэкономика	Гуманизация производства
Постинформационный	Кризис	Неоинформационная экономика	Снижение эффективности производства, поиск новых технологических решений

На основании данной таблицы можно утверждать, что: 1) внутрифазовые трансформации в рамках современного макроэкономического цикла являются объективными; 2) выделенные базовые процессы формируют уникальность состояния экономических систем в мегациклический переходный период; 3) выделенные базовые процессы в каждой последующей фазе могут дублироваться, менять приоритетность, объективно усиливаться или ослабевать, аккумулируя условия для последующего прогрессивного развития; 4) современный этап представляет собой кризисно-депрессивную фазу современного макроэкономического цикла, в которой тесно переплетаются процессы, характерные для неоиндустриальной, цифровой и информационной экономики; 5) особо следует отметить, что аналогично современному этапу в недрах текущего постиндустриального цикла зарождается новый цикл, название которому в современной литературе отсутствует. Мы назвали его «постинформационный», т. е. следующий после «информационной эпохи». Зарождение данного вида мегацикла также связано с глубочайшим кризисом предшествующего постиндустриального цикла, одним из проявлений которого является снижение

эффективности уже информационного производства и, как следствие, потребность в поиске новых технологических решений, обеспечивающих его последующую прогрессивную динамику.

Исходя из вышесказанного можно предположить, что информатизация в рамках современного этапа развития может рассматриваться как катализатор объективных процессов наращивания технологического прогресса и инновационности. Отметим, что тем самым она формирует потребность в обновлении активной части основного капитала. Инвестирование в коммерциализацию ИИТ изменений является основой сдвигов в движении капитала и трудовых ресурсов, способствуя отраслевым и территориальным структурным прогрессивным изменениям [8].

Такие особенности современного макроцикла, выделенные в рамках рекуррентного подхода, позволили предположить, что продолжительность внутрифазовых переходов в периоды смены мегациклов на современном этапе определяется рекуррентными зависимостями между информационным, инновационным, инвестиционным, технологическим, производственным, структурным и социальным циклами, которые графически представлены на рис. 1.



Рис. 1. Межциклические рекуррентные зависимости в рамках современного макроэкономического цикла

Другими словами, взаимосвязь информационно-инновационных процессов определяет общий вектор технологического совершенствования. Эти процессы аккумулируют последующее накопление производственного потенциала, формируя основу для структурных изменений в экономике и социальной составляющей общественного развития. При этом каждый из выделенных циклов характеризуется собственной продолжительностью, амплитудой, фазовой динамикой количественных показателей [9].

Уникальность современного макроэкономического цикла определяется тем, что информационный цикл является определяющим, другими словами формирующим амплитуду и продолжительность инновационных, технологических и производственных изменений.

Исходя из этого, цель данного исследования заключается в разработке методики анализа ИИТ цикла на уровне региональных экономических систем и его последующей апробации.

Степень изученности проблемы исследования

Как известно, технологический цикл в рамках исследований макроэкономических процессов – это продолжительные колебания, вызванные фундаментальными переворотами в технике и науке, крупными сдвигами в производстве и обществе (Н. Кондратьев, Э. Хансен). По мнению О.Е. Каленова, в их основе лежат иннова-

ции, определяющие основной вектор трансформации способов производства [10, с. 82]. Тесную взаимосвязь между технологическими процессами и научными открытиями, значимыми техническими изобретениями рассматривали в своих работах Ю.В. Яковец, К.К. Колин, В.И. Маевский [11, с. 85]. При этом Р.М. Нижегородцев при выявлении сущности информационной экономики, не отрицая значимости инноваций, научных открытий, технических изобретений, на первое место поставил информацию как базовый ресурс, определяющий общий вектор технологических и технических процессов [12, с. 150].

Усиление зависимостей (называемых нами рекуррентными) между информационными (научными знаниями), инновационными (базовыми инновациями), техническими (характеризующими обеспеченность основными производственными фондами) процессами, которые связаны прежде всего с объективным усложнением макроэкономической динамики, способствовало изменению сущностных характеристик технологического цикла. Современная теория и практика все чаще рассматривает его как колебания, связанные со сменой технологических укладов.

С.Ю. Глазьев, С.А. Филин, Ю.В. Яковец определяют их как совокупность технологических траекторий, которые вследствие научно-технологического прогресса переходят от более низких к более высоким, прогрессивным укладам. При этом данные траектории базируются на комплексе осво-

енных радикальных технологий (инноваций-процессов) и составляют технологическую основу длинной волны, количественного и качественного скачка в развитии производительных сил общества, характерных для определенного технического уровня развития целостного комплекса технологически сопряженных составляющих уклад производств, связанных потоками качественно однородных ресурсов, опирающихся на общие запасы квалифицированной рабочей силы, общий научно-технологический потенциал и др., в динамике функционирования представляющий собой воспроизводственный контур [13, с. 10; 14, с. 25; 15, с. 15]. Особо следует отметить, что технологический уклад является самовоспроизводящейся целостностью, вследствие чего техническое развитие экономики не может происходить иначе как путем последовательной смены технологических укладов, имеющей циклическую природу [9, с. 10, 14].

По мнению С.А. Филина, смена доминирующих технологических укладов сопровождается значительными институциональными изменениями, совокупность которых он определяет как технологическую революцию, а также заменой технико-экономической парадигмы, которая имеет свои ключевые факторы, направленные на снижение издержек производства, формирование неограниченного предложения и потенциальной способности диффузии в другие секторы экономики [16]. Они определяют этапы экономического развития как периоды между технологическими революциями [15].

Взаимосвязь технологических укладов, технологических революций, технико-экономической парадигмы стала основой формирования нового вида цикла. С.А. Филин назвал его технико-научно-технологическим циклом. Под ним он понимает совокупность научно-технологических трендов (траекторий), которые вследствие научно-технологического прогресса переходят от более низких к более высоким прогрессивным циклам [16]. С.А. Филин выделяет следующие особенности технико-научно-технологических циклов: 1) темпы

и цикличность развития экономики: определяет научно-технологический прогресс, обеспечивающий накопление качественных изменений в производстве, ведущих к качественному скачку (радикальным преобразованиям) в производительных силах общества. Реализация достижений научно-технологического прогресса достигается новыми крупными инвестициями в науку, образование, здравоохранение, НИОКР, инновации-процессы и человеческий капитал, что создает условия для перехода к новому циклу и обеспечивает количественные и качественные основы экономического роста; 2) изменения в человеческом капитале: его воспроизводство в более высоком цикле происходит на новом уровне знаний, квалификации, системы образования. Человеческий капитал из неограниченного ресурса на определенном этапе цикла трансформируется в ограниченный (не все способны работать с высокими технологиями и генерировать инновационные идеи); 3) формирование новой пропорциональности между сферами народного хозяйства: создается его новая структура с внутренней трансформацией сложившихся производительных сил, которые все больше при этом перестают соответствовать существующим условиям и, как следствие, вступают во все более активное противоречие с существующими организационно-управленческими, в том числе и производственными, отношениями. Все это влечет за собой внедрение организационно-управленческих инноваций, и прежде всего в управление производством (вместо устаревших организационно-управленческих методов хозяйствования внедряются новые). Но этот процесс происходит гораздо медленнее и вызывает периодически кризисно-депрессивное состояние экономики и, следовательно, цикличность ее развития [17; 18].

На основании представленных трактовок сущности технологического цикла можно определить его как базовую составляющую современного макроцикла, которая характеризуется тесной взаимосвязью информационных, инновационных, технологических процессов, зависит от инвести-

ционной активности, определяет общий вектор развития производственного цикла. В свою очередь, технологический цикл представляет собой колебания технологической оснащенности прежде всего производственных процессов. Именно обеспечение производства передовыми технологиями в полной мере отражает рекуррентные зависимости и между информационно-инновационным циклом, и между производственными процессами, которые могут быть определены нами как прямые зависимости. Другими словами, активность информационной среды является базисом разработки инноваций, формирующих основу технологических сдвигов для повышения эффективности функционирования производства товаров и услуг.

Такое авторское трактование технологического цикла потребовало конкретизации понятий информационного и инновационного циклов.

Информационный цикл может быть определен нами как самостоятельный цикл в рамках современного макроцикла, характеризующийся колебаниями во времени количественных и качественных индикаторов формирования и развития информационной среды [19, с. 19].

Инновационный цикл – это структурная составляющая современного макро-

экономического цикла, проявляющаяся в колебаниях через определенные промежутки времени тенденций, отражающих различную степень инноватизации (инновационной активности) в системах различных уровней [20, с. 10–11].

С учетом рекуррентных зависимостей ИИТ цикл – это особый вид цикла, в рамках которого информатизация, инноватизация и технологизация производства рассматриваются как единый процесс, проявляющийся в колебаниях показателей инновационности используемых в процессе производства технологий в определенные промежутки времени.

Такая трактовка основана на гипотетически выделенных сильных рекуррентных зависимостях между процессами информатизации, инноватизации и технологизации в рамках современного макроэкономического цикла.

Методы исследования

Для выявления закономерностей протекания современного ИИТ цикла и его взаимосвязи с производственными процессами авторами был разработан общий алгоритм методики анализа ИИТ цикла в рамках современного макроцикла на уровне экономики регионов России (рис. 2).



Рис. 2. Алгоритм методики анализа технологического цикла

Заметим, что предложенный методический инструментарий анализа современного ИИТ цикла в рамках современного макроцикла предполагает: 1) комплексность анализа; 2) объективность и доступность используемой статистической базы исследования; 3) использование процессного подхода, позволяющего рассматривать технологический цикл как динамичный процесс [21, с. 9].

Дадим краткую характеристику каждого этапа, представленного в алгоритме методики анализа цикличности технологических процессов в рамках современного макроцикла.

Первый и второй блоки, по сути, являются теоретико-методологическими, поскольку связаны с выбором и систематизацией показателей. В табл. 1 систематизированы показатели ИИТ цикла, выделенные нами на основе описываемых в литературе теоретических моделей экономических циклических процессов и результатов исследований, посвященных вопросам влияния колебаний экономической динамики на отдельные ИИТ индикаторы развития экономических систем, а также представлена их пофазовая характеристика.

Так, *H. Adachi, T. Nakamura, Y. Osu-mi* полагают, что исследования современных динамических процессов на макроуровне должны базироваться на более широком спектре используемых эмпирических данных, к которым могут быть отнесены рост и колебания объемов производства, зарплата и безработица, объемы финансирования, количество фирм и размер дистрибутивов, неравенство доходов и т. д. [22].

C.R. Proaño в рамках нового подхода к исследованию динамики макроэкономических процессов на современном этапе предлагает использовать ежемесячные показатели макроэкономических и финансовых процессов, которые в большей степени позволяют определить доминирующую фазу их развития (периоды ускорения экономики, трендовые

или нормальные периоды роста, периоды экономических спадов) [23, с. 26].

По мнению *М.Р. Сафиуллина, Л.А. Ельшина, М.И. Прыгуновой*, исследование циклических процессов должно базироваться на использовании факторного подхода, т. е. выявлении набора факторов, влияющих на ожидания экономических агентов и, следовательно, на экономическую активность системы в целом. При систематизации таких фактов авторы обосновывают целесообразность использования теории рациональных ожиданий *Р. Лукаса* – обладателя нобелевской премии 1995 г. Источниками возмущений в ожиданиях экономических агентов являются, согласно данной теории, две группы факторов – денежные (изменение цен, колебания процентных ставок, изменение денежной массы и т. п.) и реальные (появление технологических инноваций, изменение потребительских предпочтений как результат внедрения инноваций в потребительскую сферу и т. п.) [24, с. 608].

Представленные выше различные взгляды авторов на выбор показателей для анализа циклических процессов на макроуровне свидетельствуют о приоритете показателей, отражающих количественные изменения в динамике производства и потребления. При этом технологический цикл рассматривается как фактор, обеспечивающий наращивание объемов производства, а также подчеркивается его взаимосвязь с инновационными процессами. Для количественной оценки технологической составляющей в системах различных уровней может быть использована следующая система показателей (табл. 2).

Представленная методика анализа ИИТ цикла в рамках процессного подхода позволяет определить его текущую фазу, охарактеризовать доминирующие процессы, а также сгруппировать показатели, в которых наблюдаются позитивные и негативные тенденции.

Пофазовая характеристика индикаторов информационно-инновационно-технологического цикла (процессный подход)

Показатели	Фазы цикла			
	кризис	депрессия	оживление	подъем
I группа показателей, характеризующих информационную составляющую ИИТ цикла				
Число организаций, выполнявших научные исследования и разработки, единиц в расчете на 1 млн чел. населения; внутренние текущие затраты на исследования и разработки, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.; внутренние текущие затраты на фундаментальные исследования, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.; затраты на ИКТ, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.	Устойчиво снижается	Неравномерное увеличение при сохранении негативных тенденций	Неравномерное увеличение при сохранении позитивных тенденций	Стабильно увеличивается
II группа показателей, характеризующих инновационную составляющую ИИТ цикла				
Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации, в общем числе обследованных организаций), %; объем инновационных товаров, работ, услуг, тыс. руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.; объем затрат на технологические инновации, млн руб.	Устойчиво снижается	Неравномерное увеличение при сохранении негативных тенденций	Неравномерное увеличение при сохранении позитивных тенденций	Стабильно увеличивается
III группа показателей, характеризующих технико-технологическую составляющую ИИТ цикла				
Количество разработанных передовых производственных технологий на 1 млн чел. населения; количество используемых передовых производственных технологий на 1 млн чел. населения; стоимость основных фондов в ценах 2015 г., тыс. руб. на душу населения	Устойчиво снижается	Неравномерное увеличение при сохранении негативных тенденций	Неравномерное увеличение при сохранении позитивных тенденций	Стабильно увеличивается
Уровень износа основных фондов, на конец года, %	Устойчиво увеличивается	Неравномерное снижение при сохранении негативных тенденций	Неравномерное снижение при сохранении позитивных тенденций	Стабильно снижается

Третий блок алгоритма методики анализа цикличности ИИТ процессов в рамках современного макроцикла является аналитическим и предполагает сбор и обработку статистических данных. Наиболее значимым для данного этапа исследования считаем анализ взаимосвязи между динамикой изменений в ИИТ цикле и производственных процессах, поскольку сопоставление выделенных в теоретической модели показателей на уровне субъектов Российской Федерации позволит:

– выявить территориальные различия в динамике индикаторов, характеризующих ИИТ изменения, результирующих эффективность изменений в производственной составляющей региональных социально-экономических систем;

– разделить регионы на две группы: первая – регионы, в которых преобладают регрессивные тенденции (по количеству индикаторов в фазах кризиса и депрессии), вторая – регионы, в которых преобладают прогрессивные тенденции

(по количеству индикаторов в фазах оживления и подъема);

– определить общие тенденции для каждой группы регионов, далее для каждого региона в группе.

На основании представленного на рис. 2 авторского алгоритма был осуществлен комплексный анализ технологических процессов в субъектах Приволжского федерального округа. По каждому из выделенных базовых показателей изначально были составлены таблицы с двадцатилетним периодом исследования (с 1995 по 2015 гг.), которые стали основой построения соответствующих графиков. Информационную основу исследования составили данные официальной статистической отчетности¹. В процессе исследования стоимостные показатели были переведены в цены 2015 г. для исключения влияния инфляции и обеспечения сопоставимости их динамики с динамикой других показателей, выраженных в натуральных измерителях. При этом именно графический метод визуализации динамики выделенных нами в табл. 1 показателей позволил определить базовую тенденцию, характеризующую конкретную фазу технологического цикла для конкретных регионов ПФО.

Анализ полученных результатов

Результаты осуществленного табличного и графического анализов представлены в обобщающей таблице (табл. 3). В ней проанализированы индикаторы для каждого субъекта ПФО с их пофазовой характеристикой. Такой фазовый анализ позволяет выявить преобладание прогрессивных тенденций во взаимосвязанных процессах в рамках ИИТ цикла во всех исследуемых субъектах за двадцатилетний период. При этом интенсивность оживления и подъема

имеет существенные различия и по показателям, и по регионам.

Из представленных в табл. 2 индикаторов уровень износа основных фондов может рассматриваться как формирующий (причина), их стоимость – как характеризующий, а разработанные и используемые передовые производственные технологии – в качестве результирующих, определяющих общие тенденции динамики производственных процессов.

Выявленная неоднородность субъектов ПФО по преобладанию прогрессивных и регрессивных тенденций (табл. 3), определяемых количеством показателей в фазах оживления и подъема, а также кризиса и депрессии, не позволила выделить базовые тенденции ИИТ цикла в развитии регионов и осуществить их группировку. Поэтому в качестве дополнительного метода анализа был использован метод ранжирования. Данный метод позволит выявить тенденции дифференцированно по каждому региону.

При их выявлении учитывался ранг региона по каждому показателю группы. Особо следует отметить, что в качестве обоснования для отнесения регионов к той или иной группе за ориентир были взяты средние значения по РФ и ПФО для каждой группы показателей дифференцированно. Так, превышение средних значений или по РФ, или по ПФО (в зависимости от конкретных значений) обеспечивало регионам лидирующие позиции, значения индикаторов ниже среднероссийских и среднеокружных позволило отнести их к группе аутсайдеров. Наиболее противоречивое положение оказалось у регионов со средними позициями. Отнесение субъектов ПФО к данной группе во многом определялось разностью между средними значениями РФ и ПФО (когда разницы по рангам нет, то данная группа не выделялась).

Результаты анализа на основе метода ранжирования дифференцированно по каждой группе показателей в рамках ИИТ цикла отражены в табл. 4, 5 и 6. В табл. 7 систематизированы базовые тенденции по составляющим ИИТ цикла.

¹ Регионы России. Социально-экономические показатели. 2007: стат. сб. / Росстат. М., 2007. 991 с.; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012: стат. сб. / Росстат. М., 2012. 990 с.; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: стат. сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с.

Таблица 3

Соотношение преобладающих базовых фазовых характеристик информационно-инновационно-технологического цикла в субъектах ПФО

Пофазовая характеристика НИТ цикла по результатам статистического и графического анализа											
Субъекты РФ	I группа показателей			II группа показателей			III группа показателей			Доминирующая фаза НИТ цикла	
	Число организаций, выполнивших научные исследования и разработки, млн единиц в расчете на 1 млн чел. населения	Внутренние текущие затраты на исследования и разработки, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.	Затраты на НИТ, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.	Иновеликая активность организаций, %	Объем инновационных товаров, работ, услуг, тыс. руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.	Объем затрат на технологические инновации, млн руб.	Количество разработанных патентов на 1 млн чел. населения	Количество используемых патентов в ценах 2015 г. на душу населения	Стоимость основных фондов в ценах 2015 г., тыс. руб. на душу населения		Уровень износа основных фондов, на конец года, %
Республика Башкортостан	Устойчивое оживление	Устойчивый кризис	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Неустойчивое оживление	Устойчивая депрессия	Устойчивый подъем	Устойчивая депрессия	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Преобладание прогрессивных тенденций
Республика Марий Эл	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Неустойчивое оживление	Неустойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивый подъем	Неустойчивая депрессия	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Преобладание кризисных тенденций
Республика Мордовия	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивый спад	Устойчивое оживление	Устойчивая депрессия	Устойчивый подъем	Неустойчивое оживление	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Преобладание кризисных тенденций
Республика Татарстан	Неустойчивый подъем	Неустойчивая депрессия	Неустойчивое оживление	Устойчивый подъем	Устойчивая депрессия	Неустойчивый подъем	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Устойчивый подъем	Устойчивая депрессия	Преобладание прогрессивных тенденций
Удмуртская Республика	Устойчивый кризис	Устойчивая депрессия	Неустойчивая депрессия	Неустойчивая депрессия	Неустойчивая депрессия	Неустойчивый подъем	Неустойчивый подъем	Неустойчивое оживление	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Сочетание прогрессивных и кризисных тенденций
Чувашская Республика	Резкий спад	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Неустойчивый подъем	Устойчивая депрессия	Устойчивое оживление	Кризисно-депрессивная фаза	Неустойчивый кризис	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Сочетание прогрессивных и кризисных тенденций
Пермский край	Неустойчивое оживление	Неустойчивая депрессия	Неустойчивое оживление	Устойчивый спад	Неустойчивый подъем	Устойчивое оживление	Неустойчивый кризис	Устойчивое оживление	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Преобладание прогрессивных тенденций
Кировская область	Устойчивый кризис	Устойчивая депрессия	Неустойчивое оживление	Устойчивое оживление	Неустойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивый подъем	Неустойчивое оживление	Устойчивый подъем	Устойчивая депрессия	Преобладание кризисных тенденций
Нижегородская область	Неустойчивое оживление	Устойчивый подъем	Неустойчивый подъем	Неустойчивое оживление	Неустойчивый подъем	Неустойчивый подъем	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивый кризис	Устойчивая депрессия	Преобладание прогрессивных тенденций
Оренбургская область	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивая депрессия	Устойчивый спад	Кризисно-депрессивная фаза	Неустойчивая депрессия	Неустойчивая депрессия	Неустойчивая депрессия	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Преобладание кризисных тенденций
Пензенская область	Устойчивая депрессия	Депрессивно-кризисная фаза	Неустойчивый подъем	Неустойчивое оживление	Неустойчивая депрессия	Неустойчивое оживление	Устойчивый подъем	Резкое кризисное снижение	Устойчивый подъем	Незначительное оживление	Преобладание кризисных тенденций
Самарская область	Неустойчивое оживление	Устойчивый кризис	Неустойчивое оживление	Устойчивый спад	Устойчивый спад	Устойчивый подъем	Устойчивый спад	Неустойчивое оживление	Устойчивый подъем	Неустойчивая депрессия	Преобладание прогрессивных тенденций
Саратовская область	Неустойчивый подъем	Устойчивая депрессия	Неустойчивая депрессия	Устойчивый спад	Кризисно-депрессивная фаза	Устойчивая депрессия	Устойчивый кризис	Устойчивое оживление	Устойчивый подъем	Устойчивый кризис	Преобладание кризисных тенденций
Ульяновская область	Начавшееся оживление	Неустойчивая депрессия	Неустойчивое оживление	Устойчивый спад	Устойчивое оживление	Устойчивая депрессия	Кризисные тенденции	Устойчивое оживление	Устойчивый подъем	Неустойчивое оживление	Сочетание прогрессивных и кризисных тенденций

Таблица 4

**Ранжирование регионов по уровню развития информационной составляющей
информационно-инновационно-технологического цикла**

Субъекты РФ	Ранги индикаторов				Сумма рангов по показателям	Итоговый ранг
	Число организаций, выполнявших научные исследования и разработки, единиц в расчете на 1 млн чел. населения	Внутренние текущие затраты на исследования и разработки, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.	Внутренние текущие затраты на фундаментальные исследования, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.	Затраты на ИКТ, руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.		
Республика Башкортостан	12	7	4	7	30	8
Республика Марий Эл	14	14	12	14	54	14
Республика Мордовия	1	11	8	12	32	9
Республика Татарстан	2	5	2	4	13	2
Удмуртская Республика	7	12	6	9	34	10
Чувашская Республика	11	9	13	13	46	11
Пермский край	4	4	3	2	13	2
Кировская область	10	10	14	10	44	12
Нижегородская область	3	1	1	3	8	1
Оренбургская область	13	13	10	11	47	13
Пензенская область	9	6	11	1	27	7
Самарская область	6	3	7	6	22	4
Саратовская область	8	8	5	5	26	6
Ульяновская область	5	2	9	8	24	5
Средние значения РФ	28,5	6241,6	901,2	8080,7	-	-
Средние значения ПФО	24,1	4652,2	280,8	4177,5	-	-
Группировка регионов по местам	Регионы-лидеры – с 1 по 3 место; регионы со средними значениями – с 4 по 5 место; регионы-аутсайдеры – с 6 места	Регионы-лидеры – с 1 по 2 место; регионы со средними значениями – с 3 по 5 место; регионы-аутсайдеры – с 6 места	Регионы-лидеры – с 1 по 4 место; Регионы-аутсайдеры – с 5 места	Регионы-лидеры – с 1 по 6 место; Регионы-аутсайдеры – с 7 места	Регионы-лидеры – с 1 по 4 место; регионы со средними значениями – с 5 по 8 место; регионы-аутсайдеры – с 9 места	

Таблица 5

**Ранжирование регионов по уровню развития инновационной составляющей
информационно-инновационно-технологического цикла**

Субъекты РФ	Ранги индикаторов			Сумма рангов по показателям	Итоговый ранг
	Инновационная активность организаций, %	Объем инновационных товаров, работ, услуг, тыс. руб. на 1 чел. в ценах 2015 г.	Объем затрат на технологические инновации, млн руб.		
Республика Башкортостан	10	6	6	22	7
Республика Марий Эл	11	8	14	33	13
Республика Мордовия	3	4	5	12	3
Республика Татарстан	2	1	4	7	1
Удмуртская Республика	8	10	11	29	10
Чувашская Республика	1	9	10	20	6
Пермский край	7	5	2	14	4
Кировская область	9	14	13	36	14
Нижегородская область	5	3	3	11	2
Оренбургская область	6	13	9	28	9
Пензенская область	4	12	8	24	8
Самарская область	14	2	1	17	5
Саратовская область	12	11	7	30	11
Ульяновская область	13	7	12	32	12
Средние значения РФ	8,4	27,7	8213,4	-	-
Средние значения ПФО	9,4	45,5	10114,1	-	-
Группировка регионов по местам	Регионы-лидеры – с 1 по 9 место; регионы-аутсайдеры – с 10 места	Регионы-лидеры – с 1 по 5 место; регионы со средними значениями – 6 место; регионы-аутсайдеры – с 7 места	Регионы-лидеры – с 1 по 4 место; Регионы-аутсайдеры – с 5 места	Регионы-лидеры – с 1 по 4 место; регионы со средними значениями – с 5 по 9 место; регионы-аутсайдеры – с 10 места	

Таблица 6

**Ранжирование регионов по уровню развития технологической составляющей
информационно-инновационно-технологического цикла**

Субъекты РФ	Ранги индикаторов				Сумма рангов по показателям	Итоговый ранг
	Количество разработанных передовых производственных технологий на 1 млн чел. населения	Количество используемых передовых производственных технологий на 1 млн чел. населения	Стоимость основных фондов в ценах 2015 г., тыс. руб. на душу населения	Уровень износа основных фондов на конец года, %		
Республика Башкортостан	6	10	7	9	32	9
Республика Марий Эл	13	14	12	11	50	14
Республика Мордовия	10	8	2	4	24	4
Республика Татарстан	1	2	10	2	15	2
Удмуртская Республика	14	7	1	3	25	5
Чувашская Республика	9	11	5	10	35	10
Пермский край	12	1	8	5	26	6
Кировская область	5	12	9	13	39	12
Нижегородская область	3	5	3	1	12	1
Оренбургская область	11	3	14	14	42	13
Пензенская область	4	6	13	6	29	7
Самарская область	7	4	4	7	22	3
Саратовская область	8	9	6	8	31	8
Ульяновская область	2	13	11	12	38	11
Средние значения РФ	10,4	1583,0	1096,8	50,2	-	-
Средние значения ПФО	9,4	2264,7	776,2	55,3	-	-
Группировка регионов по местам	Регионы-лидеры – с 1 по 5 место; регионы со средними значениями – 6 место; регионы-аутсайдеры – с 7 места	Регионы-лидеры – с 1 по 7 место; регионы со средними значениями – с 8 по 11 место; регионы-аутсайдеры – с 12 места	Регионы-лидеры – с 1 по 2 место; регионы со средними значениями – с 3 по 5 место; регионы-аутсайдеры – с 6 места	Регионы-лидеры – с 1 по 2 место; регионы со средними значениями – с 3 по 7 место; регионы-аутсайдеры – с 8 места	Регионы-лидеры – с 1 по 4 место; регионы со средними значениями с 5 по 8 место; регионы-аутсайдеры – с 9 места	

Базовые тенденции составляющих информационно-инновационно-технологического цикла

Субъекты РФ	Составляющие информационно-инновационно-технологического цикла		
	информационная составляющая	инновационная составляющая	технологическая составляющая
Республика Башкортостан	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по затратам на фундаментальные исследования, отставание – по всем другим показателям	Регион со средними значениями. Отставание по инновационной активности организаций и объему затрат на технологические инновации в сочетании со средними значениями объема инновационных товаров и услуг	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО
Республика Марий Эл	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО
Республика Мордовия	Регион-аутсайдер. Лидирующая позиция по количеству организаций, занимающихся научными разработками не компенсировало существенного отставания по всем другим показателям	Регион-лидер. Лидирующие позиции по инновационной активности организаций и объему инновационных товаров и услуг в сочетании с отставанием объема затрат на технологические инновации	Регион-лидер. Сочетание лидирующих позиций по стоимости ОПФ, а также средних позиций – по уровню их износа, при средних значениях показателей используемых передовых технологий и износу ОПФ, а также незначительном отставании по разработанным передовым технологиям производства
Республика Татарстан	Регион-лидер. Лидирующие позиции по всем показателям (за исключением внутренних затрат на исследования и разработки – средние значения)	Регион-лидер. Лидирующие позиции по всем показателям, т.е. их значения превышают средние по РФ и ПФО	Регион-лидер. Сочетание лидирующих позиций по стоимости ОПФ, разработанным и используемым передовым технологиям производства, износу ОПФ в сочетании с существенным отставанием по стоимости производственных фондов
Удмуртская Республика	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион-аутсайдер. Лидирующие позиции по инновационной активности организаций в сочетании с существенным отставанием по объему инновационных товаров и услуг и объему затрат на технологические инновации	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по стоимости ОПФ, средними – по уровню их износа и внедренным передовым технологиям производства, при существенном отставании разрабатываемых передовых технологий
Чувашская Республика	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по инновационной активности организаций в сочетании с существенным отставанием по объему инновационных товаров и услуг и объему затрат на технологические инновации	Регион-аутсайдер. Сочетание средних значений по стоимости ОПФ и незначительном отставании – по уровню их износа, а также по разработанным и внедренным передовым технологиям производства
Пермский край	Регион-лидер. Сочетание лидирующих позиций по внутренним затратам на фундаментальные исследования и затратам на ИКТ, а также средних позиций – по внутренним затратам на исследования и количеству организаций, ими занимающихся	Регион-лидер. Лидирующие позиции по всем показателям, т.е. их значения превышают средние по РФ и ПФО	Регион со средними значениями. Сочетание лидирующих позиций по внедренным передовым технологиям производства, средних – по износу ОПФ при существенном отставании по разработанным и незначительном отставании по стоимости ОПФ

Субъекты РФ	Составляющие информационно-инновационно-технологического цикла		
	информационная составляющая	инновационная составляющая	технологическая составляющая
Кировская область	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион-аутсайдер. Лидирующие позиции по инновационной активности организаций в сочетании с существенным отставанием по объему инновационных товаров и услуг и объему затрат на технологические инновации	Регион-аутсайдер. Лидирующие позиции по разработанным передовым технологиям при существенном отставании всех других показателей, значения которых ниже средних по ПФО и РФ
Нижегородская область	Регион-лидер. Лидирующие позиции по всем показателям	Регион-лидер. Лидирующие позиции по всем показателям, т.е. их значения превышают средние по РФ и ПФО	Регион-лидер. Лидирующие позиции по всем показателям за исключением стоимости ОПФ (средние значения, ближе к лидирующей группе)
Оренбургская область	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по инновационной активности организаций при существенном отставании по объему инновационных товаров и услуг и объему затрат на технологические инновации	Регион-аутсайдер. Существенное отставание по всем показателям за исключением разрабатываемых передовых производственных технологий
Пензенская область	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по затратам на ИКТ, отставание – по всем другим показателям	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по инновационной активности организаций при существенном отставании по объему инновационных товаров и услуг и объему затрат на технологические инновации	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по передовым разработанным и используемым в производстве технологиям, средние – по износу ОПФ, существенное отставание по их стоимости
Самарская область	Регион-лидер. Лидирующие позиции по затратам на ИКТ, средними значениями по внутренним затратам на исследования, отставание по внутренним затратам на фундаментальные исследования и количеству организаций, занимающихся исследованиями	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по объему инновационных товаров и услуг и объему затрат на технологические инновации при существенном отставании показателя инновационной активности организаций	Регион-лидер. Сочетание лидирующих позиций по используемым передовым технологиям со средними значениями по стоимости и износу ОПФ и существенным отставанием по разработанным передовым производственным технологиям
Саратовская область	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по затратам на ИКТ, отставание – по всем другим показателям	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион со средними значениями. Сочетание лидирующих позиций по используемым передовым технологиям со средними значениями по стоимости и износу ОПФ и существенным отставанием по разработанным передовым производственным технологиям
Ульяновская область	Регион со средними значениями. Лидирующие позиции по внутренним затратам на исследования, отставание – по всем другим показателям	Регион-аутсайдер. Отставание по всем показателям, значения – ниже средних по РФ и ПФО	Регион-аутсайдер. Существенное отставание по всем показателям за исключением разрабатываемых передовых производственных технологий

В табл. 4 представлены результаты метода ранжирования по первой группе показателей, характеризующих информационную составляющую ИИТ цикла. Как указывалось ранее, именно эта группа индикаторов рассматривается нами как формирующая инновационно-технологическую составляющую ИИТ цикла в современных условиях. При этом приоритетное место в данной группе мы отдаем затратам на разработки и исследования, отдельно – на информационно-коммуникационные технологии (далее – ИКТ).

В соответствии с авторской методикой регионы разделены на три группы. На основании проведенных сопоставлений можно предположить, что регионы-лидеры – это те регионы, которые заняли с 1-го по 4-е место по общей сумме рангов, регионы со средними значениями – с 5-го по 8-е место в пороговых значениях ПФО и РФ. Регионы-аутсайдеры имеют показатели ниже средних по ПФО и занимают 9–14 места.

Регионы-лидеры характеризуются высокими значениями показателей внутренних затрат на фундаментальные исследования и затрат на ИКТ, а также средних позиций – по внутренним затратам на исследования и количеству организаций, ими занимающихся.

Регионы со средними значениями имеют одну позицию лидирования при существенном отставании всех других показателей. При этом лидирующие позиции могут быть по величине внутренних затрат на исследования или по объему затрат на ИКТ.

В регионах-аутсайдерах наблюдается значительное отставание по всем показателям, при этом их значения ниже средних по РФ и ПФО.

Далее в табл. 5 представлены результаты метода ранжирования по второй группе показателей, характеризующих инновационную составляющую ИИТ цикла.

На основании проведенных сопоставлений можно предположить, что регионы-лидеры – это те регионы, которые заняли с 1-го по 4-е место по общей сумме рангов, регионы со средними значениями –

с 5-го по 9-е место в пороговых значениях ПФО и РФ. Регионы-аутсайдеры имеют показатели ниже средних по ПФО и занимают 10–14 места.

Регионы-лидеры характеризуются лидирующими позициями по всем показателям, при этом их значения превышают средние по РФ и ПФО.

Регионы со средними значениями в большинстве своем характеризуются лидирующими или средними позициями по инновационной активности организаций, но отставанием по объему инновационных товаров и услуг и объему затрат на технологические инновации.

В регионах-аутсайдерах наблюдается значительное отставание по всем показателям, при этом их значения ниже средних по РФ и ПФО.

Далее в табл. 6 представлены результаты метода ранжирования по третьей группе показателей, характеризующих технологическую составляющую ИИТ цикла.

На основании проведенных сопоставлений можно предположить, что регионы-лидеры – это те регионы, которые заняли с 1-го по 4-е место по общей сумме рангов, регионы со средними значениями – с 5-го по 8-е место в пороговых значениях ПФО и РФ. Регионы-аутсайдеры имеют показатели ниже средних по ПФО и занимают 9–14 места.

При этом лидирующие позиции характеризуются преобладанием кризисно-депрессивных тенденций по разработанным передовым производственным технологиям и используемым передовым производственным технологиям в сочетании с прогрессивной динамикой стоимости основных фондов при продолжающемся росте их износа.

Средние позиции определяются преобладанием кризисно-депрессивных тенденций по разработанным передовым производственным технологиям и используемым передовым производственным технологиям на фоне начавшейся прогрессивной динамики стоимости основных фондов и их износа.

Отстающие регионы характеризуются неустойчивой динамикой по разработанным

передовым производственным технологиям и используемым передовым производственным технологиям при существенном отставании показателей по износу основных фондов и их стоимости.

В табл. 8 представлены результаты анализа исследования ИИТ цикла на основе использования процессного подхода и метода ранжирования, которые позволили осуществить группировку регионов. В табл. 9 систематизированы базовые тенденции динамики ИИТ цикла.

При этом объединение регионов в группы имело следующие особенности: первая группа – регионы, в которых преобладают регрессивные тенденции и их значения ниже средних значений показателей ИИТ развития и по ПФО, и по РФ, вторая группа – регионы, в которых преобладают прогрессивные тенденции, а значения региональных показателей выше средних значений показателей ИИТ развития и по ПФО, и по РФ, третья группа – регионы со значениями, находящимися в промежутке значений индикаторов и по ПФО, и по РФ. Последнее

считаем наиболее дискуссионным методическим приемом: как показывает статистика, разница между средними показателями по стране и по округу может быть очень существенной или очень незначительной (последнее объясняет отсутствие по некоторым показателям регионов со средними значениями, а также непостоянством лидирующих позиций показателей РФ и ПФО: среднероссийские могут быть больше или меньше окружных).

Осуществленная группировка регионов может выглядеть следующим образом: регионы-лидеры (к ним отнесены регионы, которые заняли 1–5 места по общей сумме рангов), регионы, имеющие средние значения (к ним отнесены регионы, которые заняли 6–8 места по общей сумме рангов), регионы-аутсайдеры (к ним отнесены регионы, которые заняли 9–14 места по общей сумме рангов).

При этом для формирования итоговой таблицы по каждой группе определялись средние значения показателей. Состав каждой группы представлен в табл. 10.

Таблица 8

Обобщающая таблица ранжирования регионов по составляющим информационно-инновационно-технологического цикла

Субъекты РФ	1-я группа показателей		2-я группа показателей		3-я группа показателей		Сумма рангов по группам показателей	Итоговый ранг
	Ранг	Группа регионов	Ранг	Группа регионов	Ранг	Группа регионов		
Республика Башкортостан	8	Регион со средними значениями	7	Регион со средними значениями	9	Регион-аутсайдер	24	7
Республика Марий Эл	14	Регион-аутсайдер	13	Регион-аутсайдер	14	Регион-аутсайдер	41	14
Республика Мордовия	9	Регион-аутсайдер	3	Регион-лидер	4	Регион-лидер	16	5
Республика Татарстан	2	Регион-лидер	1	Регион-лидер	2	Регион-лидер	5	2
Удмуртская Республика	10	Регион-аутсайдер	10	Регион-аутсайдер	5	Регион со средними значениями	25	8
Чувашская Республика	11	Регион-аутсайдер	6	Регион со средними значениями	10	Регион-аутсайдер	27	10
Пермский край	2	Регион-лидер	4	Регион-лидер	6	Регион со средними значениями	12	3
Кировская область	12	Регион-аутсайдер	14	Регион-аутсайдер	12	Регион-аутсайдер	38	13
Нижегородская область	1	Регион-лидер	2	Регион-лидер	1	Регион-лидер	4	1
Оренбургская область	13	Регион-аутсайдер	9	Регион со средними значениями	13	Регион-аутсайдер	35	12

Субъекты РФ	1-я группа показателей		2-я группа показателей		3-я группа показателей		Сумма рангов по группам показателей	Итоговый ранг
	Ранг	Группа регионов	Ранг	Группа регионов	Ранг	Группа регионов		
Пензенская область	7	Регион со средними значениями	8	Регион со средними значениями	7	Регион со средними значениями	22	6
Самарская область	4	Регион-лидер	5	Регион со средними значениями	3	Регион-лидер	12	3
Саратовская область	6	Регион со средними значениями	11	Регион-аутсайдер	8	Регион со средними значениями	25	8
Ульяновская область	5	Регион со средними значениями	12	Регион-аутсайдер	11	Регион-аутсайдер	28	11

Таблица 9

Базовые тенденции динамики информационно-инновационно-технологического цикла

Субъекты РФ	Базовые тенденции
Республика Башкортостан	Преобладание прогрессивных тенденций за счет средних значений по формирующим и характеризующим ИИТ цикл группам показателей. При этом отстающие позиции по результирующей группе показателей позволяют утверждать, что в регионе созданы условия для последующего прогрессивного ИИТ развития
Республика Марий Эл	Преобладание кризисных тенденций , основанное на существенном отставании региона по всем группам показателей
Республика Мордовия	Преобладание кризисных тенденций , связанное с отставанием по первой и второй группе свидетельствует об отсутствии в регионе собственной информационной и инновационной среды, поэтому существует угроза замены лидирующих позиций по результирующей группе
Республика Татарстан	Преобладание прогрессивных тенденций , основанное на лидирующих позициях по всем группам показателей ИИТ цикла
Удмуртская Республика	Сочетание прогрессивных и кризисных тенденций . При этом отставание по первой и второй группе свидетельствует об отсутствии в регионе собственной информационной и инновационной среды, поэтому существует угроза перехода из группы регионов со средними значениями в группу аутсайдеров
Чувашская Республика	Сочетание прогрессивных и кризисных тенденций . Отставание региона по информационной составляющей ИИТ цикла при средних позициях инновационной составляющей определяет позиции региона как аутсайдера по результирующей группе индикаторов
Пермский край	Преобладание прогрессивных тенденций . Лидирующие позиции по информационно-инновационной составляющей ИИТ цикла могут способствовать усилению позиций региона по результирующей группе показателей
Кировская область	Преобладание кризисных тенденций , основанное на существенном отставании региона по всем группам показателей
Нижегородская область	Преобладание прогрессивных тенденций , основанное на лидирующих позициях по всем группам показателей ИИТ цикла
Оренбургская область	Преобладание кризисных тенденций . Отставание региона по информационной составляющей ИИТ цикла при средних позициях инновационной составляющей определяет позиции региона как аутсайдера по результирующей группе индикаторов
Пензенская область	Преобладание кризисных тенденций , основанное на средних значениях всех трех групп показателей, может формировать условия для перехода региона в группу аутсайдеров
Самарская область	Преобладание прогрессивных тенденций , формируемое лидирующими и средними позициями региона по всем трем группам индикаторов. Хотя отставание региона по внедрению передовых производственных технологий может свидетельствовать о неполной реализации его информационно-инновационного потенциала и, как следствие, утрате его лидирующих позиций
Саратовская область	Преобладание кризисных тенденций , во многом связанное с существенным отставанием региона по инновационной составляющей ИИТ цикла, а также недостаточными условиями (средние значения по информационной составляющей). При этом именно отставание по разработанным передовым технологиям свидетельствует об отсутствии в регионе ИИТ потенциала, что негативным образом может отразиться на динамике его развития
Ульяновская область	Сочетание прогрессивных и кризисных тенденций , основанное на начальном этапе формирования прогрессивных тенденций, о чем свидетельствуют средние значения региона по информационной составляющей и отставание инновационной и технологической

Таблица 10

Группировка субъектов ПФО по результатам статистического анализа

Группы регионов	Субъекты ПФО	Базовая тенденция
Регионы-лидеры (1–5 место)	Нижегородская область, Республика Татарстан, Пермский край, Самарская область, Республика Мордовия	Преобладание прогрессивных тенденций , формируемое лидирующими и средними позициями региона по всем трем группам индикаторов, что свидетельствует о наличии высокого уровня информационно-инновационного потенциала
Регионы, занимающие средние позиции (6–8 место)	Пензенская область, Республика Башкортостан, Саратовская область, Чувашская Республика	Сочетание прогрессивных и кризисных тенденций , связанное с неустойчивыми значениями по первой и второй группам, что может свидетельствовать об отсутствии в регионе собственной информационной и инновационной среды, поэтому существует угроза перехода из группы регионов со средними значениями в группу аутсайдеров
Регионы-аутсайдеры (9–14 место)	Удмуртская Республика Ульяновская область Оренбургская область Кировская область Республика Марий Эл	Преобладание кризисных тенденций , основанное на существенном отставании региона по всем группам показателей; другими словами, в регионах не созданы информационно-инновационные условия для прогрессивных изменений в технологической составляющей ИИТ цикла

Результаты осуществленного табличного и графического анализа позволили представить пофазовую характеристику ИИТ цикла каждого субъекта ПФО, а также выявить преобладание прогрессивных тенденций во взаимосвязанных процессах. При этом интенсивность оживления и подъема характеризуется высокой степенью неоднородности и по показателям, и по регионам, поэтому в качестве дополнительного метода анализа был использован метод ранжирования. Он позволил выявить базовые тенденции дифференцированно по каждому региону, идентичность которых стала основой авторской группировки регионов по ИИТ развитию.

Так, в регионах-лидерах преобладают прогрессивные тенденции, свидетельствующие о наличии высокого уровня информационно-инновационного потенциала территории. Регионы средней группы могут характеризоваться сочетанием прогрессивных и регрессивных тенденций, связанным с неустойчивыми значениями по информационной и инновационной составляющим, что может свидетельствовать об отсутствии в регионе собственной информационной и инновационной среды. Отстающие регионы характеризуются преобладанием кризисных тенденций, свидетельствующих об отсутствии информаци-

онно-инновационных условий для прогрессивных изменений в технологической составляющей ИИТ цикла.

Заключение

На основании теоретической части проведенного исследования можно сделать вывод о том, что современный макроэкономический цикл – это особый вид цикла, возникший при переходе между индустриальным (находящимся в состоянии затухания) и постиндустриальным (находящимся в фазе зарождения) мегациклами. Его уникальность заключается в системе внутрифазовых трансформаций от неоиндустриальной к цифровой, информационной и инновационной экономикам, неэкономике, которые представляют собой самостоятельные фазы индустриального и постиндустриального циклов. При этом продолжительность таких внутрифазовых переходов определяется рекуррентными зависимостями между информационным, инновационным, инвестиционным, технологическим, производственным, структурным и социальным циклами. Каждый из них характеризуется собственной продолжительностью, амплитудой, фазовой динамикой количественных показателей.

Выделенные рекуррентные зависимости стали основой для выявления зна-

чимости технологического цикла на современном этапе развития, а также его сущностного содержания, характера внутренних (ИИТ) и внешних (технологическо-производственных, технологическо-структурных, технологическо-социальных) зависимостей. На этой основе сформулировано авторское определение ИИТ цикла как особого вида цикла, в рамках которого информатизация, инноватизация и технологизация производства рассматриваются как единый процесс, проявляющийся в колебаниях показателей инновационности используемых в процессе производства технологий в определенные промежутки времени.

Такая трактовка основана на выделенных сильных рекуррентных зависимостях между процессами информатизации, инноватизации и технологизации в рамках современного макроэкономического цикла.

Для выявления закономерностей протекания современного ИИТ цикла и его взаимосвязи с производственными процессами авторами был разработан общий алгоритм методики его анализа в рамках современного макроцикла, апробированный на уровне экономики регионов ПФО.

Представленные в работе результаты исследований позволяют на основе осуществленной авторами группировки регионов выделить общие тенденции развития региональной экономики, а также определить фазовое состояние ИИТ цикла по каждой группе регионов.

Так, регионы, занимающие лидирующие позиции характеризуются преобладанием прогрессивных тенденций, формируемых передовыми и средними позициями региона по всем трем группам индикаторов характеризующим информационную, инновационную и технологическую составляющие исследуемого цикла, что свидетельствует о наличии высокого уровня информационно-инновационного потенциала.

Средние позиции регионов ПФО определяются сочетанием прогрессивных и кризисных тенденций, связанных с неустойчивыми значениями по первой и второй группам показателей, свидетельствующих об отсутствии в регионах собственной информационной и инновационной среды. В них существует угроза перехода из группы регионов со средними значениями в группу регионов-аутсайдеров.

Отстающие регионы характеризуются преобладанием кризисных тенденций, основанных на существенном отставании региона по всем группам показателей. Другими словами, в регионах не созданы информационно-инновационные условия для прогрессивных изменений в технологической составляющей ИИТ цикла.

Таким образом, выявленные зависимости могут стать основой разработки управленческой модели антициклического ИИТ регулирования как базовой составляющей современного макроэкономического цикла.

Благодарности

Исследование подготовлено при финансовой поддержке гранта РГНФ «Особенности производственного цикла в системах различных уровней в экономике региона» № 18-410-590003.

Список литературы

1. Kleinknecht A., Van der Panne G. Technology and long waves in economic growth. In book: The Elgar Companion to Social Economics. J.B.Davis, W. Dolfsma (eds). 2nd ed. 2015. P. 597–606.
2. Glazyev S.Y., Ajvazov A.E., Belikov V.A. The future of the world economy is an integrated world economic structure // Economy of Region. 2018. Vol. 14, № 1. P. 1–12. doi: 10.17059/2018–1–1.
3. Kingston W. How capitalism destroyed itself: Technology displaced by financial innovation Cheltenham. UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publ., 2017. 192 p.
4. Świadek A., Szopik-Depczyńska K. Business cycle and innovation activity of industrial enterprises in Poland – Mazowieckie region case // Journal of International Studies. 2014. Vol. 7, № 3. P. 90–99. doi: 10.14254/2071-8330.2014/7-3/8.

5. Araujo R.A., Teixeira R.J. Structural change and macrodynamic capabilities // *Nova Economia*. 2011. Vol. 21, № 3. pp. 331–349.
6. Буторина О.В., Осипова М.Ю. Информационный цикл как фактор прогрессивного развития инновационных, технологических и производственных процессов на современном этапе // *Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки*. 2017. № 4. С. 221–233.
7. Буторина О.В., Осипова М.Ю., Кутергина Г.В. Формирование современного макроэкономического цикла с позиций глобальных тенденций экономического развития // *Вестник Пермского университета. Серия «Экономика» = Perm University Herald. ECONOMY*. 2017. Т. 12, № 4. С. 512–526. doi: 10.17072/1994-9960-2017-4-512-526.
8. Freeman C. Technical innovation, diffusion, and long cycles of economic development. In book: *The long-wave debate*. Vasko T. (eds). Berlin, Heidelberg. 1987. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-662-10351-7_21.
9. Malecki E.J. Technology and economic development: The dynamics of local, regional, and national change. Ohio State University (OSU) – School of Public Policy and Management. 2009. 51 p.
10. Каленов О.Е. Инновационно-технологические циклы // *Креативная экономика*. 2012. № 7 (67). С. 81–85.
11. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. М.: Экономика, 2004. 439 с.
12. Нижегородцев Р.М. Информационная экономика. Кн. 1. Информационная Вселенная: Информационные основы экономического роста. М. Кострома, 2002. 163 с.
13. Глазьев С.Ю. Современная теория длинных волн в развитии экономики // *Экономическая наука современной России*. 2012. № 2 (57). С. 8–27.
14. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски // *Современные научные исследования и инновации*. 2014. № 5. Ч. 2. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059> (дата обращения: 10.10.2018).
15. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВлаДар, 1993. 310 с.
16. Филин С.А. Концепция технико-научно-технологических циклов // *Региональная экономика: теория и практика*. 2014. № 45 (372). С. 29–45.
17. Haynes K.E., Dinc M. Productivity change in manufacturing regions: A multifactor/shift-share approach // *Growth Change*. 1997. Vol. 28. Iss. 2. P. 201–221.
18. Sella L., Vivaldo G., Groth A., Ghil M. Economic cycles and their synchronization: A comparison of cyclic modes in three European countries // *Journal of Business Cycle Research*. 2016. Vol. 12. Iss. 1. P. 25–48. doi: 10.1007/s41549-016-0003-4.
19. Буторина О.В., Третьякова Е.А. Методика анализа взаимосвязи производственного и информационного циклов в рамках современного макроэкономического цикла // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2018. № 2. С. 12–20.
20. Буторина О.В., Третьякова Е.А. Особенности рекуррентных зависимостей современного технологического цикла // *Управление в современных системах*. 2018. Вып. 4 (20). С. 8–13.
21. Буторина О.В., Осипова М.Ю. Особенности статистического анализа современного производственного цикла // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Сер.: Экономика и управление*. 2018. № 1 (32). С. 5–12. doi: 10.18323/2221-5689-2018-1-5-12.
22. Adachi H., Nakamura T., Osumi Y. Studies in medium-run macroeconomics: Growth, fluctuations, unemployment, inequality and policies. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2015. 352 p.
23. Proaño C.R. Detecting and predicting economic accelerations, recessions, and normal growth periods in real-time // *Journal of Forecasting*. 2017. Vol. 36, № 1. P. 26–42.
24. Сафиуллин М.Р., Ельшин Л.А., Прыгунова М.И. Диагностика ожиданий экономических агентов как инструмент моделирования экономических циклов // *Экономика региона*. 2017. Т. 13, № 2. С. 604–615.). doi 10.17059/2017-2-24.

Статья поступила в редакцию 18.12.2018, принята к печати 27.03.2019

Сведения об авторах

Буторина Оксана Вячеславовна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: ok.butorina@yandex.ru).

Третьякова Елена Андреевна – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: E.A.T.pnrpu@yandex.ru).

Acknowledgements

The study was financially supported with the Russian Humanitarian Scientific Fund (RHSF) grant “Features of a production cycle in the system of different levels in the regional economy” No. 18-410-590003.

References

1. Kleinknecht A., Van der Panne G. *Technology and long waves in economic growth*. In book: The Elgar companion to social economics. J.B. Davis, W. Dolfsma (eds). 2nd ed. 2015. pp. 597–606.
2. Glazyev S.Y., Ajvazov A.E., Belikov V.A. The future of the world economy is an integrated world economic structure. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2018, vol. 14, no. 1. pp. 1–12. doi 10.17059/2018–1–1.
3. Kingston W. *How capitalism destroyed itself: Technology displaced by financial innovation*. Cheltenham, UK, Northampton MA, USA, Edward Elgar Publ., 2017. 192 p.
4. Świadek A., Szopik-Depczyńska K. Business cycle and innovation activity of industrial enterprises in Poland – Mazowieckie region case. *Journal of International Studies*, 2014, vol. 7, no. 3, pp. 90–99. doi: 10.14254/2071-8330.2014/7-3/8.
5. Araujo R.A., Teixeira R.J. Structural change and macrodynamic capabilities. *Nova Economia*, 2011, vol. 21, no. 3, pp. 331–349.
6. Butorina O.V., Osipova M.Yu. Informatsionnyi tsikl kak faktor progressivnogo razvitiya innovatsionnykh, tekhnologicheskikh i proizvodstvennykh protsessov na sovremennom etape [Information cycle as a factor of advanced development of innovative, technological and productive processes at the present stage]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki* [PNRPU Sociology and Economics Sciences], 2017, no. 4, pp. 221–233. doi: 10.15593/2224-9354/2017.4.20. (In Russian).
7. Butorina O.V., Osipova M.Yu., Kutergina G.V. Formirovanie sovremennogo makroekonomicheskogo tsikla s pozitsii global'nykh tendentsii ekonomicheskogo razvitiya [Formation of modern macroeconomic cycle from the view point of global economic development trends]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya "Ekonomika"* [Perm University Herald. ECONOMY], 2017, vol. 12, no. 4, pp. 512–526. doi: 10.17072/1994-9960-2017-4-512-526. (In Russian).
8. Freeman C. *Technical innovation, diffusion, and long cycles of economic development*. In book: The long-wave debate. Vasko T. (eds). Berlin, Heidelberg. 1987. pp. 295–309.
9. Malecki E.J. *Technology and economic development: The dynamics of local, regional, and national change*. Ohio State University (OSU) – School of Public Policy and Management. 2009. 51 p.
10. Kalenov O.E. Innovatsionno-tekhnologicheskie tsikly [Innovation technological cycles]. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economy], 2012, no. 7 (67), pp. 81–85. (In Russian).
11. Yakovets Yu.V. *Epokhal'nye innovatsii XXI veka* [Landmark innovations of the XXI century]. Moscow, Ekonomika Publ., 2004. 439 p. (In Russian).
12. Nizhegorodtsev R.M. *Informatsionnaya ekonomika* [Information Economy]. Kn. 1. Informatsionnaya Vselennaya: Informatsionnye osnovy ekonomicheskogo rosta [Book 1: Information Universe: Information foundations of economic growth]. Moscow, Kostroma, 2002. 163 p. (In Russian).
13. Glaz'ev S.Yu. Sovremennaya teoriya dlinnykh voln v razvitii ekonomiki [Modern theory of long waves in economic development]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii* [Economics of Contemporary Russia], 2012, no. 2 (57), pp. 8–27. (In Russian).
14. Parshin M.A., Kruglov D.A. Perekhod Rossii k shestomu tekhnologicheskomu ukkladu: vozmozhnosti i riski [Crossover of Russia to new technological mode: Opportunities and risks]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii* [Modern Scientific Researches and Innovations], 2014, no. 5, part 2 (In Russian). Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059> (accessed 10.10.2018).
15. Glaz'ev S.Yu. *Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya* [Theory of long-term technical and economic development]. Moscow, VlaDar Publ., 1993. 310 p. (In Russian).

16. Filin S.A. Kontseptsiya tekhniko-nauchno-tekhnologicheskikh tsiklov [The concept of technical scientific and technological cycles]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice], 2014, no. 45 (372), pp. 29–45. (In Russian).
17. Haynes K.E., Dinc M. Productivity change in manufacturing regions: A multifactor/shift-share approach. *Growth Change*, 1997, vol. 28, iss. 2, pp. 201–221.
18. Sella L., Vivaldo G., Groth A., Ghil M. Economic cycles and their synchronization: A comparison of cyclic modes in three European countries. *Journal of Business Cycle Research*, 2016, vol. 12, iss. 1, pp. 25–48. doi: 10.1007/s41549-016-0003-4.
19. Butorina O.V., Tret'yakova E.A. Metodika analiza vzaimosvyazi proizvodstvennogo i informatsionnogo tsiklov v ramkakh sovremennogo makroekonomicheskogo tsikla [Methods of analysis of the relationship of production and information cycles in the modern macroeconomic cycle]. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of Altai Academy of Economy and Law], 2018, no. 2, pp. 12–20. (In Russian).
20. Butorina O.V., Tret'yakova E.A. Osobennosti rekurrentnykh zavisimostei sovremennogo tekhnologicheskogo tsikla [Features of recurrent dependencies of modern technological cycle]. *Upravlenie v sovremennykh sistemakh* [Management in Modern Systems], 2018, no. 4 (20), pp. 8–13. (In Russian).
21. Butorina O.V., Osipova M.Yu. Osobennosti statisticheskogo analiza sovremennogo proizvodstvennogo tsikla [Special aspects of statistical analysis of a modern production cycle]. *Vektor nauki Tol'yatinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Ekonomika i upravlenie* [Vector of Science of Togliatti State University], 2018, no. 1 (32), pp. 5–12. (In Russian). doi: 10.18323/2221-5689-2018-1-5-12.
22. Adachi H., Nakamura T., Osumi Y. *Studies in medium-run macroeconomic. Growth, fluctuations, unemployment, inequality and policies*. Singapore, World Scientific Publ. Co. Pte. Ltd., 2015. 352 p.
23. Proaño C.R. Detecting and predicting economic accelerations, recessions, and normal growth periods in real-time. *Journal of Forecasting*, 2017, vol. 36, no. 1, pp. 26–42.
24. Safiullin M.R., El'shin L.A., Prygunova M.I. Diagnostika ozhidanii ekonomicheskikh agentov kak instrument modelirovaniya ekonomicheskikh tsiklov [Diagnostics of expectations of economic agents as an instrument for the modelling of economic cycle]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2017, vol. 13, no. 2, pp. 604–615. (In Russian). doi 10.17059/2017-2-24.

Received December 18, 2018; accepted March 27, 2019

Information about the Authors

Butorina Oksana Vyacheslavovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of the World and Regional Economy, Economic Theory, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: ok.butorina@yandex.ru).

Tret'yakova Elena Andreevna – Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of the World and Regional Economy, Economic Theory, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: e.a.t.pnrpu@yandex.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Буторина О.В., Третьякова Е.А. Методика анализа информационно-инновационно-технологического цикла на уровне региональных экономических систем // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 289–312. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-289-312

Please cite this article in English as:

Butorina O.V., Tret'yakova E.A. Analysis technique of information innovation and technological cycle at the level of regional economic systems. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika* = Perm University Herald. Economy, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 289–312. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-289-312

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-313-331

УДК 336.22

ББК 65.261.94

JEL Code D14; D31; Z13

ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ: ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Галина Вадимовна БелеховаORCID ID: [0000-0002-6373-9043](https://orcid.org/0000-0002-6373-9043), Researcher ID: [I-8182-2016](https://orcid.org/I-8182-2016), e-mail: belek-galina@yandex.ru**Ольга Николаевна Калачикова**ORCID ID: [0000-0003-4681-4344](https://orcid.org/0000-0003-4681-4344), Researcher ID: [I-9562-2016](https://orcid.org/I-9562-2016), e-mail: onk82@yandex.ru

Вологодский научный центр Российской академии наук (160014, Россия, г. Вологда, ул. Горького, 56а)

Представлены результаты анализа финансовой грамотности в группах населения с различающимися демографическими характеристиками (семейный статус, возраст, наличие детей). Обращение к данной тематике актуализируется, с одной стороны, повышением гибкости семейных структур и, соответственно, многовариантностью жизненных сценариев, а, с другой – расширением личной ответственности населения за грамотное управление денежными средствами и обеспечение собственного финансового благосостояния. Цель исследования – определение закономерностей взаимосвязи уровня финансовой грамотности населения и его демографических характеристик в соответствии с этапами жизненного цикла семьи. В качестве информационной базы использованы результаты регулярных социологических опросов населения Вологодской области по проблемам уровня и качества жизни, проводимые при непосредственном участии авторов, а также выборочные данные общероссийских социологических опросов. Обосновано использование подхода к пониманию финансовой грамотности населения, разработанного Организацией экономического сотрудничества и развития. Рассмотрены результаты проводимых исследований финансовой грамотности с позиции гипотезы жизненного цикла потребления и сбережений, касающиеся взаимосвязи с социально-демографическими характеристиками населения. Выделены особенности имеющихся методик оценки уровня финансовой грамотности населения. В соответствии с принятым определением для измерения уровня финансовой грамотности использована методика социологической оценки по двум ее компонентам (знаниям и навыкам) с выделением трех измеряемых индикаторов (ведение семейного бюджета, способ распоряжения доходами, сравнение финансовых услуг перед их приобретением). Выявлены проблемные зоны финансовой грамотности населения региона, состоящие в фрагментарном учете доходов и расходов; нестабильности формирования накоплений и приоритете потребления; умеренной распространенности навыка сравнения финансовых продуктов перед их приобретением. Научная новизна исследования состоит в следующем. Установлены закономерности изменения финансовой грамотности в соответствии с этапами жизненного цикла семьи: рост самооценки уровня финансовой грамотности при переходе от этапа зарождения семьи к этапу зрелости семьи и ее снижение на этапе «угасания» семьи; распространенность практик ведения бюджета в семьях людей старшего и среднего возраста; положительное влияние семейного статуса на дисциплину в части учета доходов и расходов и в части сравнения финансовых продуктов перед их приобретением. Практическая новизна исследования заключается в следующем: с учетом выявленных демографических особенностей сформулированы рекомендации по нивелированию проблем финансовой грамотности населения, которые могут быть использованы органами власти и другими заинтересованными субъектами. Среди них информационно-просветительская работа по общим финансовым вопросам, обучение работе в специальных приложениях для ведения бюджета. На дальнейших этапах исследования планируется определить частные индексы финансовых знаний и навыков в нескольких предметных областях (семейный бюджет, сбережения, кредитование, инвестирование, налоги, страхование, финансовая безопасность и т. п.), интегральный индекс финансовой грамотности, в том числе в разрезе выделенных демографических групп, что позволит проработать инструменты повышения финансовой грамотности населения.

Ключевые слова: финансовая грамотность, домашние хозяйства, жизненный цикл, семейный бюджет, планирование бюджета, финансовая безопасность, сбережения населения, кредиты населению, потребление.



FINANCIAL LITERACY OF THE POPULATION: DEMOGRAPHIC FEATURES AND OPPORTUNITIES FOR IMPROVE (IN THE CASE STUDY OF VOLOGDA REGION)

Galina V. Belekova

ORCID ID: [0000-0002-6373-9043](https://orcid.org/0000-0002-6373-9043), Researcher ID: [I-8182-2016](https://orcid.org/I-8182-2016), e-mail: belek-galina@yandex.ru

Olga N. Kalachikova

ORCID ID: [0000-0003-4681-4344](https://orcid.org/0000-0003-4681-4344), Researcher ID: [I-9562-2016](https://orcid.org/I-9562-2016), e-mail: onk82@yandex.ru

Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (56A, Gor'kogo st., Vologda, 160014, Russia)

The article presents the results of the analysis of financial literacy in groups with different demographic characteristics (marital status, age, presence of children). The relevance of the study is explained, on the one hand, by the increase of the flexibility of family structures and multivariance of life scenarios, and, on the other hand, by the increase of a person's private responsibility for the efficient management of funds and ensuring their own financial well-being. The purpose of the study is to determine the patterns of the relationship of financial literacy and demographic characteristics of the population, which together characterize the stages of the life cycle. It will make the development of practical recommendations for improving financial literacy in accordance with the specific life circumstances of the population possible. The informational framework of the research includes data of regular sociological surveys of the population of Vologda region, concerning the life standards and quality and conducted with the direct participation of the authors, and the selected data from nationwide sociological polls. The approach to the concept of financial literacy suggested by the Organization of economic cooperation and development has been substantiated. We have considered the results of financial literacy research including the studies that are based on the life-cycle hypothesis of consumption and savings that concern the relationship with the social and demographic features of the population. Characteristics of the available methods of assessing the financial literacy of the population have been distinguished. The sociological assessment method for two components of financial literacy (knowledge and skills) with the separation of three measured indicators (household budget, income distribution, comparison of financial services before buying them) has been used for the assessment of financial literacy rate in accordance to the accepted concept. We have revealed problem areas of the population of the case study region that are related to fragmentary consideration of income and costs; instability in savings formation and consumption priority; the skill to compare financial products before buying them is not highly distributed. The scientific novelty of the study is to reveal patterns of financial literacy alteration in accordance to the stages of the family life cycle, in particular the increase of self-assessment of financial literacy rate when passing from the initial stage of a family to its maturity and the decrease of self-assessment of financial literacy rate when a family stops existing; the prevalence of budgeting practices in families of older and middle-aged people; the positive impact of family status on the discipline in terms of accounting for income and expenses and in terms of comparing financial products before purchasing them. The practical novelty of the study concerns the recommendations on leveling the problems of financial literacy of the population, that have been formulated taking into account the identified demographic characteristics, which can be used by the authorities and other stakeholders. Awareness campaign on general financial issues, training in special budget applications are among the recommendations. The further stages of the study will be connected with the determination of particular indices of financial knowledge and skills in several subject areas (family budget, savings, lending, investment, taxes, insurance, financial security, etc.), and an integral financial literacy index. The latter will be included in the context of demographic groups mentioned above. It will allow us to work out tools for the improvement of the financial literacy of the population.

Keywords: financial literacy, households, life cycle, household budget, budget planning, financial security, household savings, credits to the population, consumption.

Введение

Как отмечает координатор социальных программ Всемирного банка в Российской Федерации Сорен Нелльман, «любая здоровая экономика заинтересована в грамотных, а значит, благополучных и предсказуемых

потребителях финансовых услуг»¹. Кроме того, существует большое число научных работ [1; 2], доказывающих наличие поло-

¹ Проект «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации». Том 1. 2011–2015: справочно-информационное издание. Минфин России, 2016. URL: http://вашифинансы.рф/upload/medialibrary/Obzor_O_proekte.pdf (дата обращения: 19.09.2018).

жительной связи финансовой грамотности с экономическим поведением и благосостоянием населения. Однако зарубежные и отечественные исследования [3–5] неизменно фиксируют невысокий уровень финансовой грамотности среди людей¹.

Понимая важность проблемы и осознавая макро- и микроэкономические выгоды от финансово грамотного населения, правительства многих стран реализуют национальные стратегии повышения финансовой грамотности (Турция, Бразилия, Канада, Франция, Индия), а в некоторых – готовят к внедрению обновленные стратегии (США, Великобритания, Япония, Австралия)². Для России проблематика финансовой грамотности не менее актуальна и связана прежде всего с достижением цели «воспитания внутреннего массового инвестора»³. К настоящему времени утверждена «Стратегия повышения финансовой грамотности в Российской Федерации на 2017–2023 годы», проработан вопрос о гарантировании сохранности средств, вложенных населением в банки и негосударственные пенсионные фонды, для населения предоставлена возможность открытия индивидуальных инвестиционных счетов, выпущены новые инвестиционные инструменты (специальные облигации федерального займа – ОФЗ-н), планируется введение системы индивидуального пенсионного капитала.

В быстро меняющемся финансово-экономическом контексте для повышения эффекта реализуемых и разрабатываемых

проектов в области финансовой грамотности значим не только поиск «проблемных зон» в финансовых знаниях, навыках и установках, но и выделение их в разрезе отдельных групп населения. В научной среде широко исследуется влияние уровня дохода, уровня образования, профессионального статуса⁴, что обусловлено ведущей ролью социально-экономических характеристик населения в процессе управления денежными средствами. Однако решение задачи повышения финансовой грамотности кроется не только в существенном увеличении доходов населения или предоставлении всем желающим соответствующего образования. Закономерно, что социально-экономические характеристики населения трансформируются параллельно с изменениями личных жизненных обстоятельств, связанных в том числе с демографическими характеристиками населения (семейным положением, состоянием здоровья, родительским статусом, возрастом и др.). Соответственно, целью статьи является исследование финансовой грамотности в разрезе групп населения, сформированных по совокупности таких демографических характеристик, как возраст, семейное положение и наличие детей. В отличие от анализа отдельно по каждой характеристике выделение демографических групп позволит выявить особенности освоения и применения населением финансовых знаний и навыков на том или ином этапе жизненного цикла семьи. На этой основе могут быть сформированы рекомендации органам исполнительной власти и другим заинтересованным субъектам, которые позволят повысить адресность программ и мероприятий по финансовому просвещению населения.

Для реализации цели исследования нами проработаны теоретико-методологические основания – обоснован применяемый подход к пониманию финансовой грамотности населения, используемая методика ее социологической оценки и анализируемые индикаторы. Далее представ-

¹ Также см. Отчет Организации экономического сотрудничества и развития по итогам исследования финансовой грамотности взрослого населения стран G20 («большой двадцатки»): *G20/OECD INFE report on adult financial literacy in G20 countries* / OECD, 2017. URL: <http://www.oecd.org/finance/g20-oecd-infe-report-adult-financial-literacy-in-g20-countries.htm> (дата обращения: 04.10.2018).

² См.: *G20/OECD INFE report on adult financial literacy in G20 countries* / OECD, 2017. URL: <http://www.oecd.org/finance/g20-oecd-infe-report-adult-financial-literacy-in-g20-countries.htm> (дата обращения: 04.10.2018).

³ См.: *Силуанов анонсировал новые возможности для инвестиций населения* // Российская газета. 2018. URL: <https://rg.ru/2018/09/06/siluanov-anonsiroval-novye-vozmozhnosti-dlia-investicij-naseleniia.html> (дата обращения: 18.10.2018).

⁴ См. труды А. Lusardi, O.S. Mitchell [3], П.М. Козыревой [6], О.Е. Кузиной О.Е. и Д.Х. Ибрагимовой [7].

лены эмпирические результаты исследования, включающие не только определение общих «проблемных зон» финансовой грамотности, характерных для населения России и Вологодской области, но и выявление закономерностей их дифференциации в демографических группах, условно соответствующих этапам жизненного цикла семьи. На этой основе в заключительной части статьи сформулированы рекомендации по улучшению образовательных и информационно-просветительских мероприятий в сфере финансового просвещения населения.

Теоретико-методологические аспекты исследования

Термин «финансовая грамотность» получил широкое распространение с конца XX в., когда политические структуры и экспертное сообщество начали проявлять повышенный интерес к уровню финансовых знаний и навыков населения. К настоящему времени сформировалось понимание, что «финансовая грамотность» объединяет в себе не только специальные финансовые знания и информированность о ситуации в экономической сфере, но и реальные навыки работы в финансовом секторе, а также осознание личной ответственности за собственное материальное благополучие [8, с. 92].

Наличие нескольких альтернативных трактовок категории «финансовая грамотность» не ставит вопрос об исключительной истинности какой-либо из них, а говорит лишь о целесообразности ее применения в рамках исследовательской работы. *В нашем исследовании мы основываемся на подходе Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и рассматриваем финансовую грамотность населения как многокомпонентную категорию, как сочетание знаний, навыков, установок, отношения и информированности, необходимых для принятия правильных финансовых решений и достижения индивидуального финансового благополучия [9, с. 14].* Указанная трактовка лаконично отражает компоненты

финансовой грамотности и проста для социологической операционализации.

Для измерения уровня финансовой грамотности разработано множество методик¹, которые имеют ряд схожих черт:

- изученные методики основаны на социологическом инструментарии;

- измерение осуществляется либо по предметным областям – базовые знания (понимание инфляции, процентов и т. д.), управление деньгами (бюджет, финансовое планирование), финансовые продукты (вклады, инвестиции, кредиты и т. д.) и особенности их использования, риски и финансовая безопасность и проч., либо по компонентам грамотности – знания, навыки, установки;

- способ измерения – проверочные тесты, вопросы на самооценку либо их сочетание;

- возможность проведения сопоставлений (между группами населения, регионами и т. д.) на основе расчета частных (по компонентам или предметным областям) и сводного (общий уровень грамотности) индексов.

Отметим, что перечень непосредственно измеряемых индикаторов финансовой грамотности разнообразен. К примеру, в наиболее известной методике *A. Lusardi* и *O. Mitchell* [3] оцениваются 3 индикатора (понимание инфляции, понимание риска, расчет процента); в международном опросе ОЭСР [9] – 19 индикаторов; в методике *A.L. Kiliyanni* и *S. Sivaraman* [11] – 34 индикатора. В данном исследовании используется разработанная и апробированная в Вологодской области в 2012–2016 гг. *авторская методика измерения уровня финансовой грамотности населения* (подробнее см. [8]). Разработанная методика является модификацией методики международного опроса ОЭСР [9], основные положения которой также применяются в работах НИУ ВШЭ (например, работы О.Е. Кузиной) и исследовательского центра Национального агентства финансовых исследований (НАФИ). Авторская методи-

¹ Например, обзоры методик представлены в работах [8; 10].

ка включает оценку трех компонентов финансовой грамотности (установки, знания и навыки) через проверочные вопросы по 7 индикаторам грамотности¹, а также вопрос на самооценку финансовых знаний и навыков². Поскольку в рамках одной статьи невозможно в полной мере отразить закономерности и проблемы по всем индикаторам измерения уровня финансовой грамотности населения, нами были выбраны три следующих основных индикатора:

- ведение семейного бюджета (один из базовых финансовых навыков, так как формирует представление об имеющихся доходах, объеме расходов и возможностях использования денежных средств и иных финансовых ресурсов);

- способ распоряжения доходами (с позиций финансовой грамотности рассматривается одновременно как установка, поскольку отражает текущие предпочтения населения в части использования дохода, а, следовательно, формирует потребности в тех или иных финансовых продуктах, и как навык, отражая сложившиеся и устойчиво повторяемые действия с денежными средствами);

- сравнение финансовых продуктов и условий их предоставления перед приобретением (с позиций финансовой грамотности характеризует одновременно знание, т. е. понимание, что сравнение является частью осознанного принятия решения, и навык, т. е. то, как часто знание непосредственно реализуется на практике).

Еще одним методологическим аспектом, требующим пояснения, является выбор концептуальной основы исследования. Выше было обозначено, что финансо-

вое поведение и финансовую грамотность прежде всего определяет уровень дохода. Население распределяет свои доходы между потреблением, сбережениями и другими возможными вариантами использования, т. е. обычно выстраивает поведение от расходов, которые постоянно изменяются в течение жизни в связи с переменами как во внешней среде, так и в личных жизненных обстоятельствах³. При этом индивиды, возможно не всегда осознанно, пытаются сгладить различия в расходах и общем уровне материальной обеспеченности между этапами своего жизненного цикла⁴. Следовательно, наряду с потребностями и уровнем дохода, формирующими структуру потребления, на поведение закономерно будут влиять демографические характеристики населения, в совокупности определяющие этапы жизненного цикла.

Данные рассуждения соотносятся с идеями одной из фундаментальных теорий поведения населения – гипотезой жизненного цикла потребления и сбережений (*Life-Cycle Hypothesis of Consumption and Saving*)⁵, разработанной Modigliani, Ando и Brumberg [15; 16]. Отечественные и зарубежные ученые неоднократно подтверждали влияние на экономические действия населения таких демографических факторов, как состав и размер домохозяйства, наличие детей в семье, число трудоустро-

³ Имеются в виду не только изменения уровня дохода, но и перемены в демографическом поведении и статусе человека, связанные, в частности, со вступлением в брак или расторжением брака, началом самостоятельной жизни, рождением детей, временным уходом с рынка труда и другими переходами по стадиям жизненного цикла [12; 13].

⁴ Под жизненным циклом мы понимаем «последовательность существенных в социальном и демографическом отношении состояний», которые проходит человек или семья за свою жизнь [14, с. 41].

⁵ Основная идея гипотезы жизненного цикла состоит в предположении, что потребности и доходы человека не равны на разных этапах жизненного цикла, и соответственно люди и домашние хозяйства делают разумный выбор в отношении того, сколько они хотят потратить в каждом возрасте (на каждом этапе своей жизни), принимая за ограничение доступные им ресурсы, и таким образом обеспечивают сбалансированный уровень потребления и стабильный уровень жизни [12, с. 138].

¹ Измеряемые индикаторы финансовой грамотности: подход к распоряжению доходами; ведение семейного бюджета; финансовое планирование; сравнение финансовых услуг перед приобретением; чтение договоров перед подписанием; знания о системе страхования вкладов; доверие финансовым организациям [8].

² Методика основана на применении социологического инструментария (массового опроса населения региона). Социологические опросы, отражающие субъективное восприятие населением тех или иных внешних явлений и личных жизненных ситуаций, являются признанным инструментом экономических исследований, позволяющим получить обоснованные выводы.

енных членов семьи (например, А.Я. Бурдяк, 2014 [13]; Д.Х. Ибрагимова, 2008 [17]; О.А. Козлова и др., 2015 [18]; Bosworth и др., 1991 [19]; Avery и Kennickell, 1991 [20]; Lupton and Smith, 1999 [21]).

Финансовая грамотность является компонентом финансового поведения, отражающим его ценностную, когнитивную и деятельностьную стороны. Поэтому широкое распространение, преимущественно в зарубежной науке, получили исследования финансовой грамотности в контексте именно жизненного цикла. В частности, установлено, что финансовая грамотность и богатство (материальное благосостояние) имеют положительную корреляцию с жизненным циклом семьи: обе характеристики возрастают в течение трудовой жизни взрослых членов семьи (домохозяйства), достигают своего пика на момент их выхода на пенсию и сокращаются в старости [22].

А. Lusardi и O.S. Mitchell [3] выявили наличие волнообразной взаимосвязи между возрастом и уровнем финансовой грамотности: у молодых людей и лиц старшего возраста чаще наблюдается более низкий уровень финансовой грамотности, а у лиц среднего возраста – более высокий¹. Agarwalla и др. (2015), Chen и Volpe (2002), Lusardi и др. (2010) показали, что уровень финансовой грамотности женщин ниже, чем мужчин [11, с. 48], объясняя это более эмоциональным отношением представительниц слабого пола к деньгам, а также меньшей включенностью женщин (вплоть до смерти супруга) в решение финансовых вопросов [23, с. 707]. В работах A.L. Kiliyanni и S. Sivaraman [11, с. 49], M. Brown и R. Graf [24] представлены доказательства положительного влияния брака на финансовую грамотность супругов: люди, состоящие в браке, лучше управляют своими финансами и более разумны в расходовании денег, чем до брака.

¹ Например, опрос FINRA среди лиц старшего возраста (60 лет и старше) показал, что более половины из них совершали неудачные инвестиции, а каждый пятый при взаимодействии с финансовыми агентами был введен в заблуждение или обманут [3].

В настоящем исследовании для достижения его цели используется разработанная ранее *демографическая типология населения*, в основу которой положены три демографические переменные – семейный статус, возраст респондента, наличие несовершеннолетних детей, что позволило выделить 10 демографических групп, условно соответствующих этапам жизненного цикла семьи² [12, с. 142]. Поскольку информационную базу исследования составили данные социологического опроса «Качество жизни» (2014–2016 гг.)³, который не является панельным исследованием, то нами применяется так называемый «поперечный» анализ: демографические группы выделяются исходя из семейного времени, т. е. «возраста» семьи (табл. 1).

Таким образом, финансовая грамотность населения, являющаяся объектом исследования, представляет собой совокупность финансовых знаний, навыков и установок, используемых населением в процессе распоряжения доходами для обеспечения собственного финансового благополучия. В течение жизни индивида одновременно изменяются как уровень доходов и структура потребностей, так и его социально-экономические и демографические характеристики. Используя авторскую методику измерения уровня финансовой грамотности населения, далее представим выявленные в ходе исследования закономерности их взаимовлияния.

² В науке не принято единой градации этапов (стадий) жизненного цикла; в основном этапы выделяются в соответствии с задачами исследования.

³ В целом информационная база исследования включает данные социологических опросов «Исследование сберегательного поведения населения» (2001–2013 гг.) и «Качество жизни» (2014 и 2016 гг.), проводимых Вологодским научным центром РАН (ВолНЦ РАН) при непосредственном участии авторов на территории Вологодской области (2 крупных города и 8 районов области) и охватывающих 1500 человек в возрасте от 18 лет и старше, а также данные общероссийских опросов, проводимых Национальным агентством финансовых исследований (опрашивается 1600 человек в 140 населенных пунктах в 42 регионах России в возрасте от 18 лет и старше; статистическая погрешность не превышает 3,4%).

Таблица 1

Демографические группы согласно этапам жизненного цикла

Этап жизненного цикла	Условное обозначение	Название	Характеристика / описание
Этап зарождения и развития семьи	ДХ1	«Молодые семейные» без детей	Семьи молодых супругов* (в возрасте до 30 лет), не имеющие детей
	ДХ2	«Молодые бездетные одинокие»	Молодые одинокие люди** (в возрасте до 30 лет), не имеющие детей
	ДХ6	«Молодые семейные» с детьми	Семьи молодых супругов (в возрасте до 30 лет), имеющие детей
	ДХ7	«Молодые одинокие» с детьми	Молодые одинокие люди (в возрасте до 30 лет) с детьми
Этап зрелости семьи	ДХ3	«Зрелые семейные» без детей	Семьи супругов среднего возраста (от 30 до 55(60)лет), не имеющие детей
	ДХ4	«Зрелые бездетные одинокие»	Одинокие люди среднего возраста (от 30 до 55(60)лет), не имеющие детей
	ДХ8	«Зрелые семейные» с детьми	Семьи супругов среднего возраста (от 30 до 55(60)лет), имеющие детей
	ДХ9	«Зрелые одинокие» с детьми	Одинокие люди среднего возраста (от 30 до 55(60)лет) с детьми
Этап «угасания» (исчезновения) семьи	ДХ5	«Домохозяйства пенсионеров» без детей	Лица старшего возраста (от 55(60) лет и старше) любого семейного положения, не имеющие детей
	ДХ10	«Домохозяйства пенсионеров» с детьми	Лица старшего возраста от 55(60) лет и старше) любого семейного положения, имеющие детей

Примечание: * Здесь и далее к «супругам» относятся респонденты, отметившие варианты «состою в зарегистрированном браке и проживаю совместно с мужем/женой», «состою в зарегистрированном браке и не проживаю совместно с мужем/женой», «не состою в зарегистрированном браке, но проживаю совместно с мужем/женой». ** Здесь и далее к «одиноким людям» относятся респонденты, отметившие варианты «разведен», «холост/не замужем», «вдова/вдовец».

Результаты и обсуждение

Ведение семейного бюджета не является повсеместно распространенной практикой: большая часть населения региона осуществляет «ментальный учет», т. е. фактически доходы и расходы не фиксируются (ни письменно, ни в специальных программах), имеется приближенное представление о движении денег, что отражено на рисунке. Такой учет преобладает среди населения независимо от пола, возраста, семейного положения, наличия детей. Прослеживается тренд на сокращение доли тех респондентов, кто строго ведет бюджет (с 17% в 2010 г. до 11% в 2016 г.), и тех, кто частично отслеживает свои финансовые потоки (с 17% до 13%).

Население Вологодской области, как и России, выстраивает *поведение от потребления*, т. е. изначально расходует полученный доход на удовлетворение текущих нужд, причем большинство (около 50%) полностью использует полученный доход и ничего не сберегает, чуть меньшая доля населения (порядка 36–39%) сберегает то, что осталось после потребления. Следовательно, лишь малая часть населения (чуть более 10%) реализует рекомендуемую многими финансовыми экспертами и специалистами по личному финансовому планированию модель «заплати сначала себе», т. е. в первую очередь часть полученного дохода откладывает на накопление (табл. 2).



Распределение ответов на вопрос о ведении письменного учета доходов и расходов (в % от всех респондентов)*

* До 2010 г. вопрос в Вологодской области не задавался.

Рис. и табл. 2 составлены авторами на основе источников: *Данные социологического опроса «Исследование сберегательного поведения населения»* / ВолНИЦ РАН, 2001–2013 гг.; *Данные социологического опроса «Качество жизни»* / ВолНИЦ РАН, 2014 г, 2016 г.; *Данные общероссийских социологических опросов Национального агентства финансовых исследований*. URL: <https://nafi.ru/analytics> (дата обращения: 28.09.2019).

Таблица 2

Распределение ответов на вопрос о способах распоряжения доходами (в % от всех респондентов)

Вариант ответа	Вологодская область (ВО)			Российская Федерация			Изменение 2016 г. к 2005 г., +/-	
	2005 г.	2008 г.	2016 г.	2005 г.	2008 г.	2017 г.*	ВО	РФ*
Сперва откладываю, а оставшееся трачу («приоритетное сбережение»)	16	15	13	9	12	16	–3	+7
Сначала трачу на текущие нужды, а остаток – откладываю («пассивное сбережение»)	39	49	39	28	34	36	0	+8
Все трачу на текущие нужды, ничего не сберегаю («отсутствие сбережений»)	44	34	48	60	52	46	+4	–14
Затрудняюсь ответить	1	2	0	3	2	2	–1	–1

Примечание: * Данные НАФИ за 2016 г. отсутствуют, поэтому используются данные за 2017 г.

Достаточно массовой явилась практика *предварительного сравнения финансовых продуктов и услуг перед их приобретением*. В Вологодской области порядка половины опрошенных грамотно подходят к выбору финансовой услуги и сравнивают (всегда или редко) предложения финансовых организаций перед окончательным выбором (54% в 2013 г., 41% в 2016 г.); в целом по стране таких людей заметно больше (82 и 77% соответственно). Никогда не де-

лают сравнений¹ около 15–16% опрошенных (в среднем по области и стране)².

¹ Данную группу составляют респонденты, которые либо проявляют лояльность давно выбранному (чаще всего – «зарплатному») банку, либо используют такие услуги, выбора по которым в области нет, и поэтому необходимость в сравнении отпадает.

² Оставшаяся часть ответов приходится на респондентов, выбравших вариант «затрудняюсь ответить».

Таким образом, можно говорить о наличии трех «проблемных зон» в финансовой грамотности населения: 1) приоритет потребления и нестабильность в формировании накоплений; 2) фрагментарный контроль над движением денежных средств; 3) умеренная распространенность навыка сравнения финансовых продуктов перед их приобретением.

Анализ индикаторов финансовой грамотности в разрезе доходных групп населения выявил объективную закономерность: чем выше среднемесячный доход, тем выше распространенность правильных финансовых знаний и грамотных финансовых навыков (табл. 3). Сильная доходная дифференциация прослеживается по индикатору «способ распоряжения доходами»; при этом во всех группах, за исключением наиболее высокообеспеченных, лишь порядка 10% опрошенных отдают приоритет сбережениям, и не более

44–46% опрошенных в трех верхних доходных группах используют смешанную финансовую стратегию. Следовательно, можно говорить о несформированности грамотной финансовой установки «заплати сначала себе» (не только по причине низкого уровня дохода, но и в силу незнания о ней или ценностного неприятия данной установки). По индикатору «семейный бюджет» во всех доходных группах преобладают приверженцы «ментального» учета, который с точки зрения финансовой грамотности является неприемлемым навыком. По индикатору «сравнения» сопоставимые доли опрошенных из разных доходных групп (14–19%) никогда не сравнивают финансовые продукты и условия их предоставления, т. е. неграмотное действие практически в равной степени распространено в разных доходных группах населения.

Таблица 3

Распределение индикаторов финансовой грамотности населения Вологодской области в зависимости от уровня дохода в 2016 г. (в % от всех респондентов)

Индикатор	Доходные (квintильные) группы*				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
<i>Ведение семейного бюджета</i>					
Учет всех средств	13	7	12	11	13
Ментальный учет	49	58	57	54	54
Нет никакого учета	28	24	19	15	17
<i>Способ распоряжения доходами</i>					
Приоритет сбережениям	11	8	11	12	26
Потребление и сбережение	27	34	41	46	44
Только потребление	62	58	48	42	30
<i>Сравнение финансовых продуктов и услуг</i>					
Сравнивают	37	36	37	46	53
Никогда не сравнивают	19	18	16	12	14

Примечание: * 1-я квинтильная группа – наименее обеспеченные, 2-я группа – малообеспеченные, 3-я группа – среднеобеспеченные, 4-я группа – высокообеспеченные 5-я квинтильная группа – наиболее высокообеспеченные.

Табл. 3–7 составлены авторами на основе источника: *Данные социологического опроса «Качество жизни» / ВолНЦ РАН, 2016.*

Распространенность выделенных проблем закономерно различается среди мужчин и женщин, родителей и бездетных людей, лиц с различным семейным статусом. Например, ведущих письменный учет доходов и расходов больше среди лиц старшего возраста (18% против 11% среди молодых людей и 13% среди лиц среднего возраста) и респондентов, состоящих в

официально зарегистрированном браке (17% по сравнению с 12% среди состоящих в гражданском браке, 13% среди разведенных и 9% среди никогда не состоявших в браке). Ориентация на потребление в большей степени проявляется у респондентов, имеющих детей: среди бездетных 16% сначала откладывают часть средств, 32% сберегают после потребления и 52% полно-

стью потребляют доход, а среди респондентов с детьми – 10, 28 и 62% соответственно. Чаще сравнивают финансовые продукты лица среднего возраста (28% против 21% среди молодых и 16% среди лиц старшего возраста), что, возможно, связано с более высокими материальными возможностями и наличием необходимого опыта.

Учитывая выделенные закономерности, вполне жизнеспособными выглядят как приоритетные возрастные группы, указанные в «Стратегии повышения финансовой грамотности в Российской Федерации», так и проводимые на сегодняшний день мероприятия (Всероссийские недели сбережений для школьников и студентов, образовательные программы Сбербанка для пенсионеров и проч.). Однако в некоторых ситуациях рекомендации могут не совпадать с жизненными целями тех или иных групп населения. Например, финансовые эксперты рекомендуют практику «заплати сначала себе» – т. е. такой подход к распоряжению семейными доходами, когда часть дохода (до 30%) первоначально откладывается на сбережения и лишь потом остаток расходуется на потребление. Однако навязывание подобной практики молодым людям (одиноким или семейным) с детьми противоречит их текущим потребностям и задачам (в первую очередь обеспечение полноценного развития ребенка весьма затратно), поэтому подобные «благие намерения» более чем вероятно не найдут у данных групп должного отклика.

Иначе говоря, для каждого этапа жизненного цикла индивида (или семьи) характерны особенные последствия низкого уровня финансовой грамотности. На этапах

зарождения и развития семьи важно сформировать и закрепить грамотные навыки и установки поведения, поскольку они станут основой для финансового поведения на более поздних этапах жизненного цикла семьи, а также окажут влияние на формирование финансовой грамотности детей. Невысокий уровень финансовой грамотности на этапах зрелости и угасания (исчезновения) семьи может привести к неоптимальным решениям о потреблении, сбережениях и планировании выхода на пенсию. Неблагоприятные финансовые решения в целом могут негативно повлиять на психологическое благополучие, межличностные и семейные отношения, а соответственно, снизить шансы индивида (или семьи) на успешное продвижение по этапам жизненного цикла.

Указанное противоречие можно решить путем изучения финансовой грамотности в группах населения, сформированных по совокупности демографических характеристик.

Согласно результатам социологических опросов население Вологодской области взвешенно подходит к оценке собственных финансовых знаний и навыков, в большинстве случаев характеризуя их как удовлетворительные (42% в 2016 г.)¹. Однако для некоторых демографических групп проблема низкого уровня финансовой грамотности стоит весьма остро (табл. 4). В частности, наихудшую оценку собственным финансовым компетенциям дали группы, состоящие из одиноких людей (как на этапе зарождения – ДХ2 и ДХ7; так и на этапе зрелости – ДХ4), а также из лиц старшего возраста (ДХ5 и ДХ10).

Таблица 4

**Самооценка финансовой грамотности в демографических группах
согласно этапам жизненного цикла семьи (2016 г.)**

Самооценка финансовой грамотности	Демографические группы									
	ДХ1	ДХ2	ДХ3	ДХ4	ДХ5	ДХ6	ДХ7	ДХ8	ДХ9	ДХ10
Низкие знания и навыки*	37,5	48,6	40	50	56,9	41,2	52,1	32,1	38,7	58,9
Удовлетворительные знания и навыки	44,6	41,6	47,5	39,1	35	41,2	43,5	50,3	48,4	35,7
Отличные и хорошие знания и навыки	17,9	9,8	12,5	10,9	8,1	17,7	4,3	17,5	12,9	5,4

Примечание: * Характеристика «низкие знания и навыки» объединяет варианты ответа «неудовлетворительные» и «знаний и навыков нет».

¹ Как «отличные и хорошие» свои финансовые знания и навыки оценили 12% опрошенных, как «неудовлетворительные» – 28%, об отсутствии таковых сказали 18%.

В демографических группах, состоящих из молодых людей (ДХ1, ДХ2, ДХ6, ДХ7), т. е. на этапе зарождения и развития семьи, определяющим для самооценки уровня финансовой грамотности является семейное положение: одинокие молодые люди чаще говорят о низких финансовых знаниях и навыках либо об их отсутствии, чем молодые семейные пары. В демографических группах, состоящих из лиц среднего возраста (ДХ3, ДХ4, ДХ8, ДХ9), самооценка финансовой грамотности заметно варьируется в зависимости от наличия детей (т. е. среди бездетных семей меньше тех, которые высоко оценивают свой уровень финансовой грамотности), а также от семейного положения. В группах лиц старшего возраста (ДХ5 и ДХ10) самооценки уровня финансовой грамотности не различаются по семейному положению или наличию детей, т. е. данные типы домохозяйств «де факто» критично характеризуют собственные финансовые знания и навыки.

Во всех выделенных группах (за исключением ДХ7) приоритет отдается «ментальному учету» доходов и расходов (табл. 5). При этом увеличение «возраста» демографической группы соотносится с повышением бюджетной дисциплины. Грамотная практика письменного учета доходов и расходов наиболее распространена среди демографических групп на этапе угасания семьи (ДХ5 и ДХ10).

Семейное положение заметно влияет на реализацию практики ведения бюджета: в группах, образованных из супружеских пар (ДХ1, ДХ3, ДХ6, ДХ8), выше распространенность как «письменного», так и «ментального» учета доходов и расходов, тогда как группы, состоящие из одиноких людей, чаще указывают на отсутствие учета движения средств. Наличие детей не оказывает заметного дифференцирующего эффекта (различия между группами в пределах статистической погрешности). На наш взгляд, такие закономерности говорят о том, что навык ведения учета доходов и расходов является в большей степени личностным элементом финансовой грамотности, исходящим из общего уровня образованности, дисциплинированности и организованности человека. Это соотносится с наблюдаемой взаимосвязью с семейным статусом (супруги обмениваются опытом и осваивают наиболее эффективную практику) и с возрастом (в силу психологических и когнитивных особенностей люди среднего и старшего возраста внимательнее относятся к учету денежных средств). Исключение составляет находящаяся на этапе зарождения и развития семьи демографическая группа, состоящая из одиноких родителей (ДХ7), которые не осуществляют полноценного учета поступлений и трат, вероятно, в силу большей иждивенческой нагрузки (в материальном, временном и бытовом аспектах).

Таблица 5

**Ведение семейного бюджета в демографических группах
согласно этапам жизненного цикла семьи (2016 г.)**

Ведение семейного бюджета	Демографические группы									
	ДХ1	ДХ2	ДХ3	ДХ4	ДХ5	ДХ6	ДХ7	ДХ8	ДХ9	ДХ10
Учет всех расходов и доходов	12,5	8,9	12,5	8,1	12,6	8,8	4,3	10,7	9,7	19,6
Частичный учет расходов и доходов	12,5	12,5	12,0	12,6	15,7	11,8	13,0	14,6	6,5	7,1
Учет расходов и доходов не ведется, и приблизительно известно, сколько получили и потратили	53,6	46,4	58,5	55,9	51,8	53,9	34,8	56,7	56,5	44,6
Учет расходов и доходов не ведется, и неизвестно, сколько получили и потратили	21,4	32,1	17,0	23,4	19,9	25,5	47,8	17,9	27,4	28,6

Все демографические группы реализуют потребительскую модель поведения, направляя получаемый доход на удовлетворение текущих нужд (табл. 6). Увеличение «возраста» демографической группы соотносится с расширением ее включенности в потребительскую модель поведения, вплоть до «старших» демографических групп, соответствующих этапу угасания (исчезновения) семьи. В этих группах наблюдается частичный переход от расходования средств исключительно на потребление к распределению средств и на текущие нужды, и на сбережения.

В демографических группах, состоящих из молодых и средневозрастных супружеских пар (ДХ1, ДХ3, ДХ6, ДХ8), выше приверженность «приоритетному» сбережению, тогда как демографические группы, состоящие из одиноких людей (ДХ2, ДХ4, ДХ7, ДХ9), склонны придерживаться практики «остаточного сбережения». Данный факт, вероятно, связан с действием эффекта масштаба от общего бюджета супругов и необходимостью обустройства жизни для будущего поколения.

Таблица 6

**Способ распоряжения доходами в демографических группах
согласно этапам жизненного цикла семьи (2016 г.)**

Способ распоряжения доходами	Демографические группы									
	ДХ1	ДХ2	ДХ3	ДХ4	ДХ5	ДХ6	ДХ7	ДХ8	ДХ9	ДХ10
Сперва откладываем, а оставшееся тратим	28,1	16,2	18,2	9,9	13,1	11,9	8,7	11,2	1,6	20,8
Сначала тратим на текущие нужды, а остаток откладываем	36,8	45,9	39,9	35,1	40,7	32,7	39,1	39,3	37,1	26,4
Все тратим на текущие нужды, ничего не сберегаем	35,1	37,8	41,9	55,0	46,2	55,4	52,2	49,4	61,3	52,8

Наличие детей во всех рассматриваемых группах соотносится с преобладанием текущего потребления без возможности откладывания средств (более 50% среди групп ДХ6–ДХ10). Среди демографических групп, не имеющих в своем составе детей (ДХ1–ДХ5), также доминирует потребительская модель поведения, за исключением «молодых» групп (ДХ1 и ДХ2), находящихся на этапе зарождения и развития семьи, – в этом случае фиксируется незначительное преобладание сберегательных установок.

Что касается последнего из рассматриваемых индикаторов финансовой грамотности – сравнения финансовых продуктов и услуг перед приобретением, то

наблюдаемые различия весьма условны, поскольку ответы респондентов практически поровну распределились между полярными вариантами (либо «затрудняюсь ответить», либо «сравнивают» безотносительно к частоте проявления, т. е. всегда, иногда либо редко; табл. 7). Возможное объяснение состоит в том, что практики предварительного сравнения во многом зависят непосредственно от содержания финансового поведения демографических групп, от степени активности использования финансовых продуктов, которые выступают явлениями более высокого порядка, попадающими под влияние большего числа факторов, в том числе факторов занятости и уровня доходов.

Таблица 7

**Реализация практик сравнения финансовых продуктов и услуг перед их приобретением
в демографических группах согласно этапам жизненного цикла семьи (2016 г.)**

Способ распоряжения доходами	Демографические группы									
	ДХ1	ДХ2	ДХ3	ДХ4	ДХ5	ДХ6	ДХ7	ДХ8	ДХ9	ДХ10
Сравнивают	54,4	42,5	50,7	38,4	30,2	41,2	34,7	44,4	56,5	28,5
Никогда не сравнивают	10,5	11,5	13,3	14,3	17,7	18,6	8,7	14,8	9,7	28,6
Затруднились ответить	35,1	46,0	36,0	47,3	52,1	40,2	56,5	40,8	33,9	42,9

Согласно табл. 7 четко просматриваются следующие закономерности:

- на этапе угасания (исчезновения) семьи (т. е. в группах, состоящих из лиц старшего возраста – ДХ5 и ДХ10) сравнение осуществляется реже, что обусловлено сужением необходимого для пожилых людей ассортимента услуг, действием объективных требований финансовых организаций (например, возрастные ограничения по предоставлению кредитов), формированием лояльности к определенной организации или комплексу услуг/продуктов;

- семейное положение соотносится с реализацией практик сравнения, т. е. на каждом этапе жизненного цикла среди групп, в составе которых есть оба супруга, распространенность действий по сравнению финансовых продуктов выше, чем в группах, сформированных из одиноких людей (вероятно, потому, что есть возможность распределения обязанностей между супругами);

- практики сравнения продуктов «проседают» в группах одиноких людей с детьми (возможно, влияет не только «материальная ограниченность» единственного родителя, но и повышенные нагрузки при выполнении домашних обязанностей).

Таким образом, оценка выделенных ранее «проблемных зон» финансовой грамотности по демографическим группам, условно соответствующих этапам жизненного цикла семьи, с одной стороны, показывает, насколько многовариантно поведение людей в отношении их личных финансов и, соответственно, насколько изменчив уровень финансовой грамотности, а с другой – доказывает наличие взаимосвязи между набором конкретных демографических характеристик (возраста, семейного положения, наличия детей) и уровнем финансовой грамотности населения.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить «проблемные зоны» финансовой грамотности населения, а именно: нестабильность в формировании накоплений и приоритет потребления при использовании доходов; широкая распространенность

«ментальной» формы учета доходов и расходов; умеренность в предварительном сравнении финансовых продуктов и условий их предоставления перед приобретением.

По итогам анализа финансовой грамотности в группах, сформированных по набору демографических характеристик (возраст, семейный статус, наличие детей) и соответствующих этапам жизненного цикла семьи, установлены определенные закономерности. Самооценка уровня финансовой грамотности растет при переходе от этапа зарождения и развития семьи на этап зрелости семьи (особенно среди групп, которые включают состоящих в браке или одиноких родителей – ДХ8 и ДХ9), и далее – на этапе «угасания» семьи – заметно снижается. Во многом это связано с различными потребностями населения в зависимости от конкретного этапа жизни (например, молодая семья с детьми или семья одинокого пенсионера) и, соответственно, с изменением активности населения в плане использования финансовых продуктов. Практики ведения семейного бюджета наиболее распространены на завершающих этапах жизненного цикла – в семьях людей старшего и среднего возраста. В то же время по таким аспектам финансовой грамотности, как предварительное сравнение финансовых продуктов и способ распоряжения доходами, значимых различий между выделенными группами не наблюдается. Интересным представляется обнаруженное влияние семейного статуса на финансовую грамотность: для групп, включающих супругов, характерна большая дисциплинированность в ведении семейного бюджета (т. е. выше доля тех, кто ведет «письменный» и «ментальный» учет доходов и расходов) и большая обдуманность в плане сравнения финансовых продуктов.

В условиях изменения общепринятых ценностей относительно брачного союза, расширения форм совместной жизни [25, с. 49] и трансформации возрастной структуры населения вследствие увеличения продолжительности жизни и незначительного прироста рождаемости закономерно происходят перемены и в жизнен-

ном цикле человека, возрастает число одновременно живущих поколений [26, с. 83], а следовательно, изменяются многие паттерны поведения (откладывание рождения детей, более длительный период обучения, более позднее вступление в брак и проч.). Одновременно перемены происходят и в материальном положении и финансовых возможностях населения, которые, среди прочего, зависят от уровня его финансовой грамотности. К примеру, общероссийский опрос НАФИ по предмету планируемого родительства показал, что для россиян, уже имеющих детей, основными препятствиями для новых рождений являются прямые и косвенные денежные проблемы, а конкретно – нехватка денег (48%), плохие жилищные условия (23%) и проблемы со здоровьем (22%)¹. Учитывая рассмотренные «проблемные зоны» в финансовых знаниях и навыках, приходим к выводу, что население объективно нуждается в обучении по целому ряду теоретических и практических финансовых вопросов.

Нами предлагаются некоторые рекомендации по решению существующих проблем финансовой грамотности с учетом выявленных демографических закономерностей:

1) в целях закрепления установки на сбережение для демографических групп на этапе зарождения и развития (молодые домохозяйства без детей) и на этапе зрелости (домохозяйства лиц среднего возраста без детей), которые в большей степени придерживаются тактики «остаточного сбережения», рекомендуется организовать просветительскую работу по переходу на практику «заплати сначала себе» (т. е. на практику приоритетного сбережения). В случае молодых домохозяйств это поможет оптимизировать финансовые потоки и обеспечить детализацию предстоящих финансовых целей. В случае «зрелых» домохозяйств это необходимо для финансовой

подготовки к выходу на пенсию. Для остальных групп, осуществляющих потребительскую модель поведения, в целях формирования установки на сбережение повышенное внимание в просветительской работе следует уделять вопросам оптимизации семейных трат и вариантам переориентирования на практики сбережения;

2) в целях сокращения практик фрагментарного контроля семейного бюджета, в рамках просветительской работы помимо практической демонстрации выгод от ведения учета доходов и расходов, возможно организовать обучение работе в специальных программах-помощниках (для компьютеров или смартфонов). Облегчение процесса учета и повышение его удобства за счет использования приложений, возможно, станет стимулом для домохозяйств, находящихся в начале своего жизненного цикла;

3) в целях закрепления практик сравнения финансовых продуктов рекомендуется общая просветительская работа, направленная как на понимание нужности данной практики, так и на расширение финансовых знаний как основы принятия окончательного решения о выборе. Развитие данного навыка особенно важно в текущих условиях, поскольку регулярно появляются не только новые виды или форматы финансовых продуктов и услуг, но и расширяется перечень каналов их предоставления, что также следует учитывать при выборе. Несмотря на самую низкую долю «сравнивающих» (менее 30%) в группах людей старшего возраста (ДХ5 и ДХ10), представляется, что для них навязывание данной практики будет излишним в силу возрастных особенностей и невысоких материальных возможностей. Для групп, включающих молодых одиноких людей с детьми (ДХ7) и одиноких бездетных людей среднего возраста (ДХ4), в которых наблюдается низкая доля тех, кто сравнивает продукты (35 и 38% соответственно), при высокой доле тех, кто затруднился с ответом (56 и 47%), в силу жизненных обстоятельств свойственно пассивное финансовое поведение и использование небольшого числа финансо-

¹ См.: *Рождение* и воспитание ребенка требует дополнительные 63 000 рублей к ежемесячному доходу российской семьи // НАФИ, 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://nafi.ru/analytics/rozhdenie-i-vozpitanie-rebenka-trebuets-dopolnitelnye-63-000-rublei-k-ezhemesyachnomu-dokhodu-rossiys> (дата обращения: 27.03.2019).

вых продуктов. Поэтому и для этих групп данный навык не является первостепенным. Особое внимание нужно уделить следующим группам: во-первых, молодым одиноким бездетным людям (ДХ2), которые находятся в начале своего жизненного пути, в начале формирования собственных будущих ресурсов, для чего им необходимо осуществить грамотный выбор из многих предлагаемых финансовыми организациями вариантов, и, во-вторых, супругам молодого и среднего возраста с детьми, проживающим период максимальной активности, когда в целях удовлетворения потребностей задействовано большое число финансовых инструментов, правильный выбор которых значим для семейного благополучия. Соответственно, возможными формами проведения просветительской работы могут стать специальные курсы по месту работы (или учебы), информационные материалы в сети Интернет или на телевидении.

Следует отметить, что частный и общественный эффект от мероприятий по повышению финансовой грамотности будет дифференцирован в зависимости от этапа жизненного цикла семьи. Для групп, находящихся на этапах зарождения и «угасания» семьи, такие мероприятия должны способствовать рационализации финансового поведения с целью поддержания их уровня жизни, что для экономики будет означать снижение рисков иждивенчества. Для групп на этапе зрелости, имеющих наибольшие ресурсы и разнообразные потребности, освоение грамотных финансовых практик значимо с точки зрения повышения качества жизни, а для экономики

это проявится в более активном использовании сберегательно-инвестиционных и кредитных продуктов.

Таким образом, проведенное исследование наглядно показало, что финансовые знания, навыки и установки взаимосвязаны как с социально-экономическими, так и с демографическими характеристиками населения (возрастом, семейным положением, наличием детей), в совокупности определяющими этапы жизненного цикла семьи. Следовательно, изучение финансовой грамотности в ракурсе этапов жизненного цикла является действенным методическим приемом и позволяет выявлять актуальные закономерности, которые могут быть учтены органами государственной власти, финансовыми, образовательными и некоммерческими организациями в деятельности по повышению финансовой грамотности населения. Учитывая общественную значимость и внимание органов государственной власти к задаче повышения финансовой грамотности населения, на дальнейших этапах исследования планируется расширить перечень измеряемых индикаторов, что даст возможность рассчитать индексы (частные и сводный) финансовой грамотности, оценить с использованием эконометрических методов влияние на уровень финансовой грамотности объективных социально-экономических показателей и характеристик (демографических, культурно-нравственных, социальных) населения и предложить научно обоснованные рекомендации в соответствии с конкретными жизненными обстоятельствами населения.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-010-00919 «Повышение финансовой грамотности как фактор снижения социально-экономических рисков для населения».

Список литературы

1. Klapper L., Lusardi A., Panos G. Financial literacy and its consequences: evidence from Russia during the financial crisis // Journal of Banking and Finance. 2013. Vol. 37, № 10. P. 3904–3923. doi: 10.1016/j.jbankfin.2013.07.014.

2. Van Rooij M.C., Lusardi A., Alessie R.J. Financial literacy and retirement planning in the Netherlands // *Journal of Economic Psychology*. 2011. Vol. 32, № 4. P. 593–608. doi:10.1016/j.joep.2011.02.004.
3. Lusardi A., Mitchell O.S. The economic importance of financial literacy: Theory and evidence // *Journal of Economic Literature*. 2014. Vol. 52, № 1. P. 5–44. doi: 10.1257/jel.52.1.5.
4. Кузина О.Е. Финансовая грамотность россиян (динамика и перспективы) // *Деньги и кредит*. 2012. № 1. С. 68–72.
5. Кузина О.Е. Финансовая компетентность россиян: результаты международного сравнительного исследования // *Деньги и кредит*. 2015. № 5. С. 64–68.
6. Козырева П.М. Финансовое поведение в контексте социально-экономической адаптации населения (социологический анализ) // *Социологические исследования*. 2012. № 7. С. 54–66.
7. Кузина О.Е., Ибрагимова Д.Х. Проблемы измерения и пути повышения финансовой грамотности населения России // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2008. № 4 (88). С. 14–25.
8. Белехова Г.В., Калачикова О.Н. Финансовая грамотность молодежи (на материалах Вологодской области) // *Проблемы развития территории*. 2016. № 5 (85). С. 90–106.
9. Atkinson A., Messy F. Measuring financial literacy: results of the OECD / International Network on Financial Education (INFE) pilot study. OECD Working Papers on Finance, Insurance and Private Pensions № 15. Paris: OECD Publishing, 2012. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/5k9csfs90fr4-en> (дата обращения: 17.10.2018).
10. Кузина О.Е. Финансовая грамотность и финансовая компетентность: определение, методики измерения и результаты анализа в России // *Вопросы экономики*. 2015. № 8. С. 129–148.
11. Kiliyanni A.L., Sivaraman S. The perception-reality gap in financial literacy: evidence from the most literate state in India // *International Review of Economics Education*. 2016. Vol. 23. P. 47–64.
12. Белехова Г.В., Гордиевская А.Н. Финансовое поведение населения: демографические особенности // *Проблемы развития территории*. 2018. № 1. С. 133–150. doi: 10.15838/ptd/2018.2.93.10.
13. Бурдяк А.Я. Денежные сбережения домашних хозяйств на разных этапах жизненного цикла // *Финансовый журнал*. 2014. № 1. С. 129–140.
14. Волков А.Г., Сороко Е.Л. Типология семьи и домохозяйств России: развитие и анализ (по данным микропереписи 1994 года) // *Вопросы статистики*. 1999. № 5. С. 40–52.
15. Modigliani F., Ando A.K. Tests of the life-cycle hypothesis of savings: Comments and suggestions // *Bulletin of the Oxford University Institute of Economics and Statistics*. 1957. Vol. 19, Iss. 2. P. 99–124.
16. Ando A., Modigliani F. The life-cycle hypothesis of saving: aggregate implications and tests // *American Economic Review*. 1963. Vol. 53, № 1. P. 55–84.
17. Ибрагимова Д.Х. Кто управляет деньгами в российских семьях? // *Экономическая социология*. 2012. Т. 13, № 3. С. 22–56.
18. Поведенческие стратегии домохозяйств в региональном социально-экономическом пространстве: монография / отв. ред. О.А. Козлова. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2015. 235 с.
19. Bosworth B., Burtless G., Sabelhaus J. The decline in saving: evidence from household surveys // *Brookings Papers on Economic Activity*. 1991. Vol. 22, № 1. P. 183–241.
20. Avery R., Kennickell A. Household saving in the US // *Review of Income and Wealth*. 1991. Vol. 37, № 4. P. 409–432. URL: <http://www.roi.w.org/1991/409.pdf> (дата обращения: 28.09.2018).
21. Lupton J.P., Smith J.P. Marriage, assets, and savings. In book: Mincer J., Grossbard S. *Marriage and the economy: theory and evidence from advanced industrial societies*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 129–152. doi:10.1017/CBO9780511615863.008.
22. Jappelli T., Padula M. Investment in financial literacy and saving decisions // *Journal of Banking & Finance*. 2013. Vol. 37, Iss. 8. P. 2779–2792. doi: 10.1016/j.jbankfin.2013.03.019.
23. Furnham A., Wilson E., Telford K. The meaning of money: the validation of a short money-types measure // *Personality and Individual Differences*. 2012. Vol. 52, Iss. 6. P. 707–711. doi: 10.1016/j.paid.2011.12.020.
24. Brown M., Graf R. Financial literacy and retirement planning in Switzerland // *Numeracy*. 2013. Vol. 6, № 2. URL: <https://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.ru/&httpsredir=1&article=1133&context=numeracy> (дата обращения: 17.10.2018).

25. Доброхлеб В.Г., Баллаева Е.А. Региональная динамика рождаемости и соотношение демографической, семейной и гендерной политики // *Народонаселение*. 2017. № 4. С. 44–55. doi: 10.26653/1561-7785-2017-4-3.

26. Миронова А.А. Влияние демографических изменений на систему частных межпоколенных трансфертов // *Демографическое обозрение*. 2016. Т. 3, № 3. С. 80–99.

Статья поступила в редакцию 19.12.2018, принята к печати 27.03.2019

Сведения об авторах

Белехова Галина Вадимовна – научный сотрудник отдела исследования уровня и образа жизни населения, Вологодский научный центр Российской академии наук (Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, 56а; e-mail: belek-galina@yandex.ru).

Калачикова Ольга Николаевна – кандидат экономических наук, заместитель директора, заведующий отделом исследования уровня и образа жизни населения, Вологодский научный центр Российской академии наук (Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, 56а; e-mail: onk82@yandex.ru).

Acknowledgements

The study was supported with the Russian Foundation for Basic Research grant No. 18-010-00919 “Increase of financial literacy as a factor of the decrease of social and economic risks for the population”.

References

1. Klapper L., Lusardi A., Panos G. Financial literacy and its consequences: Evidence from Russia during the financial crisis. *Journal of Banking and Finance*, 2013, vol. 37, no. 10, pp. 3904–3923. doi: 10.1016/j.jbankfin.2013.07.014.
2. Van Rooij M.C., Lusardi A., Alessie R.J. Financial literacy and retirement planning in the Netherlands. *Journal of Economic Psychology*, 2011, vol. 32, no. 4, pp. 593–608. doi: 10.1016/j.joep.2011.02.004.
3. Lusardi A., Mitchell O.S. The economic importance of financial literacy: Theory and evidence. *Journal of Economic Literature*, 2014, vol. 52, no. 1, pp. 5–44. doi: 10.1257/jel.52.1.5.
4. Kuzina O.E. Finansovaya gramotnost' rossiyan (dinamika i perspektivy) [Financial literacy of Russian citizens (dynamics and prospects)]. *Den'gi i kredit* [Russian Journal of Money and Finance], 2012, no. 1, pp. 68–72. (In Russian).
5. Kuzina O.E. Finansovaya kompetentnost' rossiyan: rezul'taty mezhdunarodnogo sravnitel'nogo issledovaniya [The financial competence of Russians: Results of an international comparative investigation]. *Den'gi i kredit* [Russian Journal of Money and Finance], 2015, no. 5, pp. 64–68. (In Russian).
6. Kozyreva P.M. Finansovoe povedenie v kontekste social'no-ekonomicheskoy adaptatsii naseleniya (sociologicheskij analiz) [Financial behavior in the context of the socio-economic adaptation of the population (sociological analysis)]. *Sociologicheskie issledovaniya* [Sociological Research], 2012, no. 7, pp. 54–66. (In Russian).
7. Kuzina O., Ibragimova D. Problemy izmereniya i puti povysheniya finansovoi gramotnosti naseleniya Rossii [Problems of assessment and ways to improve the financial literacy of the population]. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i social'nye peremeny* [Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes], 2008, no. 4 (88), pp. 14–25. (In Russian).
8. Belekova G.V., Kalachikova O.N. Finansovaya gramotnost' molodezhi (na materialah Vologodskoi oblasti) [Financial literacy of young people (Case study of Vologda region)]. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of Territory's Development], 2016, no. 5 (85), pp. 90–106. (In Russian).
9. Atkinson A., Messy F. *Measuring financial literacy: results of the OECD / International Network on Financial Education (INFE) pilot study*. OECD Working Papers on Finance, Insurance and Private Pensions No. 15. Paris: OECD Publishing, 2012. Available at: <http://dx.doi.org/10.1787/5k9csfs90fr4-en> (accessed 17.10.2018).

10. Kuzina O.E. Finansovaya gramotnost' i finansovaya kompetentnost': opredelenie, metodiki izmereniya i rezul'taty analiza v Rossii [Financial literacy and financial capability: Definitions, measurement methods, and analysis in the case study of Russia]. *Voprosy Ekonomiki* [Issues of Economics], 2015, no. 8, pp. 129–148. (In Russian).
11. Kiliyanni A.L., Sivaraman S. The perception-reality gap in financial literacy: Evidence from the most literate state in India. *International Review of Economics Education*, 2016, vol. 23, pp. 47–64.
12. Belekhova G.V., Gordievskaya A.N. Finansovoe povedenie naseleniya: demograficheskie osobennosti [Population's financial behavior: Demographic features]. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of Territory's Development], 2018, no. 1, pp. 133–150. doi: 10.15838/ptd/2018.2.93.10 (In Russian).
13. Burdyak A.Ya. Denezhnye sberezheniya domashnikh khozyaistv na raznykh etapakh zhiznennogo tsikla [Households' monetary savings over the life cycle]. *Finansovyi zhurnal* [Financial Journal], 2014, no. 1, pp. 129–140. (In Russian).
14. Volkov A.G., Soroko E.L. Tipologiya sem'i i domokhozyaistv Rossii: razvitie i analiz (po dannym mikroperepisi 1994 goda) [Typology of family and households in Russia: Development and analysis (according to the microcensus data of 1994)]. *Voprosy statistiki* [Bulletin of Statistics], 1999, no. 5, pp. 40–52. (In Russian).
15. Modigliani F., Ando A.K. Tests of the life-cycle hypothesis of savings: Comments and suggestions. *Bulletin of the Oxford University Institute of Economics and Statistics*, 1957, vol. 19, iss. 2, pp. 99–124.
16. Ando A., Modigliani F. The “life-cycle” hypothesis of saving: Aggregate implications and tests. *American Economic Review*, 1963, vol. 53, no. 1, pp. 55–84.
17. Ibragimova D. Kh. Kto upravlyaet den'gami v rossiiskikh sem'yakh? [Who manages money in Russian households?]. *Ekonomicheskaya sotsiologiya* [Journal of Economic Sociology], 2012, no. 3, pp. 22–56. (In Russian).
18. *Povedencheskie strategii domohozyajstv v regional'nom social'no-ekonomicheskom prostranstve* [Behavioral strategies of households in regional social and economic space]. Otv. red. O.A. Kozlova [ed. by O.A. Kozlova]. Ekaterinburg, Institut ekonomiki UrO RAN Publ., 2015, 235 p. (In Russian).
19. Bosworth B., Burtless G., Sabelhaus J. The decline in saving: Evidence from household surveys. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1991, vol. 22, no. 1, pp. 183–241.
20. Avery R., Kennickell A. Household saving in the US. *Review of Income and Wealth*, 1991, vol. 37, no. 4, pp. 409–432. Available at: <http://www.roi.w.org/1991/409.pdf> (accessed 28.09.2018).
21. Lupton J.P., Smith J.P. *Marriage, assets, and savings*. In book: Mincer J., Grossbard S. *Marriage and the economy: theory and evidence from advanced industrial societies*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 129–152. doi:10.1017/CBO9780511615863.008.
22. Jappelli T., Padula M. Investment in financial literacy and saving decisions. *Journal of Banking and Finance*, 2013, vol. 37, iss. 8, pp. 2779–2792. doi: 10.1016/j.jbankfin.2013.03.019
23. Furnham A., Wilson E., Telford K. The meaning of money: the validation of a short money-types measure. *Personality and Individual Differences*, 2012, vol. 52, iss. 6, pp. 707–711. doi: 10.1016/j.paid.2011.12.020.
24. Brown M., Graf R. Financial literacy and retirement planning in Switzerland. *Numeracy*, 2013, vol. 6, iss. 2. Available at: <https://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.ru/&httpsredir=1&article=1133&context=numeracy> (accessed 17.10.2018).
25. Dobrokhleb V.G., Ballaeva E.A. Regional'naya dinamika rozhdaimosti i sootnoshenie demograficheskoi, semeinoi i gendernoi politiki [Correlation of the demographic, family and gender policies]. *Narodonaselenie* [Population], 2017, no. 4, pp. 44–55. doi: 10.26653/1561-7785-2017-4-3 (In Russian).
26. Mironova A.A. Vliyanie demograficheskikh izmenenii na sistemu chastnykh mezhpokolennykh transfertov [Influence of demographic transformation in the system of private intergenerational transfers]. *Demograficheskoe obozrenie* [Demographic Review]. 2016, no. 3, pp. 80–99. (In Russian).

Information about the Authors

Belekhova Galina Vadimovna – Researcher at the Way and Standard of Living Researching Department, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (56A, Gor'kogo st., Vologda, 160014, Russia; e-mail: belek-galina@yandex.ru).

Kalachikova Olga Nikolaevna – Candidate of Economic Sciences, Deputy Director for Research, Head of the Way and Standard of Living Researching Department, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (56A, Gor'kogo st., Vologda, 160014, Russia; e-mail: onk82@yandex.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Белехова Г.В., Калачикова О.Н. Финансовая грамотность населения: демографические особенности и возможности повышения (на примере Вологодской области) // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 313–331. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-313-331

Please cite this article in English as:

Belekhova G.V., Kalachikova O.N. Financial literacy of the population: Demographic features and opportunities for improve (In the case study of Vologda region). *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika* = *Perm University Herald. Economy*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 313–331. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-313-331

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-332-348

УДК 332.146:[330.322:332.87](470.53)

ББК 65.04-56

Code R50

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА КОНЦЕССИОННЫХ
СОГЛАШЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ
ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ КОММУНАЛЬНОГО СЕКТОРА РЕГИОНА
(НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ)**

Ольга Владимировна ТютыкORCID ID: [0000-0001-6763-7207](https://orcid.org/0000-0001-6763-7207), Researcher ID: [M-7301-2018](https://orcid.org/M-7301-2018), e-mail: tyutyk@mail.ru**Екатерина Андреевна Малышева**ORCID ID: [0000-0002-8154-2228](https://orcid.org/0000-0002-8154-2228), e-mail: anek_ekaterina@mail.ruПермский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

На сегодняшний момент доля жилищно-коммунального сектора экономики в ВВП России составляет почти 10%. При этом состояние отрасли характеризуется высокой степенью износа основного капитала. Кроме того, большая часть предприятий и организаций, функционирующих в отрасли, являются муниципальными, что существенно ограничивает возможности привлечения инвестиций в модернизацию коммунального хозяйства. Для решения этой проблемы был разработан механизм передачи муниципального имущества частным инвесторам посредством концессионных соглашений, регламентируемый федеральным законом № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» от 21 июля 2005 г. (ред. от 27 декабря 2018 г.). Вместе с тем существует целый комплекс проблем, сдерживающих развитие коммунального сектора экономики РФ, решение которых позволит повысить инвестиционную привлекательность региона. Цель исследования – обоснование направлений совершенствования механизма концессионных соглашений на основе анализа факторов повышения инвестиционной привлекательности инфраструктурных отраслей на примере коммунального сектора, а также разработка способов оптимизации механизма согласования концессий в экономике региона. Гипотеза исследования заключается в том, что понимание природы общественного сектора экономики, анализ особенностей его функционирования с позиции экономической и политической рациональности требуют внесения изменений и дополнений в механизм концессии. Это предполагает уточнение возможных эффектов не только для муниципального образования, формирующего запрос на инвестиции, и инвестора, но и для потребителя, оплачивающего коммунальные услуги. В результате исследования уточнено определение коммунального сектора в инвестиционном контексте; выявлены противоречивые элементы механизма концессии, связанные с отсутствием порядка согласования соглашения с главой региона как гарантом исполнения тарифных обязательств концессионных соглашений и отсутствием регламентированной процедуры согласования концессии на региональном уровне; обосновано, что удовлетворение базовых потребностей каждого участника экономических отношений в коммунальном секторе является основой достижения синергетического эффекта от реализации механизма концессионных соглашений, заключающегося в формировании предпосылок к росту инвестиционной привлекательности конкретного региона. Предложены направления совершенствования механизма концессии в коммунальном секторе Пермского края, на основании которых даны рекомендации по разработке регламента взаимодействия органов исполнительной власти региона, включающие алгоритм взаимодействия участников процесса согласования концессионного соглашения на региональном уровне и перечень документов, обеспечивающих процедуру согласования. В дальнейшем будет разрабатываться методический инструмент оценки интегрального эффекта от внедрения и развития концессионных соглашений в инфраструктурные региональные проекты и будут обозначены точки роста инвестиционной привлекательности регионов России. Данный инструмент будет основан на анализе частных эффектов концессий для муниципального образования, инвестора и потребителя, учет интересов которых позволит не только выработать направления дальнейших стратегических корректировок механизма концессионных соглашений, но и сформировать комплекс мер по повышению эффективности реализации инвестиционных программ развития инфраструктурных отраслей экономики региона.

Ключевые слова: экономика региона, инвестиционная привлекательность, коммунальные услуги, коммунальный сектор, эффективность управления, концессионное соглашение, эффекты концессии, государственно-частное партнерство, общественный сектор, корпоративные структуры, тарифное регулирование, гармонизация интересов.



IMPROVEMENT OF CONCESSION AGREEMENT MECHANISM TO INCREASE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE UTILITIES SECTOR OF A REGION (IN THE CASE STUDY OF PERM KRAI)

Olga V. Tiutyk

ORCID ID: [0000-0001-6763-7207](https://orcid.org/0000-0001-6763-7207), Researcher ID: [M-7301-2018](https://orcid.org/M-7301-2018), e-mail: tyutyk@mail.ru

Ekaterina A. Malysheva

ORCID ID: [0000-0002-8154-2228](https://orcid.org/0000-0002-8154-2228), e-mail: anek_ekaterina@mail.ru

Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia)

Currently the share of the utilities sector of economy in the GDP of Russia is approximately 10%. Meanwhile, the fixed capital of the sector is highly deteriorated. Besides the greater part of enterprises and organizations operating in the sector are municipal that significantly restricts the opportunities for investment attraction in order to improve public utilities. To solve the problem a mechanism for the transition of municipal property to private investors through concession agreements has been developed. The procedure is regulated by the Federal law No. 115-FZ "On concession agreements" dated on July 21, 2005 (ed. on December 27, 2018). However, there are many problems that restrain the development of the utilities sector of the Russian Federation and their solution will increase investment attractiveness of a region. The object of the article is to substantiate the trends of concession agreement mechanisms using the analysis of factors that increase the investment attractiveness of infrastructural branches in the case study of utilities sector. Another object of the article is to develop ways that will optimize the mechanism of concessions in the economy of a region. The hypothesis of the study concerns the fact that the understanding of the nature of the public sector of the economy and the analysis of its functioning from the view point of economic and political efficiency require changes and additions to the concession mechanism. It means that possible effects for a municipal entity, that asks for investments, for an investor, and a consumer who pays for utilities should be specified. As a result we have specified the utilities sector concept in investment context; we have revealed controversial elements of concession mechanism that are associated with the lack of agreement procedure with the head of a region as a guarantor of the fulfillment of tariff commitments of concession agreements and the lack of a regulated procedure for agreeing on a concession at a regional level; we have proved that the satisfaction of the basic needs of each participant of economic relations in the municipal sector contributes to the achieving a synergetic effect from the implementation of the mechanism of concession agreements, which means the formation of prerequisites for the growth of investment attractiveness of a particular region. We have suggested the trends for concession mechanism improvement in the utilities sector of Perm krai. Our recommendations for the development of the interaction procedure of executive authorities are based on the trends. The recommendations include the algorithm of interaction between the participants of concession agreement reconciliation at regional level and they also include a list of documents providing the reconciliation procedure. The research results are important for regional public authorities responsible for the development of the utilities sector. Our further studies will be devoted to the development of methodological tools for the assessment of integral effect caused by the implementation and development of concession agreements into the infrastructural regional projects. We will also determine investment attractiveness growth points of Russian regions. The tools will be based on the analysis of individual effects of concession for municipalities, investors and consumers. The consideration of their interests will help to develop trends for further strategic adjustment of the concession agreement mechanism and will develop a set of measures that will increase the efficiency of investment programs aimed at the development of the infrastructural branches of regional economy.

Keywords: *regional economy, investment attractiveness, utilities, utilities sector, management efficiency, concession agreement, concession implementation mechanism, concession effects, public-private sector, corporate structures, tariff regulation, harmonization of interests.*

Введение

Исторической особенностью развития коммунального сектора современной России является то, что в основе его становления в период СССР длительное время лежал принцип «не доход, но польза» [1]. Рефор-

мирование отрасли с начала 1990-х гг., а именно формирование рыночных экономических отношений и разработка инструментов социальных гарантий населению в сфере оплаты коммунальных услуг, до настоящего времени системно не завершено.

Основной проблемой отрасли остается высокий уровень физического и морального износа коммунальной инфраструктуры, который продолжает нарастать. По данным технической инвентаризации, в России физический износ основных фондов котельных составил 55%, тепловых сетей – 63%, требуют срочной замены около 16% теплопроводов и 30% сетей водоснабжения и канализации. В целом ряде муниципальных образований износ коммунальной инфраструктуры достиг критического уровня (до 70%). Причиной такого высокого уровня износа отраслевых основных фондов является хроническое недофинансирование отрасли. Изначально, в момент начала реформы, недофинансирование было обусловлено низкой долей оплаты жилищно-коммунальных услуг населением и нехваткой бюджетных средств, в настоящий момент это следствие ограничения роста тарифов и низкой привлекательности отрасли для частных инвесторов [2].

Целью реформирования коммунального сектора на современном этапе является формирование экономически и социально эффективной отрасли, в которой стоимость и качество коммунальной услуги определяются в соответствии с рыночными принципами, услуга предоставляется на конкурентных условиях, а цена на услугу подлежит тарифному регулированию¹.

Коммунальный сектор выступает уникальной отраслью экономики, интегрируя в себе комплекс общественных, частных и смешанных благ, что обуславливает необходимость поиска компромисса между экономической и политической рациональностью управленческих решений по предоставлению коммунальных услуг, определению пределов государственного вмешательства в деятельность операторов коммунального сектора.

В мировой практике дилемма «неэффективность – обязательность» решается путем привлечения частных инвестиций

в разнообразных формах, а именно через создание корпоративных структур (акционерных обществ с государственным/муниципальным участием) и развитие государственно-частного партнерства (далее – ГЧП) [3–5].

Россия транслировала мировой опыт включения частных инвесторов в деятельность коммунального сектора через институт концессии путем принятия федерального закона № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» от 21 июля 2005 г. За это время закон претерпел существенные изменения, связанные с особенностями применения механизма концессии, и насчитывает 28 редакций с момента его вступления в силу. Так, согласно действующему законодательству, с целью снижения рисков государство, с одной стороны, поощряет инвестиции в данную сферу, с другой – оставляет за собой право собственности на объекты коммунального хозяйства.

В настоящее время также имеется запрет на передачу муниципального имущества коммунального сектора в частную собственность путем его продажи. Следовательно, можно сделать вывод о кризисе инвестиционной привлекательности данного сектора экономики и в организационном, и в инвестиционном смысле.

Отметим, что в современных условиях концессионные соглашения выступают основным инструментом привлечения инвестиций в коммунальный сектор. При этом концессионные соглашения в коммунальном секторе (теплоснабжении, водоснабжении, водоотведении) выделяются отдельно в системе регулирования и управления ГЧП, поскольку тарифы и инвестиционные программы предприятий коммунального сектора должны быть обязательно согласованы с органами государственной власти.

В новейшей экономической истории современная актуализация решений в сфере ГЧП и концессионных соглашений рассматривается как вторая волна реформирования системы предоставления общественных услуг после первой волны, основанной на приватизации (1990-е гг.). Это

¹ Черняк В.З. Электронный учебник. ЖКХ: развитие, управление, экономика. М.: КноРус, 2012.

связано, во-первых, с тем, что в России существует практика трансплантации мирового опыта в области ГЧП в целом и концессий в частности. Во-вторых, реализуется политика разгосударствления и корпоратизации экономики. Наглядно эти тенденции прослеживаются в решении об упразднении государственных и муниципальных унитарных предприятий. Следовательно, с переходом на более высокий уровень институционального развития отечественного коммунального сектора требуется формирование эффективного механизма концессии.

В связи с вышесказанным целью статьи является обоснование направлений совершенствования механизма концессионных соглашений на основе анализа факторов повышения инвестиционной привлекательности инфраструктурных отраслей на примере коммунального сектора, а также разработка способов оптимизации механизма согласования концессий в экономике региона.

Ключевые проблемы реализации механизма концессионных соглашений в коммунальном секторе экономики России

Запрос общества на эффективное управление сферой коммунального хозяйства связан с предоставлением коммунальной услуги хорошего качества по экономически обоснованной цене, которая устанавливается естественными монополиями. В ответ на этот запрос Федеральная антимонопольная служба России разрабатывает методику эталонных затрат, использует инструментальный бенчмаркинг в практике ценообразования естественных монополий.

Как было сказано выше, привлекая инвестиции в коммунальный сектор, мы говорим почти о 10% доли сектора ЖКХ в ВВП страны, размер инвестиций составляет 7,2% от их общего объема. В отраслевой структуре Пермского края 2017 г. этот показатель составляет 3,7% ВРП.

По оценке Министерства экономического развития России, объем инфраструктурных инвестиций в 2018 г. составил 3,2 трлн руб., или 3,1% ВВП. В последние годы наблюдается восстановление инве-

стиционной активности в инфраструктурном секторе после достижения минимума в 2015 г. (2,9% ВВП). Вместе с тем относительный объем инфраструктурных инвестиций остается ниже, чем в период 2010–2013 гг. (3,6% ВВП в среднем за период).

Инфраструктурные инвестиции в объекты электроэнергетики и коммунального хозяйства в 2018 г. составили 1,1 трлн руб. Доля инвестиций в данные отрасли в последние годы существенно снизилась. Большая часть приходится на производство, передачу и распределение электроэнергии, организационный формат которых уже носит корпоративный характер. Факты свидетельствуют о дисбалансе и потребности в реальных инвестициях в данном секторе экономики страны и региона.

В современных условиях организационно-экономические механизмы управления коммунальным сектором развиваются именно в направлении корпоратизации и привлечении частных инвесторов. Однако на практике государственные и муниципальные унитарные предприятия (далее – ГУП и МУП) – это неэффективные операторы имущества, в том числе в инвестиционном плане. Доля инвестиций в муниципальное имущество коммунального сектора в 2017 г. составила только 2,9% от общего объема инвестиций в данный сектор, в государственную собственность – 11,3%, тогда как на частную собственность – 31,7%.

Федеральная антимонопольная служба России предлагает запретить создавать унитарные предприятия или менять их вид деятельности за исключением следующих случаев:

- создание предприятия предусмотрено федеральным законом, актом президента или правительства;
- учредителями являются федеральные органы исполнительной власти в области обороны и безопасности;
- предприятия работают в сферах естественных монополий и гособоронзаказа;
- предприятия осуществляют деятельность, предусмотренную федеральным законом исключительно для ГУП.

В экспертном сообществе давно обсуждается проблема неэффективного управления государственной собственностью через государственные и муниципальные унитарные предприятия и в Государственную Думу внесен законопроект об исключении этих предприятий из перечня субъектов предоставления коммунальных услуг. Так, ГУП и МУП, которые не подпадают под исключения, но уже созданы и работают на конкурентных рынках, должны быть ликвидированы или реорганизованы до 1 января 2021 г. по инициативе учредителя или в судебном порядке по иску антимонопольного органа¹.

Определим ключевые проблемы, которые существуют на федеральном и региональном уровнях в части регулирования концессионных соглашений.

Во-первых, предприятия, заключающие концессионные соглашения, обязаны начислять и уплачивать НДС, даже если они применяют упрощенную систему налогообложения. Скорее всего, данная норма связана с тем, что в концессию предполагалось отдавать именно крупные предприятия, для которых данный вопрос неактуален, особенно в городах-миллионниках. Однако на практике в малых и средних городах России МУП работают на упрощенной системе налогообложения, и передача имущества в концессию будет означать для концессионера работу по тарифу ниже тарифа существующего оператора на 6–8%, что критично в условиях недофинансирования МУП.

Во-вторых, существуют ограничения на рост платы за коммунальные услуги, и, следовательно, для концессионера существующий тариф не может быть превышен, несмотря на применяемую систему налогообложения. В таком контексте концессия не является альтернативой хозяйственного ве-

дения, что снижает привлекательность данного инструмента².

Кроме того, методическая база действующего тарифного регулирования сдерживает развитие механизма концессии³.

В-третьих, отсутствуют гарантии минимального объема реализации коммунальных услуг. Разумным решением будет передать этот риск заказчику – муниципальному образованию. Такая процедура приводит к снижению инвестиционных рисков и, следовательно, удешевлению проектов.

Таким образом, к причинам низкого качества коммунальных услуг и невысокой надежности систем коммунальной инфраструктуры следует отнести высокий износ основных фондов, отсутствие современных технологий; низкие тарифы на коммунальные услуги; неудовлетворительное финансовое состояние предприятий.

Далее перейдем к теоретическому обоснованию предпосылок привлечения частных инвестиций в инфраструктурные проекты коммунального сектора экономики.

Теоретическое обоснование модели привлечения частных инвестиций в инфраструктурные отрасли с государственной и муниципальной собственностью (на примере коммунального сектора)

Уточним категориальный аппарат исследования.

Коммунальные ресурсы – холодная и горячая вода, электрическая энергия, газ, тепловая энергия, теплоноситель в виде горячей воды в открытых системах теплоснабжения (горячего водо-

¹ Комиссия по законопроектной деятельности одобрила с учётом состоявшегося обсуждения законопроект об изменениях в порядке создания и реорганизации государственных и муниципальных унитарных предприятий // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://government.ru/activities/selection/302/34000> (дата обращения: 10.02.2019).

² Жилищный кодекс Российской Федерации от 29 дек. 2004 г. № 188-ФЗ (с изм. на 29 мая 2019 г.). Ст. 157.1; Об утверждении предельных (максимальных) индексов изменения размера вносимой гражданами платы за коммунальные услуги в муниципальных образованиях Пермского края на период с 1 янв. 2019 г. по 31 дек. 2023 г.: указ губернатора Пермского края от 14 дек. 2018 г. № 121; О формировании индексов изменения размера платы граждан за коммунальные услуги в Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации от 30 апр. 2014 г. № 400.

³ Методики тарифного регулирования не являются предметом исследования данной статьи, однако напрямую влияют на параметры концессионного соглашения.

снабжения), бытовой газ в баллонах, твердое топливо при наличии печного отопления, используемые для предоставления коммунальных услуг и потребляемые при содержании общего имущества в многоквартирном доме. К коммунальным ресурсам приравниваются также сточные воды, отводимые по централизованным сетям инженерно-технического обеспечения¹.

Коммунальные услуги – осуществление деятельности исполнителя по подаче потребителям любого коммунального ресурса в отдельности или двух и более из них в любом сочетании с целью обеспечения благоприятных и безопасных условий использования жилых, нежилых помещений, общего имущества в многоквартирном доме, а также земельных участков и расположенных на них жилых домов (домовладений). К коммунальной услуге относится услуга по обращению с твердыми коммунальными отходами².

Эксперты выделяют ряд особенностей коммунальных услуг:

- использование в ходе технологического процесса сложной инженерной инфраструктуры конкретной территории;
- строгая последовательность процессов производства, передачи и потребления услуг;
- невозможность для потребителя отказаться от получения данных услуг на длительный срок;
- невозможность компенсации предоставляемых не в полном объеме услуг в один период за счет их более интенсивного предоставления в другой период;
- тесная взаимосвязь организации производственного процесса, потребности в мощностях и инженерных решений от местных условий;
- ограниченные возможности применения конкурентной тарифной полити-

ки, регулирование ценообразования естественных монополий;

– данные услуги выступают социально значимым благом, производство и потребление которого порождает значительные внешние эффекты [6].

Коммунальный сектор – это отрасль экономики, в которой в результате использования коммунальных ресурсов и производства коммунальных услуг происходит их коллективное потребление, при этом государственные (муниципальные) органы создают правовые основы и механизмы реализации коммунальных услуг и осуществляют их тарифное регулирование (в том числе регламентирован процесс привлечения инвестиций и механизм их возврата).

В рамках данной статьи коммунальный сектор рассматривается как инфраструктурный комплекс, функционирующий на основе трех коммунальных ресурсов – холодного водоснабжения, водотока и поставки тепловой энергии. Принятие данного обстоятельства обусловлено спецификой концессионных соглашений с точки зрения механизма их реализации.

Современный коммунальный сектор, представляя собой сложный многоотраслевой производственно-технический комплекс, обеспечивает жизнедеятельность муниципальных образований. По своей экономической природе он представляет собой специфическую форму социально-экономических отношений между производителем услуг, их потребителем и государством, выступающим в роли регулятора этих отношений. Это связано с тем, что обеспечение общественными услугами населения входит в обязанности муниципальных образований [7].

Как отмечалось нами ранее, основными препятствиями повышения инвестиционной привлекательности коммунального сектора для частных инвесторов, с одной стороны, является низкая окупаемость инвестиций и неэффективность управления в данном секторе экономики. С другой стороны, государство ограничивает деятельность инвесторов, осуществляя тариф-

¹ О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов: постановление Правительства Рос. Федерации от 6 мая 2011 г. № 354 (ред. от 23 февр. 2019 г.).

² Там же.

ное регулирование в части установления тарифов и согласования инвестиционных программ предприятий коммунального комплекса [8].

Следовательно, необходимо ответить на вопрос о природе управленческих решений по предоставлению общественных услуг в целом и коммунальных услуг в частности, а также важно учитывать их политическую и экономическую рациональность.

Экономическая рациональность обусловлена экономической эффективностью и определяется максимизацией выгод и минимизацией затрат (через экстернализацию социальных, экологических и других неэкономических издержек). Принятие решений по предоставлению общественных благ с участием частного сектора основано на экономической рациональности агентов¹.

Политическая рациональность, напротив, отражает широкий спектр «эффектов благосостояния» [9]. Задача органов власти – обеспечить достижение общественных целей, важных для избирателей, при этом достижение общественных целей важнее получения экономических эффектов.

Гармонизация экономических и политических интересов требует разработки целого спектра решений по созданию бизнес-модели предоставления коммунальных услуг и определяет ее гибридный профиль. Бизнес-модель предполагает участие следующих четырех типов экономических агентов – государственных органов, отвечающих за регулирование отрасли, муниципальных органов, отвечающих за обеспечение населения общественными услугами, производителей и потребителей общественных услуг [10].

В современной мировой практике взаимодействие данных агентов может быть реализовано на основе одной из следующих моделей предоставления общественных услуг:

1. Модель общественного сектора, когда предоставление общественных услуг осуществляется напрямую государственными и муниципальными органами [11; 12].

2. Модель многоступенчатой системы управления в общественном секторе экономики, которая обеспечивается за счет организационного отделения поставки услуг от административных функций соответствующего государственного (муниципального) органа, при этом данный орган остается юридически ответственным за надлежащее качество оказания общественных услуг. В теории агентских отношений такая модель носит название «внутренней агентизации» [13; 14].

3. Модель корпоратизации в общественном секторе, предполагающая горизонтальную организационную децентрализацию, направленную на создание юридически независимых организаций с управленческой автономией. В терминах агентской теории такую корпоратизацию следует рассматривать как «внешнюю агентизацию» [15; 16].

В России развитие ГЧП в коммунальном секторе (как секторе, предоставляющим общественные услуги) основано на модели корпоратизации. Это предполагает Именно в рамках третьей модели – предполагается дальнейший анализ возможного участия частных инвесторов в деятельности коммунального сектора. Исходя из сущности общественных услуг, включая коммунальные, объединение государственной (муниципальной) и частной собственности предопределяет и взаимоотношения агентов в формате контрактного ГЧП, в котором компании остаются в государственной (муниципальной) собственности, а вовлечение частных инвесторов основано, как правило, на сложных контрактах [10].

В свою очередь, в контрактном ГЧП муниципалитет запрашивает частное финансирование для реализации инфраструктурных проектов, и в большинстве случаев частные инвесторы выступают операторами оказываемых услуг, включая создание

¹ Дьячкова А.В. Экономика общественного сектора: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 166 с.

материальной базы (строительство сооружений) на срок заключенного соглашения [17]¹.

Объективной причиной сотрудничества государства (муниципалитетов) и частного сектора в форме ГЧП является неразвитость инфраструктуры и низкое качество общественных услуг, а также риски, связанные с безопасностью эксплуатации объектов коммунальной инфраструктуры, большинство которых характеризуются, как было указано ранее, высоким уровнем износа. В таких условиях местные и иностранные инвесторы не заинтересованы в том, чтобы осуществлять инвестиции в неустойчивые и уязвимые регионы, где органы власти не в состоянии обеспечить даже базовые инфраструктурные потребности населения [18].

Отсутствие решений указанных проблем сдерживает развитие малых и средних предприятий, а также блокирует приток инвестиций многонациональных корпораций в коммунальный сектор экономики России. Кроме того, чем более

сложен доступ к качественной инфраструктуре, тем дольше регион остается инвестиционно непривлекательным [12; 19].

С этой точки зрения решению проблемы повышения инвестиционной привлекательности региона может способствовать активизация мер в сфере ГЧП по предоставлению общественных услуг для достижения эффективного, устойчивого и сбалансированного развития коммунального сектора национальной экономики [20–22].

Организация предоставления общественных услуг через сотрудничество в двух секторах – государственном (муниципальном) и частном – предполагает использование сильных сторон данных секторов и минимизацию их недостатков, особенно в вопросах передачи ответственности и финансовых рисков. Способы взаимодействия экономических агентов в рамках реализации модели корпоратизации в коммунальном секторе представлены в таблице.

Способы взаимодействия экономических агентов при предоставлении коммунальных услуг в рамках модели корпоратизации

Способ взаимодействия	Характеристика способов взаимодействия	Преимущества	Недостатки
Государственные и муниципальные унитарные предприятия (ГУП, МУП)	Коммерческие организации, не наделенные правом собственности на имущество, закрепленное за ними собственником (Российской Федерацией, субъектом Российской Федерации или муниципальным образованием) ² . Имущество является неделимым и не может быть распределено по вкладам в уставный капитал	– Деятельность в сфере, закрытой для других коммерческих структур; – отсутствие конкурентов; – наделение имуществом, недоступным для частных компаний; – низкий риск банкротства (учредитель может оказать юридическую помощь, субсидирование, низкопроцентные займы)	– Сложная, затратная и длительная процедура смены учредителя; – необходимость согласования с учредителем большей части принимаемых решений; – обязательное перечисление части прибыли в бюджет того уровня, к которому относится учредитель

¹ Борщевский Г.А. Государственно-частное партнерство: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. М.: Юрайт, 2015. 344 с.

² О государственных и муниципальных унитарных предприятиях: федер. закон от 14 нояб. 2002 г. № 161-ФЗ.

Окончание таблицы

Способ взаимодействия	Характеристика способов взаимодействия	Преимущества	Недостатки
Создание корпоративных структур	Создание акционерных обществ и обществ с ограниченной ответственностью – приобретение инвесторами пакетов акций (долей) в корпорации и формирование смешанных государственно-частных компаний	– Высокий потенциал (относительно других способов) привлечения частных инвестиций; – надежность структур и прозрачность управления в силу достаточно развитого корпоративного законодательства; – высокий уровень защиты интересов инвесторов	– Трудоемкость процедуры регистрации, особенно при большом числе акционеров (участников); – значительные затраты на управление; – дополнительная необходимость в составлении и подаче в государственные органы необходимых форм учета и отчетности
Государственно-частное партнерство в форме концессионных соглашений	Одна сторона (концессионер) обязуется за свой счет создать и (или) реконструировать определенное этим соглашением имущество, право собственности на которое принадлежит или будет принадлежать другой стороне (концеденту), осуществлять деятельность с использованием объекта концессионного соглашения, а концедент обязуется предоставить концессионеру на срок, установленный этим соглашением, права владения и пользования объектом концессионного соглашения для осуществления указанной деятельности	– Отраслевой драйвер в развитии ГЧП; – возможность специального отраслевого регулирования правоотношений в сфере концессий	– Несовершенство концессионного законодательства в России в части специфики реализации проектов ГЧП; – ограниченность перечня потенциальных концессионеров, что обусловлено исключительным целевым использованием объектов концессии
Аутсорсинг	Передача ответственности за поставку услуг от государственных (муниципальных) органов власти внешним провайдерам, которые могут быть публичными, полупубличными, частными и даже общественными	– Базируется на конкурсных процедурах; – привлечение компетентных профильных компаний; – отсутствие трудовых отношений со специалистами	– Риск поставок некачественных услуг; – отсутствие контроля над делегированными процессами; – зависимость от внешних исполнителей
Приватизация	Продажа государственных (муниципальных) активов частным инвесторам. Она может быть полной и частичной. Частичная приватизация приводит к созданию смешанных корпоративных структур или ГЧП	– Распоряжение имуществом по собственному усмотрению; – экономия на управлении имуществом; – формирование эффективного собственника, который управляет на основании рыночных законов эффективности и целесообразности	– Утрата государственного контроля над имуществом; – увеличение затрат на реализацию функции контроля в социально значимых сферах; – часто государство оставляет за собой контроль приватизированных объектов

Проведенный сравнительный анализ способов возможного организационного взаимодействия в коммунальном секторе свидетельствует в пользу реализации ГЧП в форме концессионных соглашений.

Наличие законодательного решения, которое состоит в том, чтобы обеспечить привлечение в коммунальный сектор частных инвестиций в рамках реализации концессионных соглашений, позволяет сфор-

мулировать следующие базовые теоретические положения эффективного функционирования механизма концессий:

1. Развитие естественных монополий осуществляется на конкурентной основе, когда право управлять монополистической деятельностью на ограниченный договором срок получает тот или иной участник рынка. Содействуя развитию конкуренции, концессионное соглашение становится инструментом дерегулирования монопольного рынка и формирования на нем не административно регулируемых, а договорных (по итогам конкурса) тарифов.

2. Концессионные механизмы предполагают обязательность привлечения частных инвестиций, возврат которых должен обеспечиваться в рамках реализации концессионного соглашения, т. е. в рамках реализации проекта. Это означает, что концессии должны привлекать инвестиции в рамках проектного финансирования, когда в качестве обеспечения возврата инвестиций инвесторами и кредиторами рассматривается будущий финансовый поток реализации проекта; гарантом этого выступает глава региона.

3. Запрос на инвестиции создает муниципальное образование – собственник имущества.

4. Запрос на эффективность коммунальных услуг передает потребитель.

5. Запрос потребителя удовлетворяется только через установление финансового критерия в виде дисконтированной необходимой валовой выручки. Это позволяет выбрать оператора с наименьшими финансовыми потребностями. Таким образом, конкурсное определение необходимой валовой выручки предполагает определение тарифов на весь период концессионного соглашения.

6. Риски будущих доходов или тарифной выручки в случае коммунальных концессий объективно считаются самыми высокими рисками в соглашениях ГЧП.

Таким образом, можно выделить следующие пробелы во взаимодействии агентов коммунального сектора:

1. Потребитель не участвует в формировании запроса на инвестиции, однако полностью его оплачивает.

2. Отсутствует конкурс технических решений, определяющих объем инвестирования. Предполагается, что собственник имущества должен быть профессиональным участником рынка, чтобы объективно оценить потребности в модернизации, выбрать оптимальный способ и впоследствии определить стоимость мероприятий. Проблема может быть решена путем создания механизма обязательных общественных слушаний по аналогии с согласованием схемы теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения на конкретной территории.

3. Анализ концессии как инструмента развития коммунального, а значит, общественного сектора следует оценивать не только с позиции инвестора, собственника имущества, но и оценки эффекта для потребителя и эффекта для территории.

На рис. 1 представлена авторская модель взаимодействия экономических агентов в коммунальном секторе в рамках оказания коммунальной услуги.

Рисунок иллюстрирует анализ первичных потребностей агентов коммунального сектора через их институциональный статус:

– потребитель – физическое/юридическое лицо, формирующее запрос на коммунальную услугу соответствующего качества и надежности, оплачивающее ее, но при этом не участвующее в определении инвестиционных задач развития сектора;

– государственные (муниципальные) органы власти – собственники имущества, которые обязаны обеспечить потребителя качественными коммунальными услугами; имеют финансовые ограничения (бюджет) при реализации инвестиционных мероприятий;

– частный инвестор – юридическое лицо, собственник капитала – профессиональный участник рынка, который рассматривает концессионное соглашение в качестве эффективного направления вложений денежных средств и способен успешно управлять имуществом, принадлежащим

государственным (муниципальным) органам власти;

– коммунальный сектор – совокупность объектов коммунальной инфраструк-

туры для целей инвестирования по концессионным соглашениям;

– экономика региона – институциональная среда, определяющая характер социально-экономических отношений.

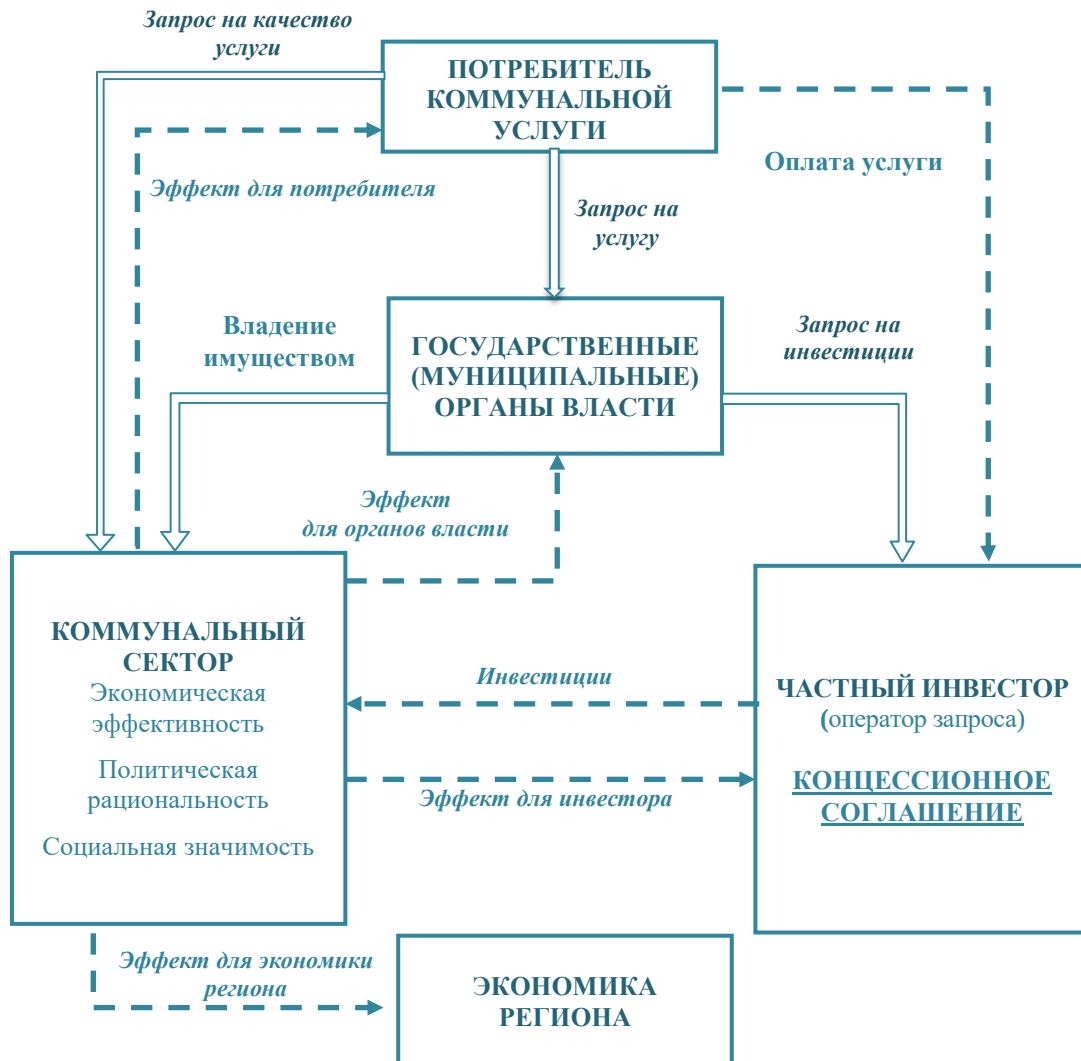


Рис. 1. Модель взаимодействия экономических агентов коммунального сектора экономики региона

Примечание: На рис. обозначено движение запросов; движение финансовых ресурсов.

Предлагаемый авторами системный подход к анализу взаимодействия участников предполагает наличие эффектов для каждого из них как ответ на сформированный запрос. Если эффект получает каждый участник взаимодействия, то предлагаемая модель концессионных соглашений может представлять интерес для ее реализации на практике. В этом случае целесообразно

говорить о формировании предпосылок к росту инвестиционной привлекательности региона.

Апробируем разработанную модель взаимодействия экономических агентов коммунального сектора на примере Пермского края.

Разработка регламента согласования концессионного соглашения на региональном уровне (на примере Пермского края)

В 2017 г. были внесены существенные изменения в закон о концессии в части обязательного подписания концессионного соглашения третьей стороной – главой региона¹. Глава региона (губернатор) выступает гарантом установления экономически обоснованных тарифов, и в случае убытка концессионера по вине регулирующих органов убыток будет возмещен из бюджета региона. Данная норма применяется в случае, если по концессионному соглашению потребителем услуг выступает население.

В Пермском крае отсутствует регламент подписания концессионного соглашения главой региона и вся процедура сопутствующих согласований с министерствами и ведомствами. Соответственно, для обеспечения системных решений нужен регламент, определяющий порядок

согласования и подписания концессионного соглашения главой региона. В случае формализации данного порядка процесс заключения концессионных соглашений будет более понятен, будет снят административный барьер на пути привлечения инвестиций в коммунальный сектор региона.

Несмотря на отсутствие такого регламента, в Пермском крае по состоянию на май 2019 г. действует 58 концессий, в том числе 34 в сфере теплоснабжения, 22 в сфере водоснабжения и водоотведения, 2 смешанные. С введением нормы об обязательном подписании концессионного соглашения третьей стороной (губернатором), т. е. с 1 июля 2017 г., в Пермском крае подписано только 4 договора в сфере теплоснабжения.

Процесс оптимизации механизма согласования подписания третьей стороной для Пермского края представлен на рис. 2. Он может выступать основой для формирования вышеуказанного регламента.

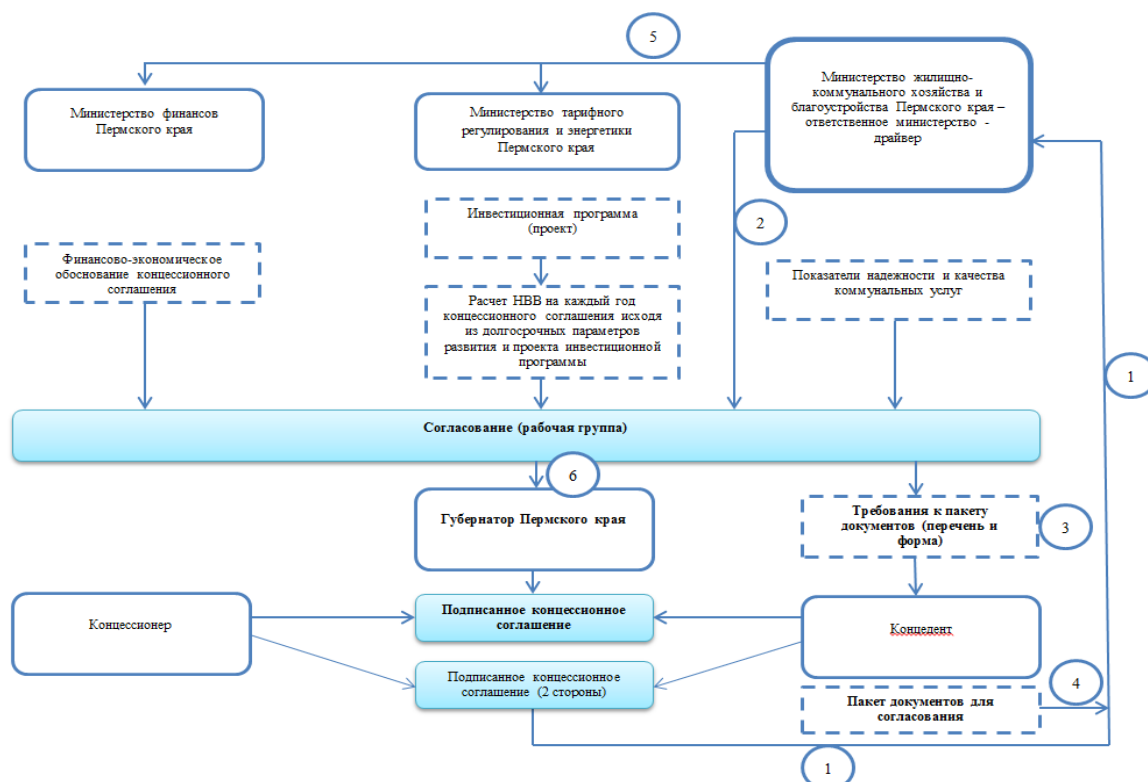


Рис. 2. Регламент согласования концессионного соглашения на региональном уровне (на примере Пермского края)

¹ Это требование введено федеральным законом от 29 июля 2017 г. № 279-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “О теплоснабжении” и отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам совершенствования системы отношений в сфере теплоснабжения».

На современном этапе процесс согласования концессионного соглашения не формализован, что является результатом функционального подхода к управлению в системе исполнительных органов государственной власти. Иными словами, органы исполнительной власти (министерства/ведомства) следят за соблюдением своего профильного законодательства в процедуре согласования концессионного соглашения. В итоге системное взаимодействие между участниками отсутствует и возникают дополнительные административные барьеры.

Данная проблема может быть решена путем перехода к процессному управлению, когда процедура согласования концессионного соглашения определена как четко регламентированная последовательность процессов (обозначенная на рис. 2), в реализации которых заинтересован каждый агент коммунального сектора.

Координирующим органом должна выступать рабочая группа, обеспечивающая согласованность действий участников и требований процесса согласования концессионного соглашения.

Таким образом, предложенный механизм согласования концессий на уровне региональной социально-экономической системы позволяет решить задачу согласования интересов всех заинтересованных в соглашении участников.

Заключение

Рассмотрена проблема низкой инвестиционной привлекательности коммунального сектора экономики, основными причинами которой являются отсутствие источников и достаточного объема инвестиций, сложности бюджетного планирования и несовершенство бюджетного процесса в целом.

Природа данной проблемы была изучена в двух аспектах. С одной стороны, государство должно сохранить контроль за монополиями в коммунальном секторе экономики, в то же время необходимо обеспечить конкурентоспособное функционирование сектора, с другой стороны, существует объективная потребность привлечения инвестиций для обновления ос-

новных производственных фондов, что невозможно сделать без участия частных инвесторов.

Это определило необходимость использования системного подхода к совершенствованию процедуры взаимодействия экономических агентов коммунального сектора, предполагающего соблюдение баланса интересов всех заинтересованных сторон с определением индивидуального эффекта для каждого из них, в отличие от рассматриваемого сегодня в науке и практике подхода, предполагающего учет интересов только собственника имущества и инвестора.

В ходе исследования обосновано, что удовлетворение базовых потребностей каждого участника экономических отношений в коммунальном секторе позволит обеспечить достижение синергетического эффекта, заключающегося в формировании предпосылок к росту инвестиционной привлекательности конкретного региона. При этом, если интересы участников гармонизированы, то процесс согласования бюрократического механизма концессионного соглашения как институционального способа взаимодействия сторон ускоряется, а его реализация является взаимовыгодной.

Было определено, что концессионное соглашение выступает наиболее эффективным инструментом привлечения частных инвестиций в коммунальный сектор экономики и имеет на сегодняшний день широкое практическое применение ввиду существования настоящей потребности в его использовании. Однако применение концессионных соглашений на практике предполагает наличие двух последовательных механизмов их реализации.

Первый механизм однозначно определен на законодательном уровне: прописана процедура заключения концессионного соглашения до момента подписания соглашения концессионером и концедентом. Данная процедура на практике четко регламентирована и отработана. Второй механизм – подписание соглашения третьей стороной – никак не регламентирован на федеральном уровне, в том числе законодательно не определены спо-

ки подписания губернатором концессионного соглашения.

Отсутствие второго механизма является фактором, приостанавливающим практическое применение концессии и, как следствие, ограничивающим развитие коммунального сектора региона в целом. Предложенный подход согласования концессионного соглашения на региональном уровне может служить основанием для разработки регламента, который позволил бы устранить данное несовершенство законодательной базы.

В перспективе на основе предложенной модели взаимодействия экономических агентов коммунального сектора экономики региона планируется разработать инструментарий оценки частных и интегральных эффектов развития инфраструктурных отраслей и определить точки роста инвестиционной привлекательности регионов России. Апробирование данной модели планируется провести на базе всех субъектов Российской Федерации.

Список литературы

1. *Найден С.Н.* Общественные блага и коммунальные услуги / отв. ред. П.А. Минакир; Рос. акад. наук, Дальневосточное отделение; Ин-т экономических исследований. М.: Экономика, 2004. 176 с.
2. *Кожевников С.А.* Комплексная оценка состояния жилищно-коммунального хозяйства в муниципальных образованиях региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 6 (30). С. 225–234.
3. *Зыков А.А.* Государственно-частное партнерство в жилищно-коммунальном хозяйстве: концептуальные подходы // Проблемы современной экономики. 2012. № 3. С. 379–381.
4. *Кондратьева У.Д.* Правовые риски государственно-частного партнерства в современной России // Современное право. 2015. № 9. С. 44–48.
5. *Wollmann H., Marcou G.* From public sector – based to privatized service provision. Is the pendulum swinging back again? Comparative summary In book: The provision of public services in Europe. Between state, local government and market. Wollmann H., Marcou G. (eds.). Cheltenham, Edward Elgar. 2010. P. 240–260.
6. *Комиссарова Л.А.* Природа жилищно-коммунальных услуг как социально значимого общественного блага // Вестник НГИЭИ. 2014. № 11 (42). С. 55–61.
7. *Скрипник О.Б.* Реформирование регионального жилищно-коммунального комплекса: методология и практика. М.: Финансы и статистика, 2013. 288 с.
8. *Grossi G., Marcou G., Reichard C.* Comparative aspects of institutional variants for local public service provision. In book: The provision of public services in Europe. between state, local government and market. Wollmann H., Marcou G. (eds.). Cheltenham, Edward Elgar. 2010. P. 217–239.
9. *Muhlenkamp H.* From state to market revisited: A reassessment of the empirical evidence on the efficiency of public (and privately-owned) enterprises // Annals of Public and Cooperative Economics. 2015. Vol. 86, Iss. 4. P. 535–557.
10. *Wollmann H., Kopric I., Marcou G.* Public and social services in European countries. From public and municipal to private provision. UK, Palgrave Macmillan. 2016. 342 p. doi: 10.1057/978-1-137-57499-2.
11. *Попов Е.В., Веретенникова А.Ю., Севастьянова Е.А.* Институциональная модель развития сектора локальных общественных благ // Вестник Удмуртского университета. Сер. Экономика и право. 2017. Т. 27, вып. 5. С. 55–61.
12. *Peters B.G.* Institutional theory in political science. The ‘New Institutionalism’, 3rd ed. London, New York, Bloomsbury. 2011. 175 p.
13. *Torsteinsen H., van Genugtsen M.* Municipal waste management in Norway and the Netherlands – from in-house provision to intermunicipal cooperation. In book: Local public sector reforms in times of crisis. Kuhlmann S., Bouckaert G. (eds.). Houndsmills, Palgrave Macmillan. 2016. P. 205–220.
14. *van Thiel S.* Comparing agencies across countries. In book: Government agencies: Practices and lessons from 30 countries. Verhoest K., van Thiel S., Bouckaert G., Lægreid P. (eds.). Houndsmills, Palgrave Macmillan, 2012. P. 18–26.

15. Kuhlmann S., Wollmann H. Introduction to comparative public administration: Administrative systems and reforms in Europe // *International Review of Administrative Science*. 2014. Vol. 84, Iss. 1. P. 214–215.
16. Marobela M. New public management and the corporatisation of the public sector in peripheral capitalist countries // *International Journal of Social Economics*. 2008. Vol. 35, Iss. 6. P. 423–434.
17. Ахмедова М.Р., Максимова Т.А. Государственно-частное партнерство как механизм эффективности национальной экономики // *Теоретическая экономика*. 2017. № 2. С. 42–50.
18. Шилкина О.А. Развитие института государственно-частного партнерства в регионах // *Прикладные экономические исследования*. 2015. № 3 (7). С. 4–8.
19. Кобышев К.И., Кобышева М.С., Иванов М.В. Создание института развития государственно-частного партнерства в сфере жилищно-коммунального хозяйства Санкт-Петербурга // *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*. 2017. № 1 (49). URL: <https://eee-region.ru/article/4924> (дата обращения: 11.04.2019).
20. Кондрацкий С.В. Новеллы законодательного регулирования концессионных соглашений, заключенных в отношении объектов жилищно-коммунального комплекса // *Пробелы в российском законодательстве*. 2017. № 2. С. 79–85.
21. Сухова В.Е., Турбанова Н.М. Концессия как эффективная форма управления муниципальным имуществом // *Социально-экономические явления и процессы*. 2015. Т. 10, № 12. doi: 10.20310/1819-8813-2015-10-12-77-81.
22. Холодкова Ю.С. Понятие и правовая природа концессионных соглашений // *Вестник Томского государственного университета*. 2016. № 407. С. 196–200. doi: 10.17223/15617793/407/31.

Статья поступила в редакцию 27.02.2019, принята к печати 29.05.2019

Сведения об авторах

Тютык Ольга Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: tyutyk@mail.ru).

Малышева Екатерина Андреевна – старший преподаватель кафедры менеджмента, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: anek_ekaterina@mail.ru).

References

1. Naiden S.N. *Obshchestvennye blaga i kommunal'nye uslugi*. Otв. red. P.A. Minakir [Public good and utilities. P.A. Minakir (eds)]. Moscow, Ekonomika Publ., 2004. 176 p. (In Russian).
2. Kozhevnikov S.A. Kompleksnaya otsenka sostoyaniya zhilishchno-kommunal'nogo khozyaistva v munitsipal'nykh obrazovaniyakh regiona [Complex assessment of housing and communal sector in the region's municipalities]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2013, no. 6 (30), pp. 225–234. (In Russian).
3. Zykov A.A. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v zhilishchno-kommunal'nom khozyaistve: kontseptual'nye podkhody [State-and-private partnership in the municipal housing economy: Conceptual approaches]. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of Modern Economics], 2012, no. 3, pp. 379–381. (In Russian).
4. Kondrat'eva U.D. Pravovye riski gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v sovremennoi Rossii [Legal risks of public-private partnership in modern Russia]. *Sovremennoe pravo* [Modern Law], 2015, no. 9, pp. 44–48. (In Russian).
5. Wollmann H., Marcou G. *From public sector – based to privatized service provision. Is the pendulum swinging back again? Comparative summary*. In Book: Wollmann H., Marcou G. (eds.) *The provision of public services in Europe. Between state, local government and market*. Cheltenham, Edward Elgar, 2010, pp. 240–260.

6. Komissarova L.A. Priroda zhilishchno-kommunal'nykh uslug kak sotsial'no znachimogo obshchestvennogo blaga [The nature of housing and communal services as socially significant public benefits]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of NGIEI], 2014, no. 11 (42), pp. 55–61. (In Russian).
7. Skripnik O.B. *Reformirovanie regional'nogo zhilishchno-kommunal'nogo kompleksa: metodologiya i praktika* [Reforming of the regional housing and communal complex: Methodology and practice]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2013. 288 p. (In Russian).
8. Grossi G., Marcou G., Reichard C. *Comparative aspects of institutional variants for local public service provision*. In Book: Wollmann H., Marcou G. (eds.) *The provision of public services in Europe. Between state, local government and market*. Cheltenham, Edward Elgar. 2010, pp. 217–239.
9. Muhlenkamp H. From state to market revisited: A reassessment of the empirical evidence on the efficiency of public (and privately-owned) enterprises. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 2015, vol. 86, iss. 4, pp. 535–557.
10. Wollmann H., Kopric I., G. Marcou G. *Public and social services in European countries. From public and municipal to private provision*. UK, Palgrave Macmillan, 2016, 342 p. doi: 10.1057/978-1-137-57499-2.
11. Popov E.V., Veretennikova A.Yu., Sevast'yanova E.A. *Institutsional'naya model' razvitiya sektora lokal'nykh obshchestvennykh blag* [The institutional model of developing the sectors of local public goods]. *Vestnik Udmurtstkogo universiteta. Seriya Ekonomika i pravo* [Bulletin of Udmurt University. Series Economics and Law], 2017, vol. 27, no. 5, pp. 55–61. (In Russian).
12. Peters B.G. *Institutional theory in political science. The 'New Institutionalism'*, 3rd ed. London, New York, Bloomsbury, 2011. 175 p.
13. Torsteinsen H., van Genugtsen M. *Municipal waste management in Norway and the Netherlands – from in-house provision to intermunicipal cooperation*. In Book: Kuhlmann S., Bouckaert G. (eds.) *Local public sector reforms in times of crisis*. Houndsmills, Palgrave Macmillan. 2016, pp. 205–220.
14. Van Thiel S. *Comparing agencies across countries*. In Book: Verhoest K., van Thiel S., Bouckaert G., Lægreid P. (eds.) *Government agencies: Practices and lessons from 30 countries*. Houndsmills, Palgrave Macmillan, 2012, pp. 18–26.
15. Kuhlmann S., Wollmann H. Introduction to comparative public administration: Administrative systems and reforms in Europe. *International Review of Administrative Science*, 2014, vol. 84, iss. 1, pp. 214–215.
16. Marobela M. New public management and the corporatisation of the public sector in peripheral capitalist countries. *International Journal of Social Economics*, 2008, vol. 35, iss. 6, pp. 423–434.
17. Akhmedova M.R., Maksimova T.A. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo kak mekhanizm effektivnosti natsional'noi ekonomiki [Public-private partnership as mechanism of efficiency of national economy] *Teoreticheskaya ekonomika* [Theoretical Economy], 2017, no. 2, pp. 42–50. (In Russian).
18. Shilkina O.A. Razvitie instituta gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v regionakh [Region's development of public-private partnership]. *Prikladnye ekonomicheskie issledovaniya* [The Applied Economic Researches], 2015, no. 3 (7), pp. 4–8. (In Russian).
19. Kobyshev K.I., Kobysheva M.S., Ivanov M.V. Sozdanie instituta razvitiya gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v sfere zhilishchno-kommunal'nogo khozyaistva Sankt-Peterburga [Creation of the institute of public-private partnership in the sphere of housing and communal services of St. Petersburg]. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Regional economics and management: Electronic scientific journal], 2017, no. 1 (49). (In Russian) Available at: <https://eee-region.ru/article/4924/> (accessed 11.04.2019).
20. Kondratskii S.V. Novelly zakonodatel'nogo regulirovaniya kontsessionnykh soglashenii, zaklyuchennykh v otnoshenii ob"ektov zhilishchno-kommunal'nogo kompleksa [Novels of legislative regulation of concession agreement concerning the objects of housing and communal complex]. *Probely v rossiiskom zakonodatel'stve* [Gaps in Russian Legislation], 2017, no. 2, pp. 79–85. (In Russian).
21. Sukhova V.E., Turbanova N.M. Kontsessiya kak effektivnaya forma upravleniya munitsipal'nym imushchestvom [Concession as effective form of management of municipal property]. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy* [Social and Economic Phenomena and Progress], 2015, vol. 10, no. 12. (In Russian). doi: 10.20310/1819-8813-2015-10-12-77-81.

22. Kholodkova Yu.S. Ponyatie i pravovaya priroda kontsessionnykh soglashenii [Concession agreement arties' legal nature under the Russian Federation legislation]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk State University Journal], 2016, no. 407, pp. 196–200. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/407/31.

Received February 27, 2019; accepted May 29, 2019

Information about the Authors

Tiutyk Olga Vladimirovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Management, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: tyutyk@mail.ru).

Malysheva Ekaterina Andreevna – Senior Lecturer at the Department of Management, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: anek_ekaterina@mail.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Тютык О.В., Малышева Е.А. Совершенствование механизма концессионных соглашений для повышения инвестиционной привлекательности коммунального сектора региона (на примере Пермского края) // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 332–348. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-332-348

Please cite this article in English as:

Tiutyk O.V., Malysheva E.A. Improvement of concession agreement mechanism to increase investment attractiveness of the utilities sector of a region (In the case study of Perm Krai). *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 332–348. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-332-348

РАЗДЕЛ IV. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ,
ОРГАНИЗАЦИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ, КОМПЛЕКСАМИ

doi 10.17072/1994-9960-2019-2-349-365

УДК 338.45:630*

ББК 65.304.18

JEL Code L1, L2

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ ТРУДА В ПРОИЗВОДСТВАХ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
НА ОСНОВЕ МЕЖПРОДУКТОВОГО БАЛАНСА****Владимир Николаевич Мякшин^a**ORCID ID: [0000-0002-3989-7367](https://orcid.org/0000-0002-3989-7367), Researcher ID: [O-9900-2017](https://orcid.org/O-9900-2017), e-mail: mcshin@yandex.ru**Татьяна Николаевна Песьякова^b**ORCID ID: [0000-0002-5913-8042](https://orcid.org/0000-0002-5913-8042), e-mail: safuecon@yandex.ru^a Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
(Россия, 163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17)^b УФНС России по Архангельской области и Ненецкому автономному округу
(Россия, 163000, г. Архангельск, ул. Свободы, 33)

В целях определения направлений повышения эффективности регионального лесопромышленного комплекса необходимо разработать методический подход к диагностике внутрикомплексных диспропорций, основу которого могут составлять инструментарий межпродуктового баланса и система частных балансов (основных ресурсов). Рассмотрена проблема применения балансового метода к исследованию основных производств регионального лесопромышленного комплекса и потребления основных производственных ресурсов. В частности, проанализированы трудовые ресурсы (прямые и полные затраты труда) на основе межпродуктового баланса лесопромышленного комплекса Архангельской области. Цель исследования заключается в разработке методики оценки затрат труда в производствах регионального лесопромышленного комплекса, позволяющая выявить различные структурные изменения в совокупных трудовых затратах на основе модели межпродуктового баланса. Объектом исследования являются взаимосвязи между производствами лесопромышленного комплекса Архангельской области и его трудовыми ресурсами. В качестве предмета исследования рассматриваются прямые и полные затраты труда в основных производствах лесопромышленного комплекса. Исследование базируется на экономико-математических методах разработки межпродуктового баланса и локальных балансов трудовых ресурсов, методах межотраслевого анализа. Новизна работы заключается в применении балансового метода к исследованию регионального лесопромышленного комплекса, в частности в разработанной авторами модели межпродуктового баланса ЛПК и системе локальных балансов, которые позволяют получить принципиально новую информацию о производственных ресурсах комплекса и эффективности их использования. Практическая значимость работы заключается в том, что предложенный инструментарий и модифицированная система показателей оценки трудовых ресурсов, рассчитанных на основе межпродуктового баланса, может быть использована для выявления внутрикомплексных диспропорций и мониторинга развития лесопромышленного комплекса Архангельской области. Методика расчета показателей оценки трудовых затрат на основе модели межпродуктового баланса также может представлять интерес для обоснования мер регулирующего воздействия на деятельность предприятий других промышленных комплексов в ходе выявления и анализа соответствующих внутрикомплексных диспропорций. Перспективы будущих исследований связаны с дальнейшим совершенствованием модели межпродуктового баланса для оценки сбалансированности как трудовых ресурсов основных производств регионального лесопромышленного комплекса, так и основных и оборотных фондов.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, балансовый метод, межпродуктовый баланс, диспропорции развития, коэффициенты прямых затрат труда, коэффициенты полных затрат труда, материальные затраты, производительность труда, лесозаготовительное производство, деревообрабатывающее производство, целлюлозно-бумажное производство.

© Мякшин В.Н., Песьякова Т.Н., 2019

Данная статья распространяется на условиях лицензии
Creative Commons - Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

ECONOMIC ASSESSMENT OF LABOUR COSTS IN REGIONAL TIMBER INDUSTRY COMPLEX PRODUCTIONS ON THE INTER-PRODUCT ANALYSIS BASIS

Vladimir N. Myakshin^a

ORCID ID: [0000-0002-3989-7367](https://orcid.org/0000-0002-3989-7367), Researcher ID: [O-9900-2017](https://orcid.org/O-9900-2017), e-mail: mcshin@yandex.ru

Tatyana Pesyakova^b

ORCID ID: [0000-0002-5913-8042](https://orcid.org/0000-0002-5913-8042), e-mail: safuecon@yandex.ru

^a Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
(17, naberezhnaya Severnoi Dviny, Arkhangelsk, 163002, Russia)

^b Administration of Federal Tax Service of Arkhangelsk Region and Nenets Autonomous District
(33, Svobody st., Arkhangelsk, 163000, Russia)

Determination of the ways to improve the efficiency of regional timber production complex requires the development of a methodological approach to the diagnosis of intra-complex imbalances, and a tool of inter-product balance and a system of private balances (core resources) can become the approach basis. The article discusses the problem of applying the balance method to the study of the main production of regional timber industry and the consumption of basic production resources. In particular, labour resources (direct and full labour costs) have been investigated on the basis of the inter-product balance of the timber industry complex of Arkhangelsk Region. The purpose of the research is to develop techniques for labour costs assessment in the regional timber industry complex production. The techniques will allow us to reveal different structural changes in the total labour costs on the interproduct balance. The object of the study is the relationship between the productions of the timber industry in Arkhangelsk region and its workforce. Direct and total labour costs in the main productions of the timber industry are considered to be the subject of the research. Economic and mathematical methods for inter-product balance development and local balances of labour resources and methods of inter-industrial analysis are used in the study. The novelty of the research concerns the application of the balance method to the study of the regional timber industry complex, in particular the development of an original inter-product balance of the timber industry complex and the system of local balances that will allow obtaining fundamentally new information about the production resources of the complex, and the efficiency of their application. Practical importance of the study concerns the idea that the developed method and the modified system of indicators of labour resources calculated on the inter-product balance basis will be useful for revealing intra-complex imbalances and for monitoring the development of the timber industry complex of Arkhangelsk region. Calculation methods for labour cost assessment indicators based on the model of inter-product balance may also be of interest when justifying the measures of regulatory impact on the activities of enterprises of other industrial complexes in the course of identification and analysis of the relevant intra-complex imbalances. Further studies will be devoted to the improvement of the model of inter-product balance to assess the balance of both the labour resources of the main industries of the regional timber industry, and fixed and current assets.

Keywords: timber industry complex, balance method, inter-product balance, development disproportions, coefficients of direct labour costs, coefficients of total labour costs, material costs, labour productivity, timber cutting, woodworking production, pulp and paper production.

Введение

Анализ исследований зарубежных и отечественных экономистов, занимающихся проблемой сбалансированности социально-экономического развития [1–5], позволяет сделать вывод, что данные вопросы применительно к промышленным комплексам разработаны недостаточно; практически не исследована проблема сбалансированности региональных лесопромышленных комплексов.

Лесные ресурсы – важный фактор экономического развития Архангельской

области: площадь земель лесного фонда составляет 28 млн га, запасы древесины – около 2,6 млрд м³, 80 % составляет хвойная древесина¹. Поэтому лесопромышленный комплекс (далее – ЛПК) играет основную роль в развитии экономики Архангельской области, чем обусловлена необходимость и актуальность исследования его деятельности с целью выявления факторов

¹ Природные ресурсы Архангельской области. Официальный сайт Правительства Архангельской области. URL: https://dvinaland.ru/economics/natural_resources (дата обращения: 26.05.2019).

повышения эффективности. Структура комплекса обусловлена спецификой его сырьевой базы: ЛПК представляет собой комплекс лесозаготовительного, деревообрабатывающего и целлюлозно-бумажного производств, объединенных внутрикомплексными связями на основе удовлетворения взаимозаменяемых потребностей в конечной продукции ЛПК.

В целях максимального использования потенциала ЛПК назрела настоятельная необходимость регулирования его развития. Эффективность управления ЛПК в значительной мере зависит от объективного и своевременного анализа показателей деятельности предприятий ЛПК и комплекса в целом [6].

Лесозаготовительное, деревообрабатывающее и целлюлозно-бумажное производства являются достаточно сложной экономической системой, управление которой обусловлено спецификой задач управления предприятиями ЛПК, среди которых следует отметить:

- большие физические объемы производства продукции, производственные площади крупных предприятий ЛПК [7];

- многономенклатурность выпускаемой продукции как источник проблем учета и планирования ассортимента и объемов производства предприятий ЛПК [1];

- изменчивость технологий производства, вызванная необходимостью совершенствования деятельности предприятий ЛПК [8];

- существенная роль фактора неопределенности в управлении производственным процессом (отклонение в качестве продукции, сроках и объемах поставок сырья, материалов и т. п.) [9; 10];

- значительные объемы информации, необходимые для функционирования всех структурных компонентов системы управления предприятиями ЛПК [4];

- необходимость согласования показателей работы взаимосвязанных производств [11; 12];

- тесная связь имеющихся задач организационного управления с задачами

управления производственным оборудованием [13];

- многоуровневость задач управления предприятиями ЛПК [5; 14].

Усложнение технологий и оборудования, повышение требований к конкурентоспособности и качеству продукции, общая экономическая обстановка мотивируют административное, финансовое и техническое руководство предприятий и комплекса в целом находить и решать все более сложные задачи управления, использовать новые программные и технические средства [15].

Одно из основных условий повышения эффективности ЛПК – применение региональными органами управления информации о диспропорциях развития комплекса для своевременного устранения или уменьшения негативных последствий выявленных диспропорций. Для регулирования внутрикомплексных связей и экономических пропорций, а также своевременного выявления диспропорций ЛПК необходим методический аппарат, в качестве которого может быть использован межпродуктовый баланс ЛПК и система частных балансов (основных ресурсов).

Следует отметить достаточное количество теоретических и прикладных межотраслевых моделей, разработанных в отечественной науке и практике. Имеется обширный опыт составления различных видов межотраслевых балансов как на национальном уровне, так и на уровне отдельных регионов. На народнохозяйственном уровне известны работы А.Г. Аганбегяна [16], А.Г. Гранберга [2], В.С. Дадаева [17], В.В. Косова [18]. На региональном уровне идея разработки экономического баланса региона была выдвинута А.Г. Аганбегяном, методика составления регионального экономического баланса и апробация представлены Р.И. Шнипером [3].

Отмечая ценность информации, полученной на основе данных межотраслевых моделей, следует отметить, что они не позволяют в полной мере проанализировать межотраслевые связи между отдельными взаимосвязанными видами экономической деятельности, объединенными в

промышленные комплексы. Для преодоления этих недостатков необходимо разрабатывать балансовые модели комплексов, объединяющих производства, взаимосвязанные на основе конечной продукции. Следует отметить, что в указанном направлении разработки практически не проводились, что обуславливает новизну результатов исследования.

ЛПК характеризуется высоким уровнем внутривыпускных связей, может рассматриваться как относительно независимая структура, для которой возможна разработка межпродуктовых балансов (далее – МПБ) производства и распределения продукции. Методологической основой построения межпродуктового баланса Архангельской области является метод «затраты-выпуск», предложенный В. Леонтьевым [19], основные положения методологии получили развитие в трудах отечественных и зарубежных экономистов [3; 16–18; 20–23], принципиальная схема межпродуктового баланса разработана В.Н. Мякишиным [24]. При исследовании проблемы сбалансированности производств и ресурсов ЛПК Архангельской области авторами использованы теоретические и практические разработки российских экономистов по вопросам лесного комплекса – П.М. Коробова¹ [25], Н.И. Кожухова² [26], Т.С. Лобовикова [25], А.П. Петрова [26].

Моделирование ЛПК позволяет получить экономическую информацию, количественно характеризующую прямые и косвенные связи, образующиеся в процессе производства и потребления продукции. Исследование состояния ЛПК Архангельской области на основе построения межпродуктового баланса открывает новые возможности для анализа реальных процессов, происходящих в экономике комплекса. Модель межпродуктового баланса позволяет комплексно охарактеризовать

основные производства ЛПК как поставщиков продукции для других производств комплекса и как потребителей лесопроизводства других производств.

Для ЛПК большое значение имеет оценка трудовых ресурсов и затрат труда на основе разработки межпродуктовых балансов с целью обеспечить взаимосвязь предполагаемых объемов производства и капитальных вложений с ресурсами труда. Пропорциональность развития комплекса во многом определяется рациональным использованием трудовых ресурсов. Соотношение овеществленного и живого труда является важнейшей общеэкономической пропорцией ЛПК, так как именно она определяет уровень инновационных мероприятий, обеспечивающих эффективность функционирования комплекса. При исследовании трудовых затрат анализируются ресурсы живого труда (прямые трудовые затраты), средств труда, предметов труда (полные трудовые затраты). Использование межпродуктового баланса дает возможность определить степень сбалансированности между производствами и производственными ресурсами ЛПК.

В настоящее время возрастает необходимость применения экономико-математических методов для решения задач управления предприятиями ЛПК. При исследовании использованы экономико-математический метод (для разработки межпродуктового баланса ЛПК, системы локальных балансов трудовых ресурсов), методы межотраслевого анализа (при расчете параметров межпродуктового баланса), аналитический метод (при анализе расчетных показателей). Информационная база исследования – данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области и Ненецкому автономному округу, а также материалы Министерства природных ресурсов и ЛПК Архангельской области.

Результаты исследования могут служить основой для диагностики проблем развития регионального ЛПК и повышения эффективности трудовых затрат.

Предложенная методика межпродуктового баланса может быть рекомендована

¹ Коробов П.Н. Математические методы планирования и управления в лесной и лесоперерабатывающей промышленности учебник для вузов. М.: Лесная промышленность, 1974. 312 с.

² Кожухов Н.И. Основы управления в лесном хозяйстве и лесной промышленности: учебник для вузов. М.: Лесная промышленность, 1984. 232 с.

для использования в других промышленных комплексах для выявления диспропорций их развития.

Методика оценки затрат труда на основе межпродуктового баланса ЛПК

Инструментом, позволяющим исследовать межотраслевые связи и основные пропорции ЛПК, может быть межпродуктовый баланс, комплексно характеризующий материально-вещественную, трудовую, стоимостную сбалансированность его производств.

Модель межпродуктового баланса ЛПК имеет специфические структурные особенности схемы, характеристик и математических соотношений по сравнению с общей моделью межотраслевого баланса. В матричной форме экономикоматематическая модель межпродуктового баланса имеет вид

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix},$$

где a_{ij} – коэффициент прямых затрат, определяющий объем продукции i -го производства, необходимый для производства единицы валовой продукции производства j ;

x_i – валовая продукция i -го производства;

y_i – конечная продукция i -го вида.

$$\text{Или } X = AX + Y, \quad (1)$$

где X – вектор-столбец валовой продукции;
 Y – вектор-столбец конечной продукции.

Структура межпродуктового баланса состоит из четырех разделов (квадрантов), данные которых позволяют охарактеризовать производство и распределение продукции ЛПК. Наиболее важной частью межпродуктового баланса является I раздел, представляющий характеристику внутрикомплексных связей. Аналитические расчетные возможности первого раздела определяются взаимной корреспонденцией позиций подлежащего и сказуемого (перечень позиций подлежащего, содержащего перечень отдельных продуктов, повторяется в сказуемом).

I квадрант МПБ отражает межпродуктовые потоки, характеризующие двусторонние производственные связи каждого производства: как потребителя с производствами-поставщиками и как поставщика с производствами-потребителями. II раздел содержит данные о структуре и распределении конечной продукции (выходящей за пределы внутрикомплексного потребления). Для расчета III квадранта использованы статистические данные, он содержит информацию о структуре добавленной стоимости и распределении первичных ресурсов. IV раздел не имеет непосредственного отношения к условиям производства и реализации лесопродукции, он служит для характеристики перераспределительных отношений в народном хозяйстве, осуществляемых через финансово-кредитную систему.

На принципиальной схеме межпродуктового баланса (см. рисунок) представлены четыре взаимосвязанных раздела, которые отражают производство и распределение продукции ЛПК. В статье используются данные преимущественно первого раздела баланса, который иллюстрирует внутрикомплексные связи и составляет самую важную часть разработанного МПБ.

Можно выделить два основных направления в применении межпродуктового баланса к проблемам анализа затрат труда в региональных ЛПК.

Во-первых, балансы трудовых ресурсов и затрат труда обеспечивают взаимосвязь предполагаемых объемов производства и капитальных вложений с ресурсами труда.

Во-вторых, трудовые показатели модели межпроизводственных связей могут быть использованы в решении проблемы измерения затрат и их экономической эффективности [27].

Основными исходными показателями расчетов баланса труда являются коэффициенты прямых затрат труда на производство единицы продукции tj . Эти коэффициенты в целом соответствуют трудоемкости изделий или выработке продукции на одного работника или человеко-час. Они должны отражать величину затрат

труда на единицу произведенной продукции или, наоборот, объем продукции на единицу затрат труда.

Следует иметь в виду, что данные коэффициенты выражают лишь непосред-

ственные затраты живого труда на заключительных стадиях производства каждого вида продукции.

Потребление	Производство			
	Продукция основных производств промышленного комплекса 1, 2, 3 ... j ... m	Внутрикомплексный оборот	Конечная продукция	Валовая продукция
Продукция основных производств комплекса 1 2 ... k ... m	I КВАДРАНТ X_{kj}	$\sum_{j=1}^m X_{kj}$	II КВАДРАНТ Y_i	X_i
Первичные ресурсы а) переменные 1 2 ... l ... L б) постоянные 1 2 ... r ... R	III КВАДРАНТ X_{lj} X_{rj}		IV КВАДРАНТ Z_l Z_r	

Схема межпродуктового баланса промышленного комплекса

Коэффициенты прямых затрат труда могут быть получены двумя методами. В соответствии с первым методом исчисляется среднеотраслевой коэффициент затрат труда на единицу валовой продукции в стоимостном выражении по следующей формуле:

$$t_j = \frac{\sum_{l=1}^k t_l X_l}{\sum X_l \rho_l \omega_l}, \quad (2)$$

где k – количество видов продуктов, производимых отраслью j ;

t_l – коэффициент трудоемкости продукта l , рассчитанный для межотраслевого баланса в натуральном выражении;

X_l – объем валового выпуска продукта l ;

ρ_l – цена конечного потребления l ;

ω_l – доля товарного выпуска в валовом выпуске продукта l .

Применение этого метода предполагает разработку нормативов затрат труда по широкой номенклатуре продукции, но получение затрат труда по каждому виду продукции затруднено, прежде всего тем, что нет необходимых статистических данных для такого рода расчета [27].

Второй метод основан на укрупненных расчетах в целом по отраслям фактических затрат труда в человеко-часах на единицу продукции в любых показателях.

Определение фактической трудоемкости продукции связано с решением ряда методологических и практических вопросов, что обусловлено спецификой «чистых» отраслей. При определении затрат необходимо из всех затрат труда, рассчитанных по продукции данной хозяйственной отрасли, выделить затраты труда на производство неотраслевой продукции и перераспределить эти затраты по соответствующим «чистым» отраслям.

Первым этапом расчетов коэффициентов прямой трудоемкости единицы продукции является получение данных о численности среднегодовых работников, участвующих в производстве той или иной продукции по «чистой» отрасли. Эти данные можно получить, если известны фонд заработной платы по «чистой» отрасли и показатель средней заработной платы в хозяйственной отрасли.

Второй этап расчетов фактических затрат труда на единицу продукции заключается в том, чтобы выразить их в человеко-часах. Для этого необходимо прежде всего установить величину годового фонда рабочего времени на одного работника. Для определения этой величины нужно иметь данные о количестве отработанных человеко-дней, продолжительности рабочего дня (в часах) с учетом потерь рабочего времени по каждой категории работников, а также об их доле в общей численности производственного персонала отрасли. Эти данные позволяют определить величину фонда рабочего времени в расчете на одного работника как средневзвешенную по отдельным категориям.

Такой расчет производств основывается на отчетных данных об использовании рабочего времени. Для остальных категорий работников принимается установленная продолжительность рабочего дня, а количество отработанных в течение года человеко-дней определяется с учетом длительности отпусков и потерь рабочего времени. Находим годовой фонд рабочего времени по всему производственному персоналу данного производства, умножив среднегодовую численность работников, рассчитанную по «чистой» отрасли, на го-

довой фонд времени, отработанного одним работником.

Коэффициенты прямых затрат труда определялись как простое отношение отработанного времени к валовой продукции:

$$t_j = \frac{Q_j}{X_j}, \quad (3)$$

где Q_j – годовой фонд рабочего времени, отработанного производственным персоналом «чистой» отрасли j ;
 X_j – объем валовой продукции «чистой» отрасли j .

Эффективность затрат труда в материальном производстве характеризует производительность труда, которая определяется количеством продукции, производимой в единицу рабочего времени, или затратами труда на единицу продукции.

В региональном ЛПК следует различать два показателя производительности труда – производительность живого труда в данном производстве и производительность совокупного труда. Речь идет не о разных видах производительности труда, а об измерении единой производительности живого труда данного года на разных уровнях.

В практике статистики в качестве основного показателя производительности живого труда в данном производстве используется отношение объема произведенной продукции (в натуральном или стоимостном выражении) к затратам только живого труда (или численности занятых работников) [28]. Производительность труда по этому методу измеряется обратной величиной коэффициента прямых трудовых затрат:

$$\frac{x_j}{x_{ij}} = \frac{x_j}{t_j x_j} = \frac{1}{t_j}. \quad (4)$$

Этот показатель характеризует производительность только живого труда и не учитывает эффективность затрат всего совокупного труда (живого и овеществленного).

Все прямые и косвенные затраты аккумулируют в себе коэффициенты полных затрат, объективно характеризующие уровень трудовых затрат по производству

однородной продукции. Поэтому наиболее обобщенным показателем роста производительности является уменьшение полных затрат труда T_j на производство единицы продукции. В качестве показателя производительности совокупного труда следует принимать величину, обратную T_j :

$$P_j = \frac{1}{T_j}. \quad (5)$$

Показатель производительности совокупного труда комплекса может выступать в качестве критерия наиболее эффективного распределения трудовых ресурсов между его производствами.

Определение прямых затрат труда в каждом производстве является исходным моментом, но эффективность будет определяться уровнем полных затрат труда.

Коэффициенты полных трудовых затрат имеют исключительно важное экономическое значение. Они охватывают как непосредственные затраты живого труда на заключительной стадии изготовления продукции, так и все затраты труда на предшествующих стадиях производства данной продукции, овеществленные в потребленных средствах производства [29].

Следовательно, в структуре полных трудовых затрат выделяются прежде всего затраты живого труда (прямые трудовые затраты) и затраты прошлого овеществленного труда (косвенные трудовые затраты).

Наиболее доступно исчислять коэффициенты полных трудовых затрат посредством умножения строки коэффициентов прямых затрат труда на соответствующие столбцы матрицы коэффициентов полных материальных затрат на единицу конечной продукции, под которыми понимаются суммарные затраты i -го продукта на производство единицы конечного продукта отрасли j по всей цепи сопряженных производств:

$$T_j = \sum_{i=1}^n t_i A_{ij}. \quad (6)$$

Экономический смысл выражения (6) заключается в том, что между полными затратами труда на единицу j -й продукции и прямыми затратами (T_i) на создание i -го

продукта, идущего на ее производство, существует определенная зависимость.

Влияние отдельных факторов изменения совокупной производительности труда можно проследить с помощью системы индексов постоянного состава, определяющих влияние отдельных факторов на общий индекс совокупных затрат труда.

Индекс изменения производительности совокупного труда может быть получен в виде

$$I_j = 1: \frac{T_j'}{T_j^0}. \quad (7)$$

Учитывая, что $T_j = \sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}'$, указанное соотношение примет вид

$$I_j = 1: \frac{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}'}{\sum_{i=1}^n t_i^0 A_{ij}^0} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^0 A_{ij}^0}{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}'} \quad (8)$$

Дополнительным аспектом анализа является разложение полученного результата по различным факторам – за счет сокращения прямых затрат труда и изменения материальных затрат.

Для определения влияния прямых затрат труда формула (8) примет вид

$$I_j = 1: \frac{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}^0}{\sum_{i=1}^n t_i^0 A_{ij}^0} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^0 A_{ij}^0}{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}^0} \quad (9)$$

Влияние материальных затрат на изменение индекса производительности совокупного труда находим по формуле

$$I_j = 1: \frac{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}'}{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}^0} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}^0}{\sum_{i=1}^n t_i' A_{ij}'} \quad (10)$$

Перемножив формулы (8) и (9) и проделав элементарные преобразования, получим общую формулу (7).

В следующем разделе представлены результаты апробации предложенной методики расчета показателей оценки трудовых затрат на основе модели межпродуктового баланса на примере ЛПК Архангельской области.

Анализ результатов оценки затрат труда на основе межпродуктового баланса

Исчисление коэффициентов прямой трудоемкости произведено на основе данных разработанных межпродуктовых балансов ЛПК Архангельской области и данных статистики труда о численности работников по отраслям производства.

Межпродуктовые балансы ЛПК Архангельской области разработаны по 23 видам продукции в натуральном и стоимостном выражении за 2011–2013 гг.

Одним из основных препятствий для конструирования экономико-математических моделей российской экономики остается статистическая база. Не является исключением построение межпродуктовой модели ЛПК. Во-первых, трудность со-

ставляет доступ к статистической информации предприятий ЛПК, во-вторых, изменяющаяся российская статистика не всегда может удовлетворять требованиям прогнозно-аналитического инструментария, каковым является межпродуктовый баланс. Разработка модели межпродуктового баланса осложнена тем, что при наличии в отчетах предприятий информации о производстве продукции в натуральном выражении отсутствует аналогичная информация о материальных производственных затратах. Недостаток и низкое качество информации обусловили выбор соответствующего временного интервала исследования (2011–2013 гг.).

В табл. 1 приведены показатели прямых затрат труда на производство продукции ЛПК за 2011–2013 гг.

Таблица 1

Коэффициенты прямых затрат труда на производство продукции ЛПК Архангельской области в 2011–2013 гг.

Производства	2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	В годовых работниках (чел./1000 руб.)	В человеко- часах (чело- веко-час/1000 руб.)	В годовых работниках (чел./1000 руб.)	В человеко- часах (чело- веко-час/1000 руб.)	В годовых работниках (чел./1000 руб.)	В человеко- часах (чело- веко-час/1000 руб.)
Лесозаготовительное производство	0,0086	14,6091	0,0070	11,9999	0,0059	10,1297
Деревообрабатывающее производство	0,0065	11,0768	0,0053	9,0587	0,0050	8,5429
Целлюлозно-бумажное производство	0,0012	2,0753	0,0009	1,5031	0,0009	1,4788

Были исчислены коэффициенты трудоемкости продукции различных производств ЛПК в годовых работниках и человеко-часах на 1 тыс. руб. валовой продукции. Такие показатели учитывают сложившийся уровень использования трудовых ресурсов при данной структуре выпуска продукции, они могут широко использоваться для различных аналитических отчетов.

Проанализируем причины различий в показателях трудоемкости.

По данным табл. 1 наибольшие затраты живого труда имеют место в лесозаготовительной промышленности, что в известной степени характеризует уровень производительности. Наименьшие затраты – в целлюлозно-бумажной промышленности.

Здесь уровень эффективности живого труда относительно высок. Анализ динамики прямых затрат труда позволяет в целом выявить уменьшение, что может быть обусловлено следующими факторами: более эффективным использованием средств производства, ростом специализации производства, влиянием инфляции.

Так как коэффициенты прямой трудоемкости выражают затраты живого труда на заключительных стадиях производства, они тем ниже, чем больше доля перенесенной стоимости во всей стоимости продукции.

Это обусловлено большим числом предшествующих стадий обработки или значительной глубиной обработки на одной из предшествующих стадий. Эта зави-

симость выявляется при сравнении коэффициентов по продуктам лесозаготовки и продукции лесопиления.

При прочих равных условиях показатели трудоемкости продукции лесозаготовки выше, чем в остальных производствах, так как в лесозаготовительной промышленности на то же число единиц живого труда приходится стоимость, созданная по преимуществу только в данном производстве [30].

Лесопиление требует сравнительно небольших затрат труда при переработке продукции, следовательно, доля живой стоимости во всей стоимости намного меньше доли перенесенной стоимости. Вследствие этого коэффициенты прямых затрат труда оказываются относительно небольшими.

Коэффициенты прямой трудоемкости ниже в отраслях со сравнительно высокой сложностью труда, так как они выражают отношение затрат фактического живого труда разной сложности к стоимости продукта, создаваемого затратами уравниваемого труда.

Последовательность расположения производств по признаку возрастания сложности совпадает с последовательностью расположения по признаку уменьшения коэффициента трудоемкости: лесозаготовительное производство – 10,1, деревообрабатывающее – 8,5, целлюлозно-бумажное – 1,5.

Изменения коэффициентов прямых затрат труда вызываются также изменениями в специализации, кооперировании и комбинировании производства. Например, уменьшение коэффициентов прямых затрат, сопровождающее рост специализации производства, означает, как правило, увеличение затрат на более ранних стадиях производства. Значительные коррективы в закономерности формирования коэффициентов трудоемкости вносят уровни цен, так как отношение фактической цены к стоимости как к основе неодинаково для различных видов лесопродукции.

Так, чрезвычайно высокий коэффициент трудоемкости продукции лесозаготовки объясняется не только сравни-

тельно низкой сложностью труда и значительной долей новой стоимости в стоимости продукции, но и состоянием цен в лесозаготовительной промышленности.

Влияние отклонения цен от стоимости может значительно превысить влияние предыдущих факторов. Низкое значение коэффициентов трудоемкости в производстве фанеры, бумаги, картона, помимо прочих факторов, обусловлено установленным выше стоимости уровнем цен [31].

Коэффициенты прямых трудовых затрат выражают отношение между всеми затратами труда работников производства и объемом продукции, измеренным в определенных принятых ценах. Отсюда следует, что коэффициенты трудоемкости можно использовать при определении потребности материального производства в рабочей силе, исходя из предполагаемого объема производства продукции.

Вместе с тем сокращение затрат живого труда на отдельных стадиях производства может достигаться за счет увеличения расхода средств производства (энергия, оборудование и т. д.), т. е. при увеличении затрат овеществленного прошлого труда. В конечном счете увеличение косвенных затрат труда даже может перекрыть экономию на прямых затратах труда. Вследствие этого уровень и динамика производительности живого труда не полностью отражают уровень и динамику совокупных затрат труда при производстве данной продукции.

Изменение прямых затрат труда в производствах, продукция которых идет на создание конечной продукции комплекса, находит свое отражение в полных затратах труда.

Отсюда вытекает важное методологическое положение о двух направлениях сокращения затрат труда – за счет сокращения прямых затрат труда в каждом производстве и за счет производства продукции с меньшими затратами сырья, материалов и других средств производства.

Применение межпродуктового баланса дает возможность отразить влияние этих двух процессов в едином показателе – изменении полных трудовых затрат на

производство единицы конечной продукции комплекса.

Коэффициенты полных трудовых затрат за определенный период позволяют проанализировать соотношения затрат живого и овеществленного труда в совокупных трудовых затратах комплекса.

Пропорция между живым и овеществленным трудом предопределяет характер научно-технических мероприятий, проводимых для обеспечения эффективного функционирования ЛПК. По данным

межпродуктового баланса доля живого труда в полных затратах на производство продукции ЛПК составляла примерно 70%, а доля овеществленного труда – 30%. (Данное соотношение можно получить исходя из того, что полные затраты труда по комплексу в 1,4 раза больше, чем затраты живого труда.) Еще большая дифференциация в структуре полных трудовых затрат наблюдается в детализированных производствах комплекса. Об этом свидетельствуют данные табл. 2.

Таблица 2

**Структура полных затрат труда на производство продукции ЛПК
Архангельской области за 2013 г., %**

Производства	Доля затрат живого труда	Доля затрат овеществленного труда
Лесозаготовительное производство	88,5	11,5
Деревообрабатывающее производство	75,7	24,3
Целлюлозно-бумажное производство	42,0	58,0

Для анализа совокупных затрат труда важное значение приобретает сопоставление показателей затрат труда во времени.

Для характеристики производительности совокупного труда ЛПК целесообразно использовать систему показателей, характеризующих влияние различных факторов на динамику производительности труда: а) изменение удельных затрат живого труда; б) изменение удельных затрат овеществленного труда; в) изменение полных затрат (живого и овеществленного) труда.

Данные табл. 3 позволяют сделать вывод, что наиболее общей закономерностью

роста производительности совокупного труда ЛПК является уменьшение удельных затрат живого и овеществленного труда.

Однако структурные и динамические сдвиги в полных трудовых затратах не исчерпываются изменением соотношения живого и овеществленного труда.

Производственная структура коэффициентов полных затрат труда непрерывно изменяется вследствие различных темпов роста производительности живого труда и экономии материальных затрат в разных производствах. Существенное влияние оказывает и неодинаковое изменение материальных затрат.

Таблица 3

**Динамика затрат совокупного труда, удельных затрат живого и овеществленного труда
в производствах ЛПК Архангельской области за 2013 г., % к предыдущему году***

Затраты	Лесозаготовительное производство	Деревообрабатывающее производство	Целлюлозно-бумажное производство
Живого труда	84,42	94,31	98,38
Овеществленного труда	84,41	85,32	96,72
Совокупного труда	84,41	91,95	101,8

Можно выделить три основных типа структурных сдвигов: наряду с ростом производительности живого труда (уменьшением коэффициентов прямых трудовых затрат) коэффициенты полных материальных затрат уменьшаются, коэффициенты пол-

ных материальных затрат увеличиваются, коэффициенты полных материальных затрат в одних производствах уменьшаются, а в других увеличиваются.

Первому случаю соответствует уменьшение затрат как живого, так и ове-

ществленного труда во всех производствах, а возможности резких структурных сдвигов ограничены.

Анализ второго случая приводит к количественному выявлению противодействующих процессов экономии совокупного труда при значительных структурных изменениях. Здесь отражаются возможности достижения экономии совокупного труда различными способами. Снижение производительности труда вследствие повышения удельных материальных затрат в некоторых производствах может перекрываться ростом производительности живого труда. При достаточно высоких темпах роста производительности живого труда удельные затраты овеществленного труда (коэффициенты косвенных трудовых затрат) могут даже уменьшаться.

Третий случай, когда материальные затраты в одних производствах снижаются, а в других – повышаются, в аналитиче-

ском отношении является синтезом первого и второго. Здесь возникает более сложное взаимодействие факторов.

Так, данные табл. 4 указывают, что наиболее характерным для ЛПК Архангельской области является повышение материальных затрат наряду с ростом производительности живого труда.

Таблица 4

Динамика полных материальных затрат в производствах ЛПК Архангельской области, % к предыдущему году

Производство	2012 г.	2013 г.
Лесозаготовительное	117,9	100,6
Деревообрабатывающее	113,2	104,5
Целлюлозно-бумажное	105,3	113,8

В табл. 5 представлены результаты факторного анализа индекса производительности совокупного труда производств ЛПК Архангельской области.

Таблица 5

Влияние отдельных факторов на общий индекс производительности совокупного труда производств ЛПК Архангельской области за 2013 г.

Факторы	Лесозаготовительное производство	Деревообрабатывающее производство	Целлюлозно-бумажное производство
Сокращение прямых затрат труда	1,18	1,06	1,02
Рост полных материальных затрат	0,98	0,99	0,97
Индекс изменения производительности совокупного труда	1,16	1,06	0,98

Приведенные в табл. 5 результаты расчетов показывают, что рост производительности совокупного труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах происходил в основном за счет уменьшения прямых затрат труда, при этом повышение материальных затрат перекрывалось ростом производительности живого труда. В целлюлозно-бумажном производстве решающее воздействие на динамику производительности совокупного труда оказали материальные затраты.

Рост технического оснащения процессов труда более эффективными средствами производства создает материальные предпосылки для снижения полных затрат труда на единицу продукции. Более эффективное использование средств производства, как правило, сопровождается

экономией живого труда. Но экономия живого труда может достигаться и за счет дополнительного оснащения труда средствами производства как при неизменных, так и при повышающихся нормах их расхода на единицу продукции. Исходя из методологического положения о двух направлениях сокращения затрат труда (за счет сокращения как прямых, так и овеществленных затрат труда) можно определить основные направления сокращения затрат труда и повышения производительности труда регионального ЛПК: 1) повышение инновационного потенциала – обновление основных фондов, внедрение технологических инноваций, увеличение доли затрат на НИОКР; 2) обновление ассортимента продукции предприятий комплекса в соответствии с потребностями рынка лесопродук-

ции; 3) проведение кадровой политики – обеспечение количественных и качественных потребностей производств ЛПК в трудовых ресурсах, реализация программ профессионального образования, обеспечение роста заработной платы.

Заключение

Для решения задач стабилизации лесопромышленных производств важное значение имеют анализ затрат и определение основных направлений их снижения. Для решения данной проблемы необходимо восстановить системное управление затратами производства и реализацией продукции с целью их минимизации как в отраслевом разрезе, так и на уровне предприятия. Необходимо систематически проводить мониторинг изменений затрат по производствам ЛПК с последующим анализом динамики, структуры и эффективности использования ресурсов. При этом в расчетах показателей текущих материальных и трудовых затрат целесообразно использовать межотраслевые модели, в частности модель межпродуктового баланса.

Исчисление показателей трудовых затрат на основе межпродуктового баланса ЛПК дает возможность определить степень сбалансированности между основными производствами ЛПК и трудовыми ресурсами, выявить и устранить внутрикомплексные диспропорции, являющиеся основной причиной неэффективного использования производственных ресурсов (трудовых, основных фондов, оборотных средств).

Новизна исследования заключается в обосновании возможности использования балансового метода для анализа затрат труда в региональном ЛПК: выявлены преимущества межпродуктового баланса

для расчета показателей прямых и полных затрат труда; на основе статистической информации разработана модель межпродуктового баланса ЛПК Архангельской области, характеризующая каждое производство комплекса как потребителя и поставщика лесопродукции ЛПК и позволяющая получить и проанализировать систему локальных балансов трудовых ресурсов. С использованием разработанной системы балансовых моделей рассчитаны параметры для исчисления показателей прямых и полных трудовых затрат. Потребность производств ЛПК Архангельской области в трудовых ресурсах определена через значения конечной продукции комплекса.

Практическая значимость результатов, полученных в ходе исследования, с одной стороны, заключается в том, что они позволяют выявить диспропорции развития ЛПК, с другой – способствовать повышению эффективности ЛПК за счет разработки экономически обоснованных направлений сокращения затрат труда и повышения производительности труда. Использование межпродуктовых балансов ЛПК для исчисления показателей позволяет оценить уровень сбалансированности развития основных производств ЛПК: определить степень сбалансированности между ними и производственными ресурсами, а также их взаимосвязь.

Предложенный авторами инструментальный расчет показателей оценки трудовых затрат на основе модели межпродуктового баланса можно использовать для регулирования деятельности других промышленных комплексов в ходе выявления и устранения внутрикомплексных диспропорций.

Список литературы

1. *Haugen D.E.* Wisconsin timber industry, 2013. Resource Update FS-125. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 2017. 5 p.
2. *Гранберг А.Г., Ивантер В.В., Комков Н.И.* Прогнозирование перспектив технологической модернизации экономики России: монография. М.: МАКСПресс, 2010. 814 с.
3. *Шнипер Р.И.* Регион: Экономические методы управления. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1991. 308 с.

4. Grant J.A., Balraj D., Davison J., Mavropoulos-Vagelis G. Network governance and the African Timber Organization: Prospects for regional forestry governance in Africa. In book: New approaches to the governance of natural resources, Palgrave Macmillan, London, 2015, pp. 154–180.
5. Stewart H.T.L., Young B., Williams D.F. Socio-economic impact of the timber industry in Gippsland. Report prepared for the Department of Planning and Community Development, Victoria. Wangaratta: Trees Victoria Incorporated, 2012. 100 p.
6. Киселева А.А. Создание регионального лесопромышленного кластера как основа повышения конкурентоспособности отрасли // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2014. № 3 (22). С. 52–57.
7. Muszynski L., Hansen E., Fernando S., Schwarzmann G., Rainer J. Insights into the global cross-laminated timber industry // BioProducts Business. 2017. P. 77–92.
8. Barber D. Tall timber buildings: What's next in fire safety? // Fire Technology. 2015. Vol. 51, Iss. 6. P. 1279–1284.
9. Azevedo-Ramos C., Silva J. N. M., Merry F. The evolution of Brazilian forest concessions // Elementa. Science of the Anthropocene. 2015. Vol. 3. doi: <http://doi.org/10.12952/journal.elementa.000048>.
10. Sujová A., Hlaváčková P. Sectoral analysis of competitiveness of wood processing industry in the Czech Republic // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2015. Vol. 63, Iss. 1. P. 293–302.
11. Pepke E., Bowyer J., Bratkovich S., Fernholz K., Frank M., Groot H., Howe J. Impacts of policies to eliminate illegal timber trade. Minneapolis, US: Dovetail Partners, Inc. 2015. 100 p.
12. Ng B.K., Kanagasundaram T. Sectoral innovation systems in low-tech manufacturing: Types, sources, drivers and barriers of innovation in Malaysia's wooden furniture industry // Institutions and Economies. 2011. Vol. 3, № 3. P. 549–574.
13. Kwame O.B., Kusi E., Lawer E.A. Occupational hazards and safety practices: A concern among small scale sawmilling industries in Tamale Metropolis, Ghana // International Journal of Scientific and Technology Research. 2014. Vol. 3, № 10. P. 234–236.
14. Pounds R., Sutcliffe R., Albrow H.A., Binnie C., Nockolds I. The trees and timber industry in Great Britain: Size, Structure and Skills. 2011.
15. Малыхина А.И. Маркетинговая стратегия развития лесного хозяйства // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2009. № 4. С. 5–14.
16. Аганбегян А.Г., Гранберг А.Г. Экономико-математический анализ межотраслевого баланса СССР. М.: Мысль, 1968. 245 с.
17. Дадаян В.С., Коссов В.В. Баланс экономического района как средство плановых расчетов. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. 215 с.
18. Коссов В.В. Межотраслевые модели: Теория и практика использования. М.: Экономика, 1973. 359 с.
19. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика. М.: Экономика, 1997. 479 с.
20. Liang S., Zhang T., Xu Y. Comparisons of four categories of waste recycling in China's paper industry based on physical input–output life-cycle assessment model // Waste management. 2012. Vol. 32, № 3. P. 603–612.
21. Hayashi M. Structural changes in Indonesian industry and trade: an input-output analysis // The developing economies. 2005. Vol. 43, № 1. P. 39–71.
22. Wiedmann T., Minx J., Barrett J., Wackernagel M. Allocating ecological footprints to final consumption categories with input–output analysis // Ecological economics. 2006. Vol. 56, Iss. 1. P. 28–48.
23. Lenzen M., Murray S., Korte B., Dey Ch.J. Environmental impact assessment including indirect effects—a case study using input–output analysis // Environmental Impact Assessment Review. 2003. Vol. 23, № 3. P. 263–282. doi: 10.1016/S0195-9255(02)00104-X.
24. Мякишин В.Н. Межотраслевой баланс как инструмент для разработки региональной инвестиционной стратегии // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 30. С. 37–46.
25. Лобовиков Т.С., Петров А.П. Экономика комплексного использования древесины. М.: Лесная промышленность, 1976. 168 с.
26. Петров А.П., Бурдин Н.А. Хозяйственный механизм в лесном комплексе. М.: Лесная промышленность, 1990. 292 с.
27. Xu M., Cao X., Hansen E. China's wood furniture industry // Asian Timber. 2003. Vol. 9, № 3. P. 35–39.
28. Hewings G.J.D. Regional industrial analysis and development. Routledge, 2017. 186 p.

29. Pietroforte R., Gregori T. An input-output analysis of the construction sector in highly developed economies // *Construction Management and Economics*. 2003. Vol. 21, Iss. 3. P. 319–327.
30. Gerrand A. et al. Australian forest plantations: an overview of industry, environmental and community issues and benefits // *Australian Forestry*. 2003. Vol. 66, № 1. P. 1–8.
31. Bernard J. T., Hussain J. The Canada–United States productivity puzzle: regional evidence of the pulp and paper industry, 1971–2005 // *Canadian Journal of Forest Research*. 2017. Vol. 47, № 6. P. 735–742.

Статья поступила в редакцию 08.01.2019, принята к печати 29.05.2019

Сведения об авторах

Мякшин Владимир Николаевич – доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и предпринимательства, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (Россия, 163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17, e-mail: mcshin@yandex.ru).

Песьякова Татьяна Николаевна – кандидат экономических наук, заместитель начальника отдела работы с налогоплательщиками, УФНС России по Архангельской области и Ненецкому автономному округу (Россия, 163000, г. Архангельск, ул. Свободы, 33, e-mail: safuEcon@yandex.ru).

References

1. Haugen D.E. *Wisconsin timber industry, 2013*. Resource Update FS-125. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 2017. 5 p.
2. Granberg A.G., Ivanter V.V., Komkov N.I. *Prognostirovanie perspektiv tekhnologicheskoi modernizatsii ekonomiki Rossii: Monografiya* [Forecasting the prospects for technological modernization of the Russian economy: A monograph]. Moscow, MAKS Press Publ., 2010. 814 p. (In Russian).
3. Shniper R.I. *Region: Ekonomicheskie metody upravleniya* [Region: Economic Management Methods]. Novosibirsk, Nauka, Sibirskoe otdelenie Publ., 1991. 308 p. (In Russian).
4. Grant J.A., Balraj D., Davison J., Mavropoulos-Vagelis G. *Network governance and the African Timber Organization: Prospects for regional forestry governance in Africa*. In book: *New approaches to the governance of natural resources*, Palgrave Macmillan, London, 2015, pp. 154–180.
5. Stewart H.T.L., Young B., Williams D.F. *Socio-economic impact of the timber industry in Gippsland*. Report prepared for the Department of Planning and Community Development, Victoria. Wangaratta: Trees Victoria Incorporated, 2012. 100 p.
6. Kiseleva A.A. *Sozдание regional'nogo lesopromyshlennogo klastera kak osnova povysheniya konkurentosposobnosti otrasli* [Cluster in regional timber processing complex as the basis for its competitive growth]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Ekonomika* [Perm University Herald. Economy], 2014, no. 3 (22), pp. 52–57. (In Russian).
7. Muszynski L., Hansen E., Fernando S., Schwarzmamm G., Rainer J. Insights into the global cross-laminated timber industry. *BioProducts Business*, 2017, pp. 77–92.
8. Barber D. Tall timber buildings: What's next in fire safety? *Fire Technology*, 2015, vol. 51, iss. 6, pp. 1279–1284.
9. Azevedo-Ramos C., Silva J.N.M., Merry F. The evolution of Brazilian forest concessions. *Elementa. Science of the Anthropocene*, 2015, vol. 3. doi: <http://doi.org/10.12952/journal.elementa.000048>.
10. Sujová A., Hlaváčková P. Sectoral analysis of competitiveness of wood processing industry in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2015, vol. 63, iss. 1, pp. 293–302.
11. Pepke E., Bowyer J., Bratkovich S., Fernholz K., Frank M., Groot H., Howe J. *Impacts of Policies to Eliminate Illegal Timber Trade*. Minneapolis, US, Dovetail Partners, Inc. 2015. 19 p.
12. Ng B.K., Kanagasundaram T. Sectoral innovation systems in low-tech manufacturing: Types, sources, drivers and barriers of innovation in Malaysia's wooden furniture industry. *Institutions and Economies*, 2011, vol. 3, no. 3, pp. 549–574.

13. Kwame O.B., Kusi E., Lawer E.A. Occupational hazards and safety practices: a concern among small scale sawmilling industries in Tamale Metropolis, Ghana. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 2014, vol. 3, no. 10. pp. 234–236.
14. Pounds R., Sutcliffe R., Albrow H.A., Binnie C., Nockolds I. *The trees and timber industry in Great Britain: Size, Structure and Skills*. 2011.
15. Malykhina A.I. Marketingovaya strategiya razvitiya lesnogo khozyaistva [Marketing strategy of forestry development]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Ekonomika* [Perm University Herald. Economy], 2009, no. 4, pp. 5–14. (In Russian).
16. Aganbegyan A.G., Granberg A.G. *Ekonomiko-matematicheskii analiz mezhotraslevogo balansa SSSR* [Economic and mathematical analysis of the intersectoral balance of the USSR]. Moscow, Mysl' Publ., 1968, 245 p. (In Russian).
17. Dadayan V.S. *Balans ekonomicheskogo raiona kak sredstvo planovykh raschetov* [The balance of an economic region as a means of planned calculations]. Moscow, Akad. nauk SSSR Publ., 1962. 215 p. (In Russian).
18. Kossov V.V. *Mezhotraslevye modeli: teoriya i praktika ispol'zovaniya* [Interindustry models: Theory and practice of use]. Moscow, Ehkonomika Publ., 1973. 359 p. (In Russian).
19. Leont'ev V.V. *Mezhotraslevaya ekonomika* [Inter-sectoral economy]. Moscow, Ekonomika Publ., 1997, 479 p. (In Russian).
20. Liang S., Zhang T., Xu Y. Comparisons of four categories of waste recycling in China's paper industry based on physical input–output life-cycle assessment model. *Waste Management*, 2012, vol. 32, no. 3, pp. 603–612.
21. Hayashi M. Structural changes in Indonesian industry and trade: An input-output analysis. *The Developing Economies*, 2005, vol. 43, no. 1, pp. 39–71.
22. Wiedmann T., Minx J., Barrett J., Wackernagel M. Allocating ecological footprints to final consumption categories with input–output analysis. *Ecological Economics*, 2006, vol. 56, iss. 1, pp. 28–48.
23. Lenzen M., Murray S., Korte B., Dey Ch.J. Environmental impact assessment including indirect effects – a case study using input–output analysis. *Environmental Impact Assessment Review*, 2003, vol. 23, no. 3, pp. 263–282. doi: 10.1016/S0195-9255(02)00104-X.
24. Myakshin V.N. Mezhotraslevoi balans kak instrument dlya razrabotki regional'noi investitsionnoi strategii [Intersectoral balance as a tool for developing a regional investment strategy]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice], 2013, no. 30. pp. 37–46. (In Russian).
25. Lobovikov T.S. *Ekonomika kompleksnogo ispol'zovaniya drevesiny* [Economics of complex use of timber]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1976. 168 p. (In Russian).
26. Petrov A.P. *Khozyaistvennyi mekhanizm v lesnom komplekse* [Economic mechanism in the forest complex]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1990. 292 p. (In Russian).
27. Xu M., Cao X., Hansen E. China's wood furniture industry. *Asian timber*, 2003, vol. 9, no. 3, pp. 35–39.
28. Hewings G.J.D. *Regional industrial analysis and development*. Routledge, 2017. 186 p.
29. Pietroforte R., Gregori T. An input-output analysis of the construction sector in highly developed economies. *Construction Management and Economics*, 2003, vol. 21, iss. 3, pp. 319–327.
30. Gerrand A., Keenan R.J., Kanowski P., Stanton R. Australian forest plantations: An overview of industry, environmental and community issues and benefits. *Australian Forestry*, 2003, vol. 66, no. 1, pp. 1–8.
31. Bernard J.T., Hussain J. The Canada–United States productivity puzzle: Regional evidence of the pulp and paper industry, 1971–2005. *Canadian Journal of Forest Research*, 2017, vol. 47, no. 6, pp. 735–742.

Received December 19, 2018; accepted March 27, 2019

Information about the Authors

Myakshin Vladimir Nikolaevich – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Economy and Entrepreneurship, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (17, naberezhnaya Severnoi Dviny, Arkhangelsk, 163002, Russia; e-mail: mcshin@yandex.ru).

Pesyakova Tatyana Nikolaevna – Candidate of Economic Sciences, Deputy Head of the Department of Work with Taxpayers, Administration of Federal Tax Service of Arkhangelsk Region and Nenets Autonomous District (33, Svobody st., Arkhangelsk, 163000, Russia; e-mail: safuEcon@yandex.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Мякишин В.Н., Песьякова Т.Н. Экономическая оценка затрат труда в производствах регионального лесопромышленного комплекса на основе межпродуктового баланса // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 349–365. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-349-365

Please cite this article in English as:

Myakshin V.N., Pesyakova T.N. Economic assessment of labour costs in regional timber industry complex productions on the inter-product analysis basis. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika* = *Perm University Herald. Economy*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 349–365. doi: 10.17072/1994-9960-2019-2-349-365

Научное издание

**Вестник Пермского университета.
СЕРИЯ «ЭКОНОМИКА»
= Perm University Herald. ECONOMY
2019. Том 14. № 2**

Редактор М.А. Шемякина
Компьютерная верстка Т.Ю. Суслонova
Специалист-переводчик Т.И. Тутынина
Секретарь О.Н. Беляева

Подписано в печать 24.06.2019. Формат 60x84 $\frac{1}{8}$.
Дата выхода в свет 29.06.2019
Усл. печ. л. 19,9. Тираж 500. Заказ 161309

Редакция научного журнала «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика»
= Perm University Herald. ECONOMY»
614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15. Экономический факультет.
Тел. (342) 233-19-69

Издательский центр Пермского государственного национального
исследовательского университета
614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15.
Тел. (342) 239-66-36

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии издательства «Астер»
614064, Пермский край, г. Пермь, Пермь, ул. Усольская, д. 15
Тел. (342) 249-54-01

Подписной индекс журнала «Вестник Пермского университета. Серия «Экономика»
= Perm University Herald. ECONOMY» в каталогах «Пресса России» 41030

Распространяется бесплатно и по подписке

